

RISQUE RETINIEN EN LUMIERE BLEUE : INFLUENCE DES PARAMETRES OPTIQUES DU MODELE D'OEIL

Sébastien POINT

COOPER SECURITE SAS
Rue Beethoven, 63200, Riom
Sebastienpoint@eaton.com

L'émergence des LEDs blanches à luminophore, dont le spectre est typiquement riche en ondes courtes, pose la question de l'exposition des utilisateurs à la lumière bleue. Il est établi qu'une exposition même brève à des intensités élevées de lumière bleue peut entraîner la formation, au niveau de la rétine, d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) qui, si elles submergent les capacités de protection ou de réparation cellulaire, peuvent créer une pression oxydante suffisante pour léser les cellules sensorielles et l'épithélium pigmentaire rétinien. Les mécanismes de ce type de lésion, appelée lésion de Ham ou lésion de classe II, mis en évidence initialement sur des primates [1], sont bien documentés, notamment en termes de Valeur Limite d'Exposition (VLE), même s'il reste de nombreuses questions sans réponse définitive concernant par exemple les sites initiateurs des ERO.

Des travaux récents (par exemple [2,3,4]) ont néanmoins mis en évidence la possibilité d'initier des lésions importantes sur la rétine du rat à des niveaux d'intensité lumineuse relativement faibles, et certaines inquiétudes sont apparues pour l'Humain concernant la validité de la VLE définie par l'ICNIRP¹ [5] vis-à-vis des expositions longues et répétées à des sources lumineuses artificielles de faible intensité, comme celles des écrans ou de l'éclairage domestique.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à l'impact des paramètres fondant le modèle d'œil utilisé dans la caractérisation du risque rétinien en lumière bleue, afin de comprendre :

- 1- Si les résultats des études menées sur le modèle murin, portant notamment sur le degré d'atteinte rétinienne en fonction du niveau de luminance de la source lumineuse, sont directement transposables du rat à l'Humain et appellent à une révision de la VLE.
- 2- Si les spécificités de l'œil de l'enfant en font une cible plus fragile de la lumière bleue, et, le cas échéant, si les normes sont adaptées ou adaptables à ces spécificités.

En faisant la synthèse de plusieurs de nos publications [6,7,8,9], nous montrerons :

- que des résultats obtenus sur un modèle de rongeur ne peuvent être transposés sans prendre en compte, a minima, des différences anatomiques fondamentales entre le

¹ exprimée en termes d'exposition énergétique, la valeur limite d'exposition énergétique est de 2,2 J/cm² pour une pupille d'œil de 3mm

modèle d'œil humain et le modèle d'œil du rat, différences qui influencent la valeur de l'ouverture géométrique.

- que cette différence d'ouverture géométrique permet d'expliquer pourquoi une faible luminance peut provoquer une exposition énergétique dangereuse sur la rétine du rat et engendrer une exposition énergétique sans danger sur la rétine humaine.
- que la prise en compte, chez l'Humain, des différences anatomiques entre l'œil adulte et l'œil du très jeune enfant (de moins de 3 ans) devrait conduire à introduire une VLE spécifique vis-à-vis du risque rétinien en lumière bleue, indépendamment du type de technologie de source de lumière.
- que la possibilité d'un effet faible dose des LEDs est, selon nous, à explorer, non pas par rapport au risque rétinotoxique, mais par rapport au risque de dérèglement de l'horloge biologique, laquelle est fortement gouvernée par l'exposition des cellules rétiniennes non-visuelles et facilement perturbée par l'exposition à des sources froides de faible intensité (lumière artificielle de nuit, écrans utilisés le soir...).

[1] Ham, W.T., Mueller, H.A., Sliney, D. (1976). Retinal sensitivity to damage from short wavelength light. *Nature*, 260 (5547), 153-155.

[2] Jaadane I et al. 2015. Retinal damage induced by commercial light emitting diodes (LEDs), *Free Radic. Biol. Med.* 84: 373–384.

[3] Jaadane I et al. 2017. Effects of white light-emitting diode (LED) exposure on retinal pigment epithelium in vivo, *J. Cell Mol. Med.*

[4] Krigel A et al. 2016. Light-induced retinal damage using different light sources, protocols and rat strains reveals LED phototoxicity, *Neuroscience* 339: 296–307.

[5] ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Incoherent Visible and Infrared Radiation, *Health Physics*: April 2014 - Volume 106 - Issue 4 - p 530-531

[6] Point, S., & Lambrozo, J. (2017). Some evidences that white LEDs are toxic for human at domestic radiance. *Radioprotection*, 52(4), 297-299.

[7] Point, S. (2018). Blue light hazard: Are exposure limit values protective enough for newborn infants? *Radioprotection*, 53(3), 219-224.

[8] Point, S., & Beroud, M. (2019). Blue light hazard: does rat retina make relevant model for discussing exposure limit values applicable to humans? *Radioprotection*, 54(2), 141-147.

[9] Touitou Y, Point S. Effects and mechanisms of action of light-emitting diodes on the human retina and internal clock. *Environ Res.* 2020 Nov;190:109942.