

# COMPRENDRE LES RISQUES DE LA PHOTOTOXICITÉ POUR L'ŒIL

Certaines parties du spectre lumineux peuvent être préjudiciables à la santé oculaire et accélérer le vieillissement de l'œil ou l'apparition de maladies. L'arrivée massive sur le marché de nouvelles sources d'éclairage à courtes longueurs d'ondes peut augmenter le risque d'exposition à la lumière toxique. John Marshall, professeur d'ophtalmologie à l'University College de Londres, lauréat du prix Junius-Kuhnt et médaillé pour ses travaux sur la DMLA, partage avec *Points de Vue* sa vision des risques et parle de la prévention.

**PROFESSEUR JOHN MARSHALL**  
University College London

**Points de Vue : Professeur Marshall, pouvez-vous décrire les domaines de recherche qui font partie de vos investigations sur l'œil et la lumière ?**

**Prof. John Marshall:** J'ai commencé mes travaux sur l'œil et la lumière en 1965, après avoir obtenu une bourse de doctorat de la Royal Air Force pour étudier les effets potentiellement délétères du laser sur la rétine. A l'époque, il était nécessaire d'avoir une meilleure compréhension de l'action de la lumière sur la rétine et des mécanismes susceptibles d'endommager celle-ci. Les travaux réalisés en commun avec des équipes allemandes et américaines ont permis de mettre en place une base de données qui a servi de base à des codes de conduite internationaux destinés à protéger les individus contre les effets potentiellement néfastes du rayonnement laser. Nous avons aussi étendu ces travaux à la lumière incohérente. Ces données ont également été intégrées aux codes de conduite utilisés par de grands organismes internationaux,

dont l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le programme environnemental des Nations Unies et la Croix Rouge Internationale. Après avoir étudié les effets d'une exposition aiguë à la lumière intense, je me suis intéressé de près aux effets de l'irradiation chronique par lumière incohérente, comme la lumière solaire et les sources de lumière commerciales et domestiques au Royaume-Uni. Nos recherches ultérieures ont montré que la rétine était particulièrement sensible aux longueurs d'onde courtes de la partie bleue du spectre visible et, étonnamment, que les cônes étaient plus vulnérables que les bâtonnets chez les animaux diurnes. Les données précédentes, sources de confusion dans diverses publications, étaient issues d'expériences sur les rats et les souris dotés principalement d'une rétine à bâtonnets et, par conséquent, montraient des lésions sur les bâtonnets.

**Est-ce par intérêt d'ordre personnel que vous avez décidé d'orienter vos recherches sur les effets de la lumière incohérente et non plus du laser ?**

A l'origine oui, car la lumière, qu'elle soit émise par un laser ou une ampoule fluocompacte, reste une lumière.

#### MOTS-CLÉS

UV, lumière bleue, phototoxicité, laser, cataracte, DMLA, Retinitis Pigmentosa, RP, IOL, Crizal® Previncia®, prévention



Les sources lumineuses émettent des photons. Je m'intéressais aux interactions entre photons et tissus biologiques et à la façon dont les photons produisent la sensation de vision. J'ai fini par m'intéresser aux effets de l'exposition excessive, qu'il s'agisse d'une exposition prolongée, de haute intensité ou à fortes doses. Du point de vue de l'évolution, nos yeux sont conçus pour être exposés à environ 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité, ce que la vie moderne a considérablement modifié.

#### **Pensez-vous que l'évolution en matière d'éclairage a eu un impact dans ce domaine ?**

Oui, car pendant des milliers d'années, la seule source de lumière que l'homme pouvait maîtriser était le feu, soit sous forme de lampes à pétrole, soit de bougies ou autres mèches enflammées. L'étape suivante a été l'éclairage au gaz, où il s'agissait aussi de flamme. Toutes ces sources généraient de la chaleur, donc une grande quantité de lumière signifiait également une grande quantité de chaleur. Ce n'est qu'à l'arrivée de l'ampoule à incandescence, au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, que l'on a atteint des niveaux d'éclairage de plein jour à n'importe quelle heure

du jour ou de la nuit. En outre, l'arrivée des ampoules fluorescentes dans les années 1940 a permis d'obtenir des niveaux d'éclairage élevés sans générer une grande quantité de chaleur. Malheureusement, contrairement aux ampoules à incandescence qui produisaient une lumière principalement restreinte à l'extrémité rouge du spectre, les émissions des ampoules fluorescentes se situaient dans les zones bleues et ultraviolettes. Actuellement, face au problème environnemental de conservation d'énergie, le marché propose des ampoules à LED et fluocompactes, mais elles émettent de la lumière bleue et ultraviolette. Il aurait fallu procéder à des consultations plus approfondies avec les professionnels de la vue, au sujet des processus biologiques, avant d'introduire ces sources lumineuses biologiquement néfastes. Ce n'est que récemment qu'a été mis en place un comité destiné à examiner les dangers sanitaires inattendus de tels dispositifs. S'ils avaient été consultés, les professionnels de la dermatologie et de l'ophtalmologie auraient prévenu les fabricants de ces dangers potentiels.

