

## A propos de la préservation du réflexe pupillaire à la lumière dans les AOD

---

### Notions générales

Si nous voyons c'est parce que notre rétine comporte deux types récepteurs à la lumière (photorécepteurs) : les cônes et les bâtonnets. Connus depuis plus de 150 ans, ils ont longtemps été considérés comme les seuls photorécepteurs des vertébrés. Il y a environ 5 millions de cônes qui permettent la vision sous une bonne luminosité (le jour) et la perception des couleurs ; Nous avons environ 120 millions de bâtonnets qui permettent de voir sous une faible luminosité (la nuit) mais en noir et blanc. Les cônes sont regroupés au centre de la rétine (fovéa), les bâtonnets à la périphérie. Les photorécepteurs transforment la lumière en signal nerveux « lisible » par le cerveau. En fait c'est notre cerveau qui voit.

### La mélanopsine

Il y a 16 ans, Ignacio Provencio<sup>1</sup> (Université de Virginie) découvre une nouvelle molécule sensible à la lumière (photopigment) : la mélanopsine. Elle est localisée dans environ 2000 cellules ganglionnaires de la couche interne de la rétine. Ces cellules ganglionnaires photosensibles possèdent de grands champs récepteurs constitués de longs filaments qui couvrent une large zone. Elles ne contribuent pas à la perception de la forme, de l'orientation et du mouvement mais sont sensibles à la lumière en générale. Il s'agit là clairement d'un système photosensible parallèle au système visuel et dédié à la détection de l'intensité lumineuse plutôt qu'à la formation d'images. Il régule des fonctions non visuelles comme par exemple la synchronisation des rythmes biologiques par la lumière, le cycle veille-sommeil, la vigilance et la constriction pupillaire, qui sont des fonctions distinctes de la perception visuelle des images.

### La recherche

Depuis sa découverte la mélanopsine a fait l'objet de nombreuses recherches sur les animaux et sur les humains. Les cellules contenant la mélanopsine sont impliquées dans les effets non-visuels de la lumière : la régulation de l'éveil, le sommeil, la cognition, les émotions.

---

<sup>1</sup> [Provencio I, Rodriguez IR, Jiang G, Hayes WP, Moreira EF, Rollag MD, A novel human opsin in the inner retina, J Neurosci. 2000 Jan 15;20\(2\):600-5.](#)

Article original, Editeur KJER France : rédigé : 16/02/2016 ; publié : 17/02/2016

### **Sensibilité à la lumière bleue**

La mélanopsine a la particularité d'être plus sensible à la lumière bleue, moins sensible au vert et encore moins au rouge. Mais le rouge est plus efficace pour la régénérer. Les cônes et les bâtonnets sont plus sensibles au vert.

En 2010, des travaux ont montré que la couleur de la lumière ambiante influence la manière dont le cerveau traite les stimulations émotionnelles. La couleur bleue, celle à laquelle les cellules ganglionnaires à la mélanopsine sont les plus sensibles, augmente les réponses à ces stimuli. Il semble probable que la lumière bleue soit plus efficace pour traiter les troubles affectifs saisonniers (TAS) par luminothérapie (dépression automnale, blues de l'hiver)<sup>2</sup>.

En 2013, une expérience effectuée sur trois personnes aveugles mais disposant encore des cellules ganglionnaires à mélanopsine a montré que les performances dans une tâche de mémoire de travail auditive étaient améliorées si elles étaient effectuées sous une lumière bleue<sup>3</sup>.

En 2014<sup>4</sup>, des chercheurs ont montré que l'exposition préalable à une lumière rouge augmente les performances à une tâche de mémoire de travail effectuée sous une lumière bleue.

### **La bistabilité**

Ces trois molécules absorbent un photon de lumière qu'elles transforment en une réponse physiologique (phototransduction) mais qui, en même temps, désensibilise le photopigment qui ne peut plus jouer son rôle. Pour les cônes et les bâtonnets, la régénération est réalisée dans les cellules de l'épithélium pigmentaire situé au fond de l'œil. Quand cet épithélium est dégradé, comme par exemple dans les rétinites pigmentaires, cette régénération est impossible et conduit à une cécité irréversible.

---

<sup>2</sup> [Vandewalle G, Schwartz S, Grandjean D, Vuilleumier C, Balteau E, Degueldre C, Schabus M, Phillips C, Luxen A, Dijk DJ, Maquet P \(2010\), Spectral quality of light modulates emotional brain responses in humans, Proceedings of the National Academy of Science of the USA 107\(45\):19549-54](#)

<sup>3</sup> [Vandewalle G, Collignon O, Hull JT, Daneault V, Albouy G, Lepore F, Doyon J, Czeisler C, Dumont M, Lockley S, Carrier J \(2013\), Blue Light Stimulates Cognitive Brain Activity in Visually Blind Individuals, Journal of Cognitive Neuroscience 25\(12\):2072-85](#)

<sup>4</sup> [Sarah L. Chellappa, Julien Q.M., Christelle Meyer, Évelyne Balteau, Christian Degueldre, André Luxen, Christophe Phillips, Howard M. Cooper, Gilles Vandewalle \(2014\), Photic memory for executive brain responses, Proceedings of the National Academy of Science in the USA \(PNAS\)](#)

Article original, Editeur KJER France : rédigé : 16/02/2016 ; publié : 17/02/2016

Contrairement aux photopigments des cônes et des bâtonnets, la mélanopsine est capable de s'autorégénérer. Donc, une illumination constante décharge le chromophore des cônes et des bâtonnets, alors que grâce à sa bistabilité, la mélanopsine la lumière pour se régénérer en continu. Cette réversibilité, appelée la « bistabilité », permet à la mélanopsine de basculer entre les deux états de phototransduction et photorégénération. La bistabilité est typique des invertébrés.

La restauration partielle de la vision pourrait être envisagée chez les aveugles en exploitant la capacité bistable de la mélanopsine qui fonctionne en l'absence de l'épithélium pigmentaire. Chez la souris aveugle, l'introduction de mélanopsine redonne une sensibilité à la lumière aux cellules ganglionnaires restantes dans la rétine et permet à la souris de détecter la présence d'une lumière<sup>5</sup>. D'où l'idée d'introduire la mélanopsine dans les cellules ganglionnaires de la rétine chez les patients atteints de rétinite pigmentaire.

---

---

<sup>5</sup> [Lin B, Koizumi A, Tanaka , Panda S, Masland RH, Restoration of visual function in retinal degeneration mice by ectopic expression of melanopsin, Proc Natl Acad Sci U S A. \(2008\), 105\(41\):16009-16014](#)