



Université
de Toulouse



Inserm

Institut national
de la santé et de la recherche médicale



Institut des Handicaps
Neurologiques - Psychiatriques - Sensoriels
CHU DE TOULOUSE



Lumière bleue & LED

Physiologie et pathologie

Soler V

Centre de la rétine, Hôpital Pierre Paul
Riquet



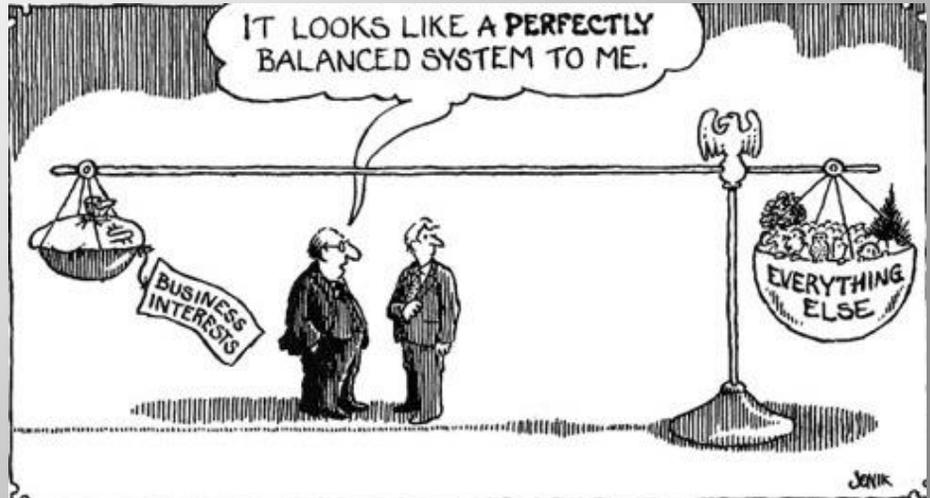

Hôpitaux de Toulouse

CHU Toulouse, France

Toulouse
Novembre 2017

Conflits d'intérêts

- Alcon
- Allergan
- B & L
- Bayer
- Cristallens
- Densmore
- Novartis
- Thea



Pourquoi soulever la question de la lumière bleue ?

- Environnement lumineux artificiel
 - = 20% de la consommation énergétique mondiale

Krigel A et al. Neuroscience (2016)

- 2005 : Directives européennes (2005/32/CE)
 - Recherche d'économie d'énergie ++
 - Préférer un environnement lumineux par LEDs (Light Emitting Diodes)
 - Environnement enrichi en lumière bleue
 - Lumière bleue potentiellement dangereuse

Algvere PV, et al. (2006) Acta Ophthalmol Scand 577 84:4–15

Pourquoi soulever la question de la lumière bleue ?

- La réglementation européenne
 - Définit les doses d'exposition aiguë
 - Ne définit pas les doses d'exposition chronique ou répétée
- 2020 => 70% de lumière type LED
 - 30% de lumière bleue
 - Vs 5% dans les lumières à incandescence