#### **Quel est selon vous l'impact actuel et prévisible de cette nouvelle forme d'éclairage à faible consommation d'énergie ?**

Les chercheurs en dermatologie s'inquiètent déjà d'un accroissement potentiel du risque de problèmes dermatologiques occasionnés par la lumière bleue à haute intensité

**«Tout rayonnement à longueurs d'ondes courtes s'accompagne de photons à haute énergie et peut exacerber le processus de vieillissement de l'œil.»**

et par les UV émis par l'éclairage commercial et domestique. Ce qui me préoccupe, c'est le fait que **tout rayonnement à longueurs d'ondes courtes s'accompagne de photons à haute énergie et peut exacerber le processus de vieillissement de l'œil**, tout comme une exposition excessive au soleil au cours de la vie peut entraîner un vieillissement comme l'apparition de rides sur la peau. Certaines longueurs d'ondes peuvent occasionner un vieillissement accéléré menant à une apparition plus précoce de la cataracte et également susceptible d'exacerber d'autres affections liées à l'âge comme la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). Elles constituent des facteurs de risques environnementaux auxquels nous n'avons pas besoin de nous exposer, puisque les ampoules à incandescence ont éclairé nos intérieurs de manière satisfaisante pendant des siècles.

#### Les services gouvernementaux ne sont-ils pas avertis des risques d'usage des ampoules à basse consommation d'énergie ?

Selon moi, on aurait dû demander à un comité d'experts d'évaluer les risques sanitaires de l'éclairage à faible consommation d'énergie avant sa mise sur le marché, et ce certainement avant l'interdiction des ampoules incandescentes ! Malheureusement, on arrive après la bataille. Afin d'éviter des problèmes potentiels en aval, il aurait été plus judicieux de consulter des experts avant la prise de décision.

#### Comment cette phototoxicité se produit-elle sur les tissus oculaires ?

En présence d'oxygène, les photons à haute énergie peuvent générer des dérivés actifs de l'oxygène potentiellement dangereux pour les cellules. Les dommages occasionnés par la lumière sur la peau sont moindres, du fait que les cellules à la surface de l'épiderme sont constamment remplacées par les cellules des couches inférieures. Pour simplifier, le système est renouvelé tous les 5 jours environ. Par contre, les cellules qui tapissent l'intérieur de l'œil, la rétine, sont essentiellement une «excroissance» du cerveau. Par conséquent, comme tous les neurones, elles sont incapables de se diviser. Les cônes et les bâtonnets doivent absorber la lumière et se trouvent en présence de grandes quantités d'oxygène. Ils ont développé un mécanisme qui permet un renouvel-

lement quotidien de la portion de la cellule sensible à la lumière. Chaque heure du jour, de trois à cinq nouvelles membranes sensibles à la lumière sont fabriquées et chaque matin, au réveil, les bâtonnets perdent environ 30 membranes sénescents phagocytées par une couche de cellules appelée Epithélium Pigmentaire Rétinien (EPR). Les cônes perdent leurs membranes sénescents environ toutes les quatre heures, pendant que nous dormons.

Au cours d'une vie, les cellules de l'EPR qui, elles non plus ne se divisent pas, doivent gérer des quantités considérables de matériel biologique dégradé. A partir de 35 ans environ, les cellules de l'EPR sont progressivement obstruées par des produits toxiques. A un stade ultérieur, ces déchets entraînent d'autres modifications entre les cellules de l'EPR et leur système d'irrigation sanguine sous-jacent. Cette accumulation progressive de déchets liés à l'âge, due à un processus de protection des cellules sensibles à la lumière contre les méfaits de la lumière au cours de la vie, constitue le plus gros facteur de risque de dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). Un stress lumineux plus important produit une plus grande quantité de déchets et risque d'accélérer le processus de vieillissement. Une certaine exposition à la lumière bleue est certes nécessaire pour maintenir notre équilibre biologique et éviter le trouble affectif saisonnier (TAS). Cependant, ceci concerne les plus grandes longueurs d'ondes de la lumière bleue et les UV et la lumière bleue à ondes courtes ne présentent aucun avantage.

#### Pour approfondir la question sur la portion bleue du spectre, voyez-vous des différences de phototoxicité à l'intérieur de cette bande ?

