

Exposition à la lumière bleue

Quels sont les risques ? Quel serait l'intérêt de lunettes à filtres anti-lumière bleue ?

La réponse du Dr Marie-Anne Gautier et de Quentin Morélot, département Études et assistance médicales, et de Jean-Marc Deniel et Annick Barlier-Salsi, département Ingénierie des équipements de travail, INRS



Un médecin du travail s'interroge sur les risques pour la santé de salariés exposés à des sources de lumière bleue.

De nombreuses sources de lumière bleue sont présentes dans l'environnement, que ce soit dans le contexte personnel ou professionnel. Les sources artificielles de ce type sont multiples, de même que leurs utilisations. De façon générale, toute source de lumière blanche émet des rayonnements sur l'ensemble des longueurs d'onde visibles par l'œil, et donc contient de la lumière bleue. En revanche, certaines sources de lumière blanche ont un spectre déséquilibré en faveur du bleu, ce qui correspond à l'émission d'une proportion plus importante de rayonnements à des longueurs d'ondes courtes (de 350 à 500 nanomètres environ). On parle alors de lumière « enrichie en bleu ».

Parmi les sources de rayonnements optiques artificiels, de par leurs caractéristiques, les LEDs (*light emitting diodes*) émettent une lumière enrichie en bleu. Ces dernières sont de plus en plus répandues car elles allient compacité, rendement lumineux, flux lumineux instantanément disponible et durée de vie indépendante de la fréquence d'allumage/extinction. Les LEDs se rencontrent dans l'éclairage domestique, professionnel, urbain ou plus spécifique comme par exemple dans la scénographie, dans certains types d'écrans d'ordinateurs, de téléviseurs, tablettes et téléphones, certains phares automobiles, dans les éclairages « scialytiques » des blocs opératoires, les projecteurs, les lampes de luminothérapie...

Le principe de fonctionnement des LEDs repose sur l'utilisation d'un semi-conducteur émettant des photons [1]. Le rayonnement émis est quasi-monochromatique, la longueur d'onde dépendant du semi-conducteur

utilisé. Il n'existe pas de semi-conducteur permettant à lui seul d'émettre de la lumière blanche. Celle-ci est obtenue de façon indirecte soit par combinaison de plusieurs semi-conducteurs, soit par transformation d'une partie de la lumière émise par un ou plusieurs luminophores (qui absorbent une partie du bleu et/ou en laissent passer pour faire une lumière de couleur différente).

De façon générale, trois méthodes sont actuellement utilisées pour réaliser une LED émettant une lumière blanche :

- combinaison d'une diode à un ou plusieurs luminophores, émettant de façon générale une lumière blanche bien uniforme, sans émission de lumière bleue ;
- combinaison de 3 diodes émettant des longueurs d'ondes visibles, pour donner une lumière blanche souvent enrichie en bleu ;
- combinaison d'une diode émettant une longueur d'onde bleue, combinée à un luminophore jaune émettant une longueur d'onde complémentaire, et donnant une lumière blanche de spectre « enrichi en bleu ». Il s'agit de la méthode la mieux maîtrisée, la plus rentable économiquement et la plus utilisée à l'heure actuelle.

Chez l'homme, la lumière bleue a des effets physiologiques et des risques associés spécifiques, qui sont principalement une atteinte de la rétine d'une part et une perturbation de l'horloge biologique d'autre part. L'atteinte rétinienne est due à son effet photochimique qui entraîne, à des niveaux de luminance élevés, selon plusieurs mécanismes, un stress oxydatif des cellules visuelles. Cet effet aigu a été décrit sur des modèles animaux et est pris en compte dans l'élaboration des valeurs limites d'exposition fixées par la réglementation [2]. En revanche, les conséquences d'une exposition chronique à la lumière bleue à des doses plus faibles

sont moins bien connues et font encore l'objet d'études [3]. L'exposition à la lumière bleue pourrait être un des facteurs à l'origine de pathologie rétinienne telle que la dégénérescence maculaire liée à l'âge. Ceci concernerait plus particulièrement les jeunes car leur exposition cumulée au cours du temps sera plus importante et leur cristallin transparent ne filtre pas la lumière bleue (en vieillissant le cristallin s'opacifie et prend une coloration progressivement jaune, faisant office de filtre physiologique) [1, 4 à 6].

En pratique, la norme NF EN 62471 [7], établie pour assurer la sécurité des personnes exposées aux rayonnements optiques artificiels émis par les lampes (« Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes »), définit 4 groupes de risques :

- le groupe de risque 0 (exempt de risque) : le produit ne présente aucun risque photobiologique ;
- le groupe de risque 1 (risque faible) : le produit ne présente pas un risque lié aux limites d'exposition en condition d'utilisation normale ;
- le groupe de risque 2 (risque modéré) : le produit ne présente pas un risque, par aversion pour les sources à lumière très brillante ou en raison de l'inconfort thermique ;
- le groupe de risque 3 (risque élevé) : le produit peut présenter un risque même pour une exposition momentanée ou courte.

