



## Effet de la lumière bleue sur la physiologie oculaire

Thomas Gaujoux

**L**es LEDs sont de plus en plus présentes dans les sociétés occidentales. Leur spectre est principalement situé dans le bleu entre 400 et 500 nm. De plus en plus d'études démontrent l'importance de la lumière dans le rythme circadien et la régulation du métabolisme. Cependant, ces longueurs d'onde auraient également un effet délétère sur la rétine. Cet article fait le point sur les connaissances actuelles sur le sujet dont les conséquences médico économiques en termes de santé publique peuvent être importantes.

### Développement des LEDs dans les sociétés occidentales

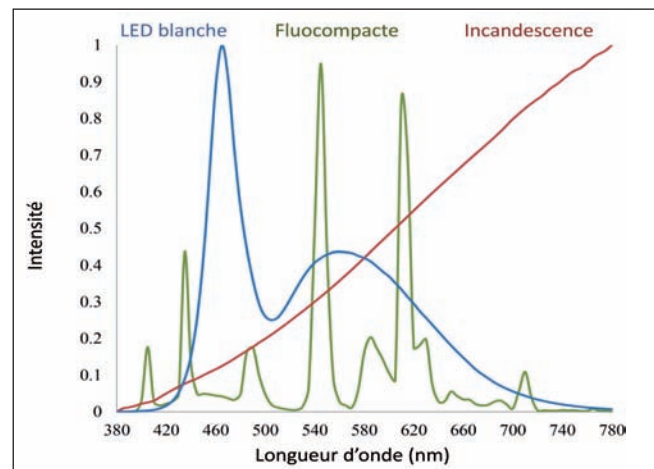
Depuis les 10 dernières années, nous utilisons de plus en plus de nouvelles sources lumineuses. Ces changements ont, dans la plupart des cas, été réalisés dans un but d'efficacité énergétique plus que par la demande des consommateurs. Les LEDs (*light emitting diodes*) ont deux principaux avantages : l'efficacité énergétique et leur petite taille. C'est dans ce contexte que les LEDs sont rapidement devenues la principale source de lumière des smartphones, tablettes, ordinateurs et télévisions.

L'utilisation même de la lumière change car elle est plus utilisée pour illuminer (liseuse) que pour réfléchir (dans le cadre de la lecture sur papier).

La LED à lumière blanche à base de phosphore est la LED la plus couramment utilisée. C'est une source bi-chromatique couplant une LED bleue (pic d'émission entre 450 et 470 nm) et du phosphore jaune (pic d'émission autour de 580 nm) (figure 1).

### Lumière bleue et rythme circadien

Certaines cellules ganglionnaires rétinienne produisent la mélanopsine. Cette dernière joue un rôle important dans le rythme circadien humain. Plusieurs études rapportent que le spectre d'action de suppression de la mélanopsine se situe autour 460 nm suggérant que la mélanopsine jouerait un rôle important dans la régulation photique des niveaux de mélatonine. Il a également été montré que la mélanopsine jouait un rôle dans le sommeil, l'humeur, l'apprentissage mais aussi dans la régulation du métabolisme [1]. Ainsi, des mutations sur le gène de la mélanopsine augmenteraient le risque de



**Figure 1.** Comparaison du spectre d'une LED blanche d'une lampe fluocompacte et d'une lampe à incandescence. L'importante différence de spectre lumineux n'est pas aussi évident à l'œil humain.

ces troubles de l'humeur saisonnier.

Ces cellules ganglionnaires expriment également le PACAP (*pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide*) et le RHT (*retinohypothalamic tract*) qui contribuent au transfert de l'information lumineuse des cellules ganglionnaires à la partie du cerveau contrôlant le rythme circadien. Ainsi des troubles de l'humeur saisonniers pourraient être traités par une exposition à la lumière bleue (luminothérapie).

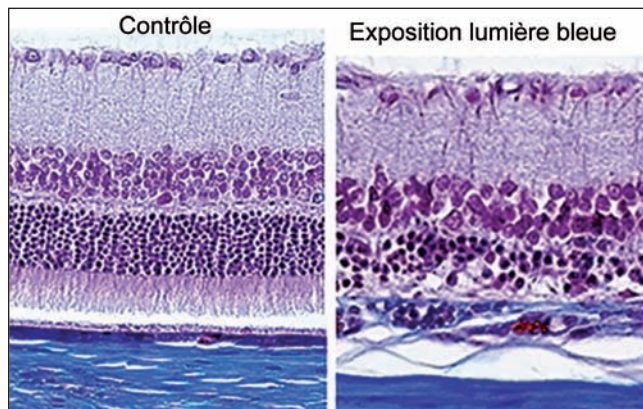
Avec l'âge le cristallin jaunit et le spectre de transmission de la lumière bleue décroît de façon très importante. Les problèmes de sommeil de certaines personnes « âgées » pourraient ainsi être liés avec un déficit en lumière bleue. Des conséquences similaires se produiraient après la pose d'implants « jaunes » lors de la chirurgie de la cataracte.