Oui, le bleu à plus grandes longueurs d'onde est celui qui stimule la cognition et la bonne humeur et dont nous avons besoin pour éviter le trouble affectif saisonnier. **C'est la lumière bleu-violet à plus courtes longueurs d'onde, proche des UV, qui est la plus nocive et que nous devons éliminer.** Seuls les photons à courtes lon-

gueurs d'onde sont individuellement capables d'induire des événements photochimiques, et leur source se trouve entre les UV et l'extrémité bleue du spectre visible. De l'extrémité rouge du spectre visible jusqu'aux infrarouges, les photons n'ont pas suffisamment d'énergie pour produire des lésions photochimiques ; les lésions induites y sont dues aux vibrations, donc de la chaleur, produites par de fortes concentrations de photons sur les tissus.

**«Je pense que les fondements scientifiques sont irréfutables : les longueurs d'ondes courtes du spectre visible sont plus nocives que les plus grandes longueurs d'ondes.»**

## interview

**Pouvez-vous nous parler des dommages oculaires spécifiques et des moyens de protection ?**

On a conseillé par le passé à de nombreux groupes de patients atteints d'affections, dont les cellules photoréceptrices ou les cellules sensibles à la lumière étaient les plus vulnérables, de porter des verres de protection, en général teintés rouge ou brun, qui permettent de filtrer les longueurs d'ondes nocives tout en laissant pénétrer celles indispensables à la vision. D'importants groupes de patients, notamment ceux atteints de rétinopathie pigmentaire (RP) constituent un exemple de groupes de malades pour lesquels une telle protection est bénéfique.

**Pensez-vous que des verres photoprotecteurs seraient utiles à un stade précoce de certaines affections oculaires ?**

De nombreux spécialistes conseillent aux patients, dès les premiers stades de la DMLA, de porter des casquettes à visière ainsi que des verres protecteurs. Le gros problème est que les patients ne disposent pas de conseils adéquats sur le type de verres protecteurs qui leur serait utile ; on leur explique simplement qu'ils bloquent 100 % des UV, mais en général on ne leur donne aucune information sur la quantité de lumière bleue transmise.

**Selon vous, quel rôle la pratique clinique devrait-elle jouer dans la prévention des affections oculaires liées à la lumière bleu-violet dont vous avez parlé ?**

**Je pense que les fondements scientifiques sont irréfutables : les longueurs d'ondes courtes du spectre visible sont plus nocives que les plus grandes longueurs d'ondes.** Il ne faut pas oublier que la fovéa ne contient pas de cellules photoréceptrices d'ondes courtes (les cônes bleus) et que la zone maculaire de la rétine est protégée par la présence d'un pigment jaune. Par conséquent, le bleu ne joue aucun rôle dans les niveaux d'acuité visuelle les plus élevés. Nous sommes tous atteints de tritanopie fovéale, par conséquent nous ne perdons rien de notre capital visuel en filtrant la lumière bleue à ondes courtes. Le port de verres de protection fortement pigmentés se heurte à des réticences, car les gens n'aiment pas toujours des verres très jaunes ou bruns. **C'est pourquoi je pense que la récente innovation d'Essilor présente un grand intérêt, car ces verres Crizal® Previncia® restent transparents, alors qu'ils renvoient la lumière bleue tout en absorbant la lumière ultraviolette.** Il s'agit d'une innovation plutôt intéressante, car on dispose désormais d'une protection, sans les inconvénients esthétiques.

**Pensez-vous que cette innovation pourrait être proposée par les professionnels de la vue à des très jeunes patients ?**

Je pense qu'elle est très utile car le port de verres protecteurs s'apparente à l'application d'un écran solaire. Cela ne peut pas faire de mal, et sera probablement bénéfique au cours d'une vie.

**Vous avez mentionné l'évolution de l'éclairage artificiel au cours du siècle dernier. Les récents changements sont-ils d'après vous une source d'inquiétude ?**

Oui, aussi bien au niveau de l'éclairage domestique que commercial. Bien que les fabricants d'éclairage fassent tout leur possible pour éliminer les longueurs d'ondes potentiellement nocives, ils n'y sont pas encore parvenus. Les sources lumineuses qu'ils ont produites avec des filtres contre les rayonnements nocifs sont considérablement plus onéreuses que les ampoules électriques que l'on utilise chez soi. Les tubes fluorescents par exemple, possèdent une raie du sodium générant près de 40% de la lumière bleue nocive, et à peine moins de 8% de la luminosité, mais les fabricants ne peuvent pas l'éliminer, pour des raisons de coût et de facilité de fabrication.