À noter que les sources de lumière blanche artificielle n'atteignent pas le groupe 3 pour le risque lumière bleue. Ce groupe concerne généralement des lampes présentant des risques dans des domaines autres que la lumière bleue (ultraviolet, infrarouge...) [8].

Ainsi, pour les dispositifs d'éclairage général des locaux appartenant aux groupes de risque 0 et 1, il n'y a pas, *a priori*, de risque pour les yeux en conditions d'utilisation normale, c'est-à-dire : pas de vision directe des lampes ou des LEDs, notamment par l'utilisation de luminaires équipés de diffuseurs ou de grilles de défilement. D'autre part, les LEDs présentes en rétro-éclairage, dans les écrans d'ordinateur, de tablette ou de téléphone, ont des niveaux d'émission très faibles. Et dans ces conditions, au vu des données scientifiques existantes actuelles, elles ne représentent pas de risque pour la rétine.

En revanche, des risques visuels semblent présents lors de l'utilisation de LEDs de groupe de risque supérieur à 1, dans certaines conditions d'utilisation, notamment en cas de vision directe. Cela peut être le cas, pour des opérateurs, lors de la fabrication des lampes à LEDs, de leur contrôle qualité ou des opérations de

maintenance. De même, par exemple, dans le milieu du spectacle où une exposition peut également se rencontrer lors des opérations de mise en place et de réglage des spots par les éclairagistes.

De façon générale, en cas d'utilisation de LEDs de groupe supérieur à 1, et en cas d'impossibilité de substitution par des LEDs de groupe de risque plus faible, il est souhaitable de prendre des mesures de prévention et de disposer de moyens de protection pour les yeux. La protection collective est à privilégier, en anticipant une conception qui tienne compte de cette exposition au niveau du poste de travail. Cela peut consister en la mise en place d'écrans filtrants devant les rampes de LEDs lors d'un contrôle qualité, par exemple. L'équipement individuel avec des lunettes filtrantes [9] peut aussi être utile, selon l'exposition professionnelle spécifique. La brochure ED 6113 de l'INRS « Sensibilisation à l'exposition aux rayonnements optiques artificiels (ROA) sur les lieux de travail » [4] permet de caractériser le type de risque en fonction de l'exposition en milieu professionnel.

Les perturbations chronobiologiques représentent un autre effet lié à l'exposition à la lumière bleue. De nombreuses fonctions biologiques sont régulées par l'horloge biologique, telle que l'appétit, la vigilance ou la température corporelle. Cette horloge interne est resynchronisée en permanence sur un cycle de 24 heures, le plus puissant synchroniseur étant la lumière. Celle-ci agit par l'intermédiaire de cellules photoréceptrices particulières de la rétine, les cellules ganglionnaires à mélanopsine [10]. Ces dernières sont impliquées dans des fonctions non visuelles, notamment la régulation des rythmes biologiques et la vigilance. Elles ont une sensibilité maximale pour des plages de longueurs d'ondes appartenant à la lumière bleue (460-480 nm). La lumière blanche enrichie en bleu émise par les LEDs a donc un très fort effet régulateur sur l'horloge biologique. Dans l'état des connaissances actuelles, il est estimé que l'horloge biologique est particulièrement sensible à des niveaux lumineux faibles (entre 30 et 100 lux) tels ceux émis par un écran d'ordinateur ou une tablette, et qu'une exposition pendant 2-3 heures inhibe partiellement la sécrétion de mélatonine [11].

Cet effet et les risques associés dépendent de l'heure à laquelle la lumière est perçue. L'exposition aux sources de lumière enrichies en bleu en fin de journée peut entraîner un effet perturbateur sur l'horloge biologique, en la retardant. Par exemple, l'utilisation en soirée d'une source de niveau relativement faible, comme un écran d'ordinateur à rétroéclairage LED (lumière

enrichie en bleu), peut entraîner une inhibition de la sécrétion vespérale de mélatonine et donc retarder l'endormissement. En revanche, une exposition en début de journée à ce type de lumière ne posera pas de problème et pourra même être bénéfique en facilitant l'éveil [12, 13]. C'est le principe de la luminothérapie : une exposition à la lumière, lorsqu'elle est matinale, produit un effet synchronisateur sur le cycle circadien, avec amélioration de la qualité du sommeil, de la vigilance et de la cognition [14, 15]. Des études expérimentales réalisées en milieu similaire à un milieu de travail en local borgne, donc sans lumière naturelle, ont retrouvé cet effet bénéfique d'une exposition matinale à une lumière enrichie en bleue [14, 15].

Dans ce contexte, les mesures de prévention des effets perturbateurs vont dépendre du type de LEDs, de ses conditions d'utilisation, notamment de son horaire d'utilisation. La prévention va reposer sur une « hygiène lumineuse », avec une limitation du temps passé, le soir, devant toute source de lumière enrichie en bleu dont les écrans : micro-ordinateur, tablette ou smartphone...