*Photoréception et
phototoxicité :
un équilibre*

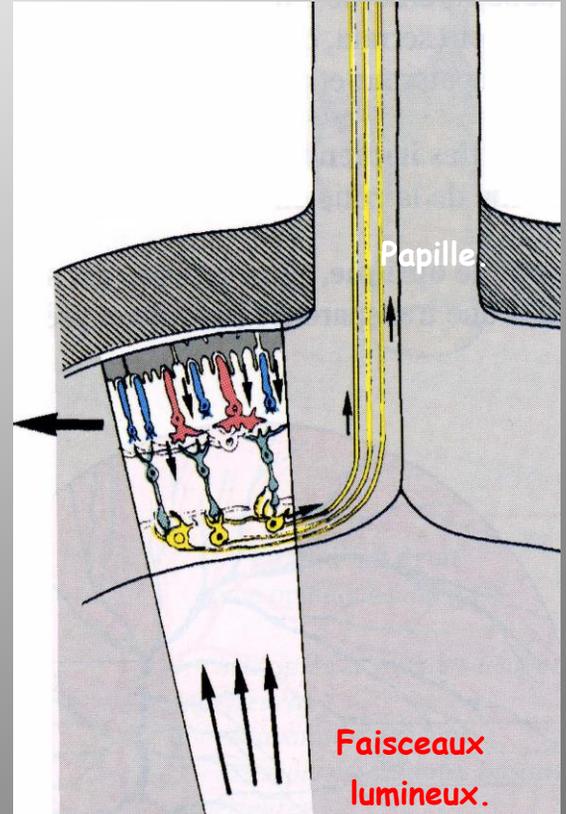
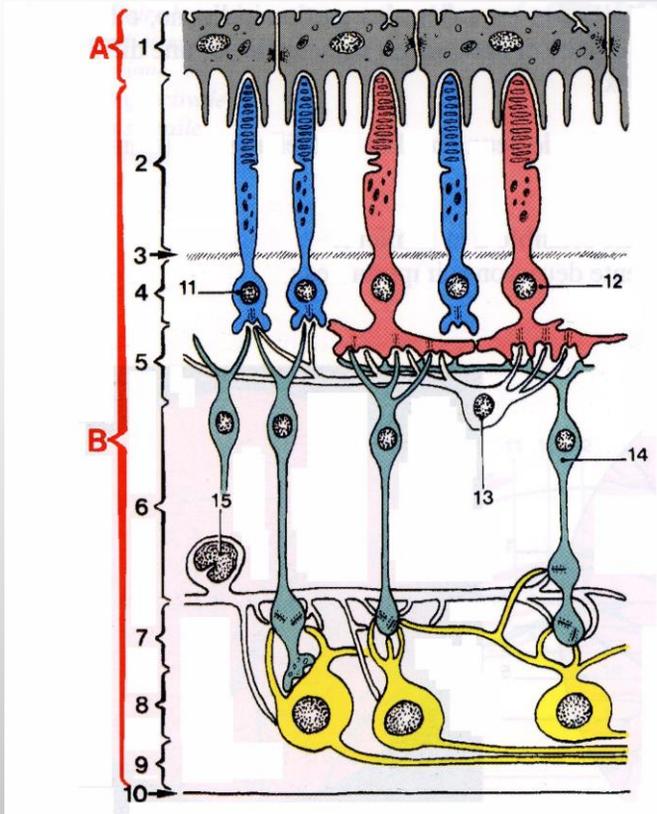


La rétine : organe photosensible

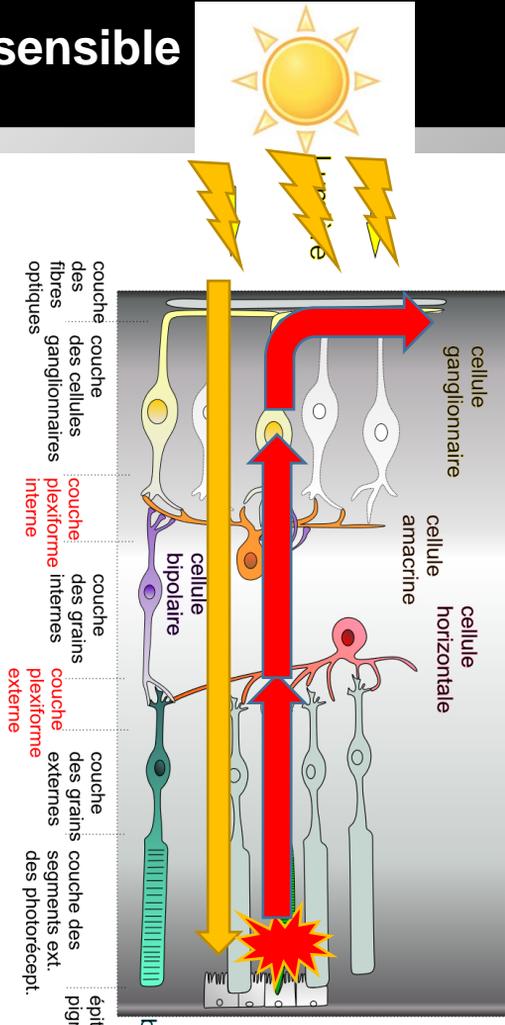
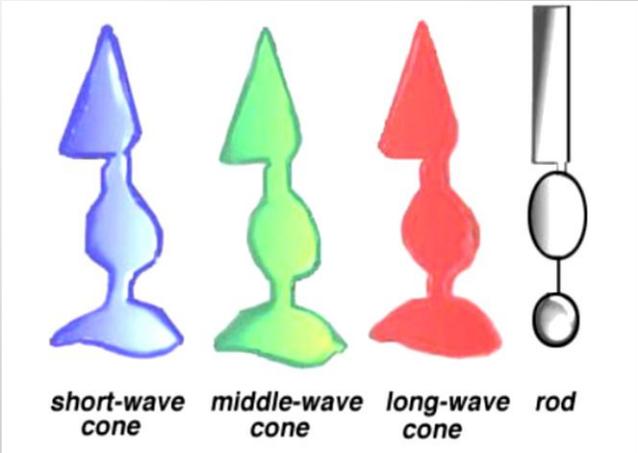
- Macula : 5 à 6 mm \emptyset
- Fovéa : elliptique (2/1mm)
- Fovéola : 200 à 300 μ m \emptyset



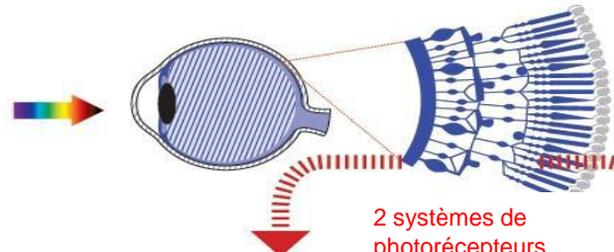
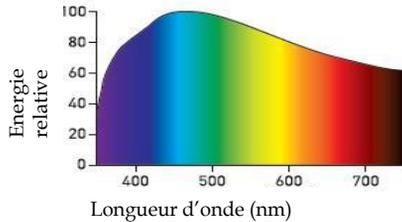
Anatomie normale de la rétine



La rétine : organe photosensible



Perception de la lumière : consciente vs inconsciente



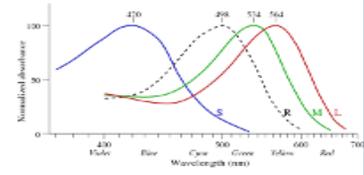
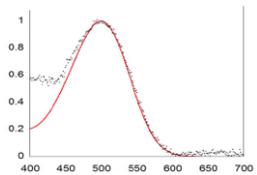
2 systèmes de photorécepteurs

ipRGC
(3^{ème} photorécepteur découvert en 2002)

Cônes et bâtonnets

NON-VISUAL
FONCTIONS
NON VISUELLES

FONCTIONS
VISUELLES



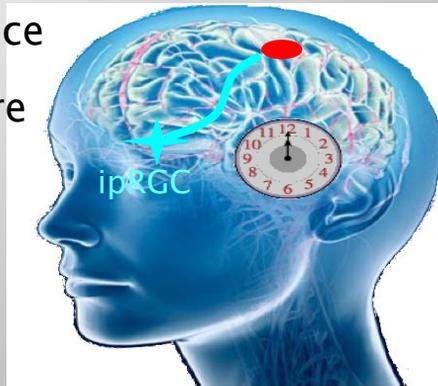
Les fonctions non visuelles

Les fonctions non visuelles sont régulées par un troisième photorécepteur, **les cellules rétiniennes ganglionnaires intrinsèquement photosensibles**, ipRGC (*intrinsically photosensitive retinal ganglion cells*)