**Que devons-nous faire pour sensibiliser le public à la lumière bleue et à ses méfaits potentiels ?**

Il serait très utile d'informer les professionnels de la vision des derniers développements dans ce domaine et de veiller à ce qu'ils disposent des connaissances fondamentales afin de conseiller leurs clients. Plus spécifiquement, dans le domaine de la chirurgie de la cataracte, nous retirons le cristallin jaune naturel et insérons un implant intraoculaire artificiel ; aujourd'hui, pratiquement tous les implants intraoculaires ont un filtre UV et ces dernières années, de nombreux fabricants ont mis sur le marché des implants qui filtrent la lumière bleue. Ceci est dû au fait que lorsque l'on retire le cristallin, la rétine est exposée à une quantité encore plus grande de lumière bleue et d'UV nocifs.

**Les avantages des implants intraoculaires jaunes, filtrant le bleu, ont été examinés par les experts de l'ophtalmologie. Quel est votre point de vue ?**

En Europe, la proportion des implants intraoculaires filtrant la lumière bleue varie d'un pays à l'autre ; la France a potentiellement le taux le plus élevé d'implants qui bloquent la lumière bleue. Il me semble que 70% des implants en France ont un filtre jaune. Ce chiffre est moins élevé dans bien d'autres pays. Au Royaume-Uni,

les ophtalmologistes préfèrent parfois les implants transparents à ceux qui bloquent la lumière bleue. Ils aimeraient disposer de preuves plus solides des avantages présentés par ces implants. Les points de vue diffèrent sur ce sujet, bien que les preuves expérimentales aillent dans cette direction. Au final, tout est question d'information. L'attitude des ophtalmologistes évolue peu à peu, mais cela prend du temps. Personnellement, quand je me ferai opérer de la cataracte, j'opterai pour un implant qui filtre la lumière bleue. •

Interviewé par Andy Hepworth

**BIO**

**Professeur John Marshall**  
University College London



John Marshall est professeur d'ophtalmologie Frost Trust à l'Institute of Ophthalmology, en association avec le Moorfield's Eye Hospital, University College London.

Il est également professeur émérite d'ophtalmologie au King's College de Londres, Professeur honoraire distingué de l'Université de Cardiff, Professeur honoraire de la City University et Professeur honoraire de la Glasgow Caledonian University.

Il a tout d'abord concentré ses recherches sur les effets de la lumière sur le vieillissement, les mécanismes environnementaux sous-jacents des maladies liées à l'âge, au diabète et aux maladies rétinienne héréditaires, ainsi que sur l'usage du laser dans le dépistage et la chirurgie ophtalmiques.

Il a inventé et breveté le système de laser Excimer, destiné à corriger les amétropies.

On lui doit aussi la création du premier laser à diodes pour le traitement des problèmes ophtalmiques liés au diabète, au glaucome et au vieillissement.

De nombreux prix lui ont été décernés, notamment : la Nettleship Medal de l'Ophthalmological Society du Royaume-Uni, la Mackenzie Medal, la Raynor Medal, la Ridley Medal, la Ashton Medal, l'Ida Mann Medal, la Lord Crook Gold Medal, la Doyne Medal de l'Oxford Congress, la Barraquer Medal de l'International Society of Cataract and Refractive Surgery et le prix de l'innovation Kelman de l'American Society for Refractive and Cataract surgery. En 2012, il a reçu le Junius-Kuhnt Award and Medal pour ses travaux sur la DMLA.

Il est l'auteur de plus de quatre cent travaux de recherches, 41 chapitres d'ouvrages et 7 livres.

**«Le port de verres protecteurs s'apparente à l'application d'un écran solaire. Cela ne peut pas faire de mal, et sera probablement bénéfique au cours d'une vie.»**



#### INFORMATIONS CLÉS

- Les photons interagissent avec les tissus oculaires et peuvent induire des lésions cellulaires.
- Les longueurs d'ondes correspondant à l'extrémité rouge du spectre visible (jusqu'aux infrarouges) peuvent générer de la chaleur, alors que les photons à longueurs d'ondes courtes (bleu-violet) peuvent induire des lésions photochimiques et accélérer le processus de vieillissement de l'œil.
- La lumière bleu-violet (à courte longueurs d'ondes) peut ainsi exacerber la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) et les rayons UV peuvent précipiter l'apparition de la cataracte.
- Toute la lumière bleue n'est pas nocive. La lumière bleue-turquoise (à plus grandes longueurs d'onde) est nécessaire pour maintenir notre équilibre biologique et éviter le trouble affectif saisonnier (TAS).
- Une photoprotection sélective (filtrage des UV et de la lumière bleu-violet) est indispensable pour préserver la santé des yeux à long terme.
- Les verres Crizal® Previncia® filtrent de façon sélective les UV et la partie nocive du spectre tout en laissant pénétrer la lumière bleue bénéfique. Ces verres sont totalement transparents.