Le manque de lumière bleue nuirait donc au rythme circadien humain, cependant une exposition importante à la lumière bleue peut également être néfaste en augmentant le stress et en stimulant certaines fonctions cognitives [2]. De même, l'exposition aux LEDs des liseuses en fin de journée aurait un effet négatif sur le sommeil et le rythme circadien [3].

Cependant, il n'est pas toujours évident de démontrer les effets de la lumière bleue sur le rythme circadien et plusieurs études contradictoires ont été publiées. En effet, certaines études démontrent une diminution de la production de mélatonine lors de l'exposition à une lumière bleue alors que d'autres ne retrouvent pas de modification [4,5].

### Lumière bleue et atteinte rétinienne

Plusieurs études ont également montré que l'exposition à certaines longueurs d'onde peut induire des lésions rétiniennes. Ce type de lésion est la résultante de trois mécanismes (photo-chimique, photo-thermique et photo-mécanique) [6]. Le mécanisme photo-chimique semble être le plus important. Il se produit lorsque l'œil est exposé à une lumière dont la longueur d'onde est comprise entre 390 et 500 nm. Il existerait deux types de lésions photo-chimiques. La première serait associée avec une exposition courte mais intense à la lumière qui endommagerait l'épithélium pigmentaire. La seconde serait associée à une exposition plus longue et moins intense à la lumière bleue qui endommagerait les segments externes des photorécepteurs (figure 2). Ainsi des études expérimentales suggèrent que la lipofuscine serait le chromophore responsable de ces lésions [7]. Son pic d'absorption est de 450 nm. La lipofuscine s'accumule sous forme de granule dans les lysosomes de l'épithélium pigmentaire. Lorsque la lipofuscine absorbe la lumière bleue, des radicaux libres sont produits et provoquent des lésions oxy-



**Figure 2.** Atteinte rétinienne après 14 jours d'exposition à la lumière bleue. Notez l'importance de l'altération de la couche des photorécepteurs.

datives au sein de la rétine. L'accumulation de lipofuscine dans l'épithélium pigmentaire particulièrement au niveau de la macula, provoque la mort des photorécepteurs. Par ailleurs, la quantité de lipofuscine présente dans l'épithélium pigmentaire augmente avec l'âge. C'est pourquoi plusieurs auteurs suggèrent que la quantité de lumière bleue reçue durant la vie pourrait être un facteur de risque de dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) et donc l'utilisation de lentilles ou d'implants intra-oculaires bloquant cette lumière bleue pourrait être un facteur protecteur contre la DMLA.

Enfin, des études sur des modèles expérimentaux indiquent que l'exposition à une lumière bleue entre 470 et 490 nm serait moins nocive pour la rétine par rapport à une lumière bleue entre 400 et 460 nm.

### Conclusion

La lumière bleue est de plus en plus présente dans notre société et une grande partie de la population mondiale est désormais exposée quotidiennement à des lumières artificielles. Cette lumière joue un rôle sur le rythme circadien mais un excès d'exposition pourrait entraîner des lésions rétiniennes. La question entre implants « blancs » et implants « jaunes » restent donc toujours ouverte. La lumière a un effet cumulatif et beaucoup de caractéristiques différentes (longueur d'onde, intensité, durée d'exposition). Il semble important de considérer le spectre des différentes sources lumineuses afin de minimiser le danger qui peut être lié à l'exposition à la lumière bleue. Il est donc important que le développement de LEDs avec un pic d'émission entre 470 et 490 nm soit préféré à des LEDs dont le pic d'émission est inférieur à 450 nm [8].

### Références bibliographiques

1. Aytürk DG, Castrucci AM, Carr DE *et al.* Lack of Melanopsin Is Associated with Extreme Weight Loss in Mice upon Dietary Challenge. *PLoS One.* 2015;10:e0127031.
2. Vandewalle G, Schmidt C, Albouy G *et al.* Brain responses to violet, blue, and green monochromatic light exposures in humans: prominent role of blue light and the brainstem. *PLoS One.* 2007; -2(11):e1247.
3. Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF *et al.* Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2015;112(4):1232-7.
4. Sletten TL, Revell VL, Middleton B *et al.* Age-related changes in acute and phase-advancing responses to monochromatic light. *J Biol Rhythms.* 2009;24(1):73-84.
5. Najjar RP, Chiquet C, Teikari P *et al.* Aging of non-visual spectral sensitivity to light in humans: compensatory mechanisms? *PLoS One.* 2014;9(1):e85837.
6. Organisciak DT, Vaughan DK. Retinal light damage: mechanisms and protection. *Prog Retin Eye Res.* 2010;29(2):113-34.
7. Sparrow JR, Nakanishi K, Parish CA. The lipofuscin fluorophore A2E mediates blue light-induced damage to retinal pigmented epithelial cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41(7):1981-9.
8. Ferguson I, Melton A, Li N *et al.* Imitating Broadband Diurnal Light Variations Using Solid State Light Sources. *J Light & Vis. Env.* 2008;32:63-8.