Activité locomotrice

Réflexe pupillaire

Sommeil



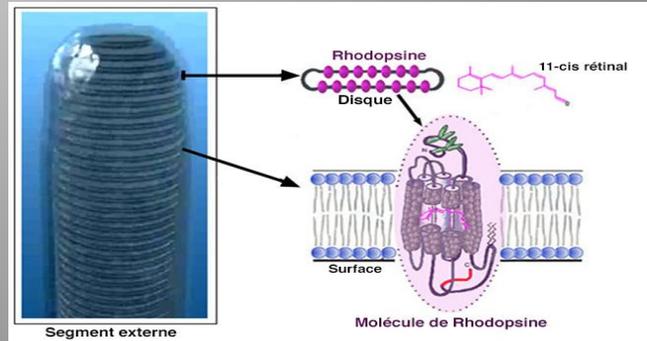
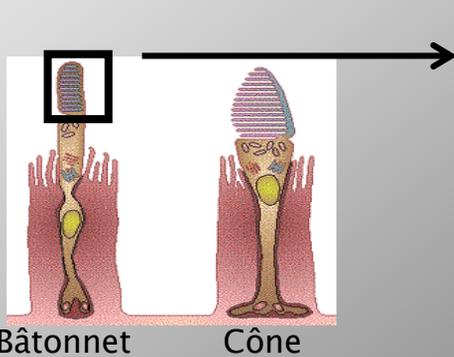
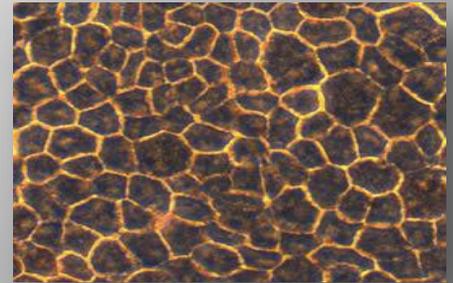
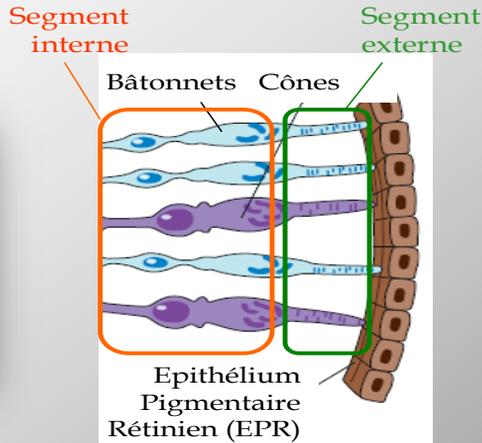
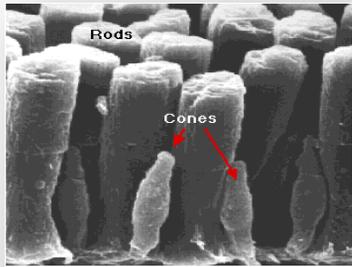
Température corporelle

Humeur

Cognition

La lumière bleu-turquoise est bénéfique, elle est le principal synchroniseur de notre horloge biologique

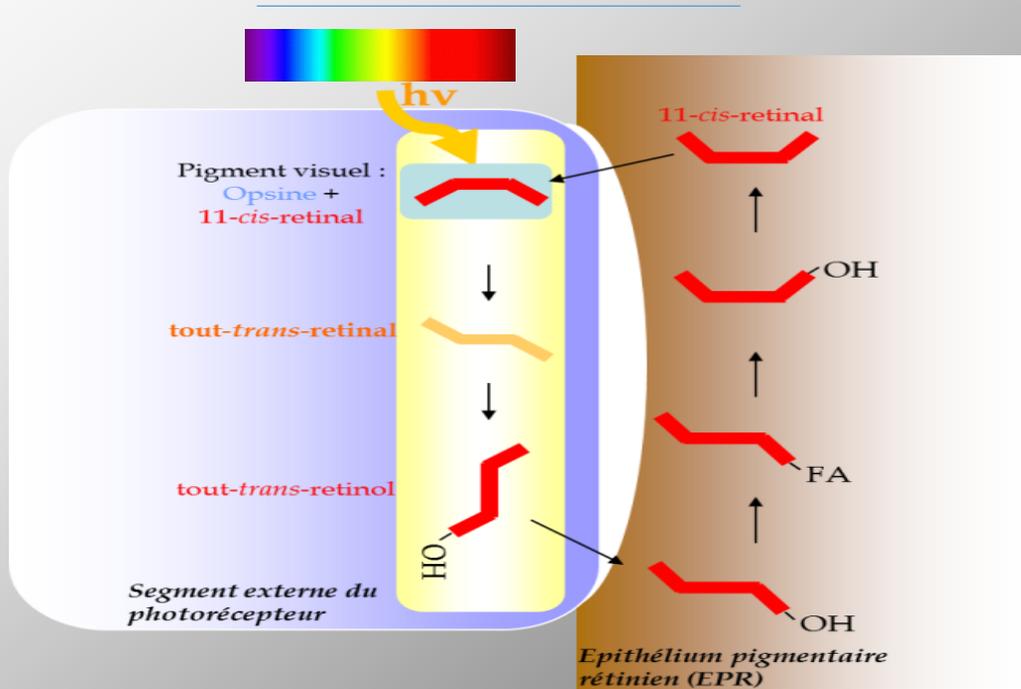
Articles externes de la rétine



Le cycle visuel

Les fonctions visuelles :

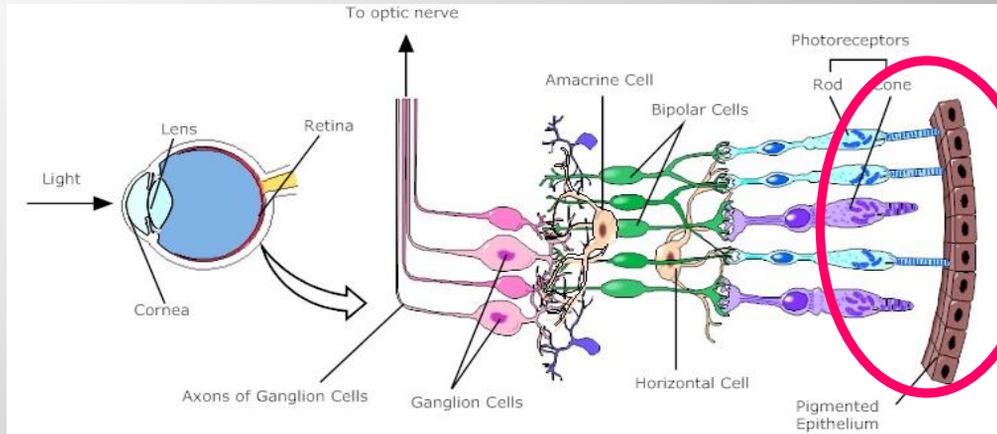
La lumière visible est l'élément inducteur du cycle visuel



Les fonctions de l'épithélium pigmentaire

Les fonctions visuelles :

l'Épithélium Pigmentaire Rétinien (EPR), un tissu clé!!!



Les cellules de l'EPR assurent :

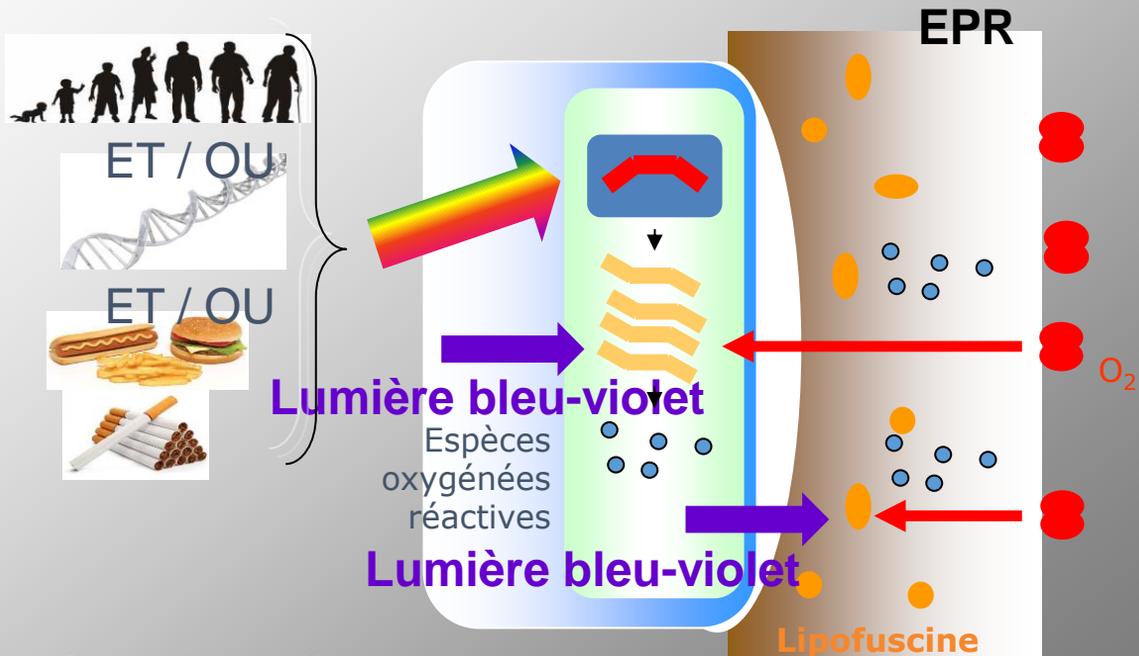
- La **phagocytose** des extrémités des photorécepteurs
- Le **renouvellement** du pigment visuel
- La **survie** des photorécepteurs

L'EPR fonctionne en cycle fermé (Feeney-Burns, Hilderbrand, and Eldridge 1984).

L'EPR est le premier tissu à dégénérer dans la DMLA.

Nocivité de la lumière bleue

Rationnel scientifique sur la nocivité de la lumière bleu-violet



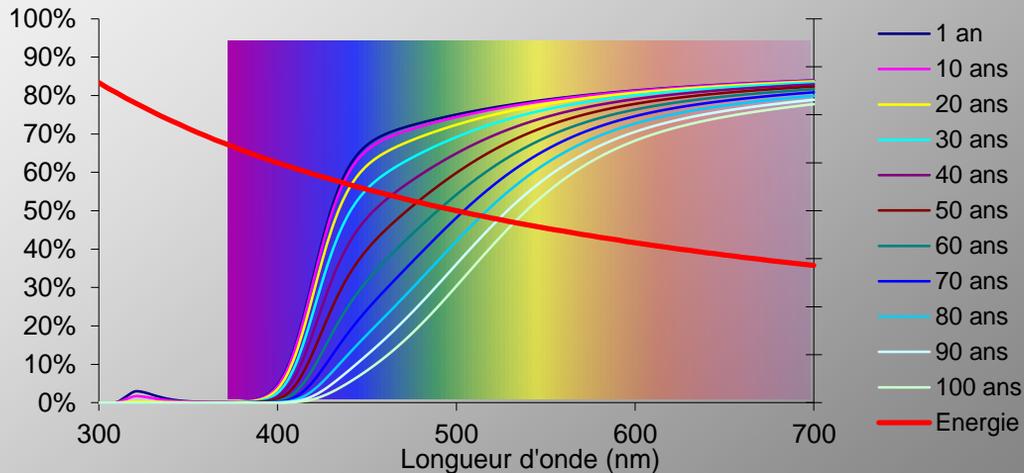
(adapted from Rozanowska et al., PP, 2005)

Nocivité de la lumière bleue

Energie et longueur d'onde

Rationnel scientifique sur la nocivité de la lumière bleu-violet

La lumière bleue est la plus énergétique qui atteint la rétine.

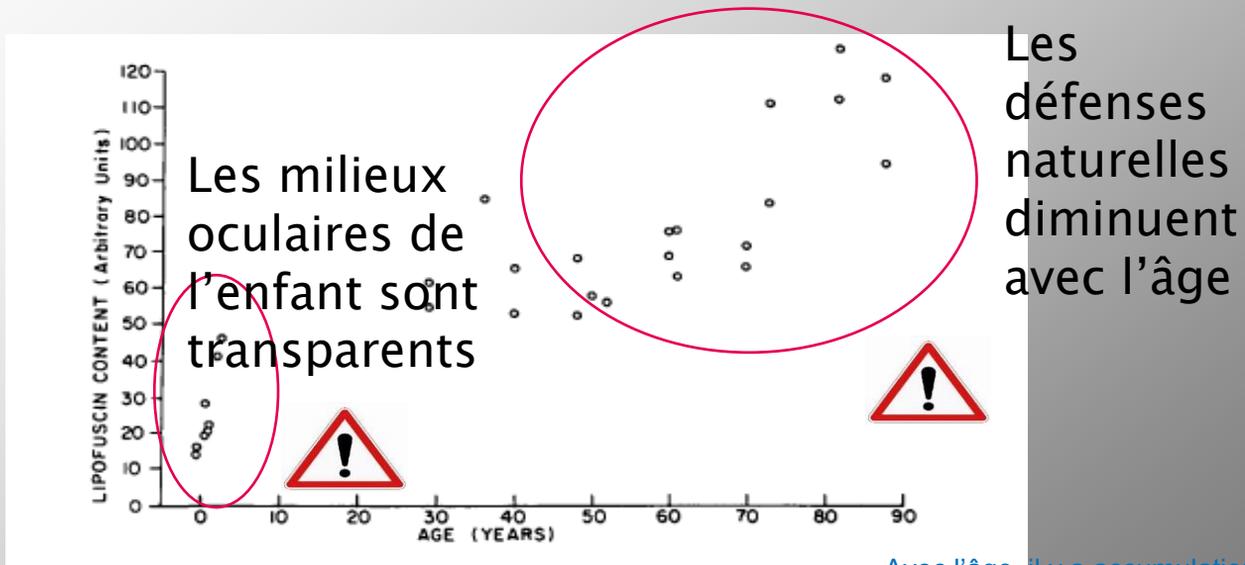


CIE 203:2012 data

Transmission de la lumière à travers les milieux clairs de l'œil humain non opéré de cataracte

Evolution de la fonction visuelle avec l'âge

Rationnel scientifique sur la nocivité de la lumière bleu-violet



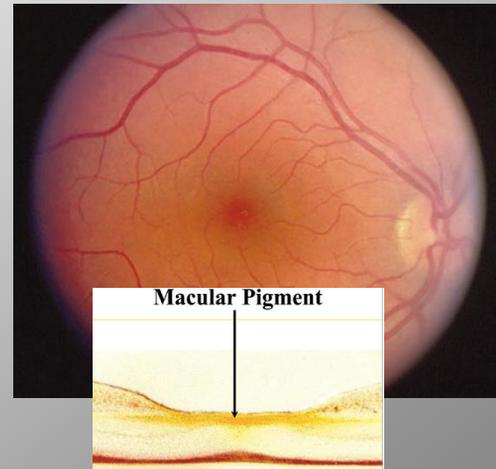
(Delori et al., IOVS, 2012)
(Wing et al., IOVS; 1978)

Avec l'âge, il y a accumulation de lipofuscine et d'A2E dans l'EPR.

Lipofuscine / A2E = pigment de l'âge, sensible à la lumière bleue.

Les filtres naturels : pigments xanthophylle & cristallin

- Le pigment xanthophylle :
couches internes de la rétine mais réduction de la concentration avec l'âge (DMLA+++)

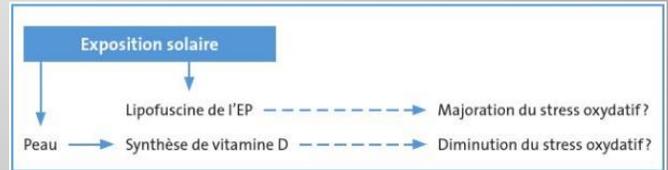


- La pigmentation cristallinienne ?:
Jaunissement du cristallin mais ...PKE



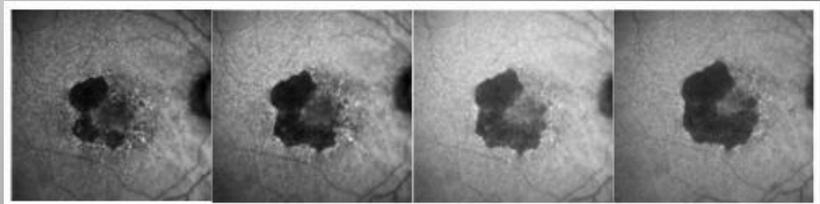
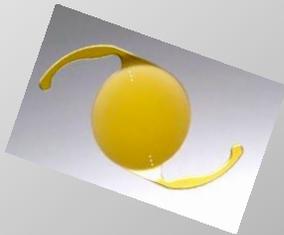
DMLA & chirurgie de cataracte : le filtre bleu

- **Augmentation du risque de DMLA** chez les patients à risque (MLA)
- Rôle du filtre cristallinien/ICP ?



Réduction des lésions par l'emploi d'ICP avec filtre bleu: 2 études

- Etude de Nagai : moins d'anomalie AF dans groupe avec ICP jaunes
- Etude de Pipis : moins d'évolution des lésions atrophiques