Actuellement, il n'existe pas de consensus concernant l'utilisation de filtres ou de lunettes jaunes filtrant la lumière bleue au poste de travail. Quelques études sur le sujet ont trouvé une efficacité de ce type de filtre qui pourrait prévenir l'inhibition de la sécrétion de mélatonine [16, 17] lors de l'utilisation d'écran d'ordinateur ou de tablette le soir. Cependant, toutes ces études concernaient une utilisation avant le coucher, vraisemblablement après 18h. Une utilisation de ce type de verre dans la journée n'a pas d'intérêt et pourrait même être nocive en cas d'utilisation matinale, car susceptible d'inhiber l'effet synchronisateur de la lumière bleue sur le cycle circadien et d'altérer la qualité de l'éveil et de la vigilance.

Concernant les écrans d'ordinateur, de téléphone et de tablette, il existe des solutions logicielles qui permettraient de réduire la part de lumière bleue émise. À ce jour, ils n'ont pas fait la preuve de leur efficacité et ne sont donc pas recommandés en tant que moyen de prévention de ces effets chronobiologiques.

POUR EN SAVOIR +

- Rayonnements optiques. INRS, 2015 (www.inrs.fr/risques/rayonnements-optiques/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- Protection collective. INRS, 2014 (www.inrs.fr/demarche/protection-collective/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- Protection individuelle. INRS, 2014 (www.inrs.fr/demarche/protection-individuelle/ce-qu-il-faut-retenir.html).

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | LED. Diodes électroluminescentes. Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes. ANSES, 2016 (www.anses.fr/fr/content/led-diodes-%C3%Aglectroluminescentes).
- 2 | Décret n° 2010-750 du 2 juillet 2010 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels. *J Off Répub Fr*. 2010 ; 4 juillet 2010 : 12149-69.
- 3 | JAADANE I, BOULENGUEZ P, CHAHORY S, CARRÉ S ET AL. - Retinal damage induced by commercial light emitting diodes (LEDs). *Free Radic Biol Med*. 2015 ; 84 : 373-84.
- 4 | SALSIS S, BARLIER-SALSIS A, LEPAGE E, BECKER A ET AL. - Sensibilisation à l'exposition aux rayonnements optiques artificiels (ROA) sur les lieux de travail (hormis les lasers et appareils à laser). Édition INRS ED 6113. Paris : INRS ; 2011 : 12 p.
- 5 | BEHAR COHEN F - Risques oculaires des LEDs. Réalités ophtalmologiques, 2013 (<http://realites-ophtalmologiques.com/risques-oculaires-des-led/>).
- 6 | DUPAS B, DUPAS D - Toxicité de la lumière bleue sur l'œil. *Concours Méd*. 2013 ; 135 (9) : 725-26.
- 7 | Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes. Norme française homologuée NF EN 62471. Décembre 2008. Indice de classement C43-890. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2008 : 46 p.
- 8 | MARTINSONS C, ZISSIS G - Solid state lighting annex: Potentiel health issues of SSL - Final report. Energy Efficient End-Use Equipment (4E). International Energy Agency (IEA), 2014 (http://ssl.iea-4e.org/files/otherfiles/0000/0072/IEA_4E_SSL_Annex_Health_Aspects_Study_final.pdf).
- 9 | MARCHAL P - Équipements de protection contre les risques dus aux LED d'éclairage. Actes du colloque « Rayonnements optiques et électromagnétiques au travail », 20-22 octobre 2015, Paris. *Hyg Sécur Trav*. 2016 (à paraître).
- 10 | GRONFIER C - Horloge circadienne et fonctions non visuelles : rôle de la lumière chez l'homme. *Biol Aujourd'hui*. 2014 ; 208 (4) : 261-67.
- 11 | CHELLAPPA SL, STEINER R, BLATTNER P, OELHAFEN P ET AL. - Non-visual effects of light on melatonin, alertness and cognitive performance : can blue-enriched light keep us alert ? *PLoS One*. 2011 ; 6 (1) : e16429.
- 12 | CHANG AM, AESCHBACH D, DUFFY JF, CZEISLER CA - Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2015 ; 112 (4) : 1232-37.
- 13 | PHIPPS-NELSON J, REDMAN JR, DIJK DJ, RAJARATNAM SM - Daytime exposure to bright light, as compared to dim light, decreases sleepiness and improves psychomotor vigilance performance. *Sleep*. 2003 ; 26 (6) : 695-700.
- 14 | VIOLA AU, JAMES LM, SCHLANGEN LJ, DIJK DJ - Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. *Scand J Work Environ Health*. 2008 ; 34 (4) : 297-306.
- 15 | HAWES BK, BRUNYÉ TT, MAHONEY CR, SULLIVAN JM ET AL. - Effects of four workplace lighting technologies on perception, cognition and affective state. *Int J Ind Ergon*. 2012 ; 42(1) : 122-28.
- 16 | BURKHART K, PHELPS JR - Amber lenses to block blue light and improve sleep: a randomized trial. *Chronobiol Int*. 2009 ; 26 (8) : 1602-12.
- 17 | SASSEVILLE A, PAQUET N, SÉVIGNY J, HÉBERT M - Blue blocker glasses impede the capacity of bright light to suppress melatonin production. *J Pineal Res*. 2006 ; 41 (1) : 73-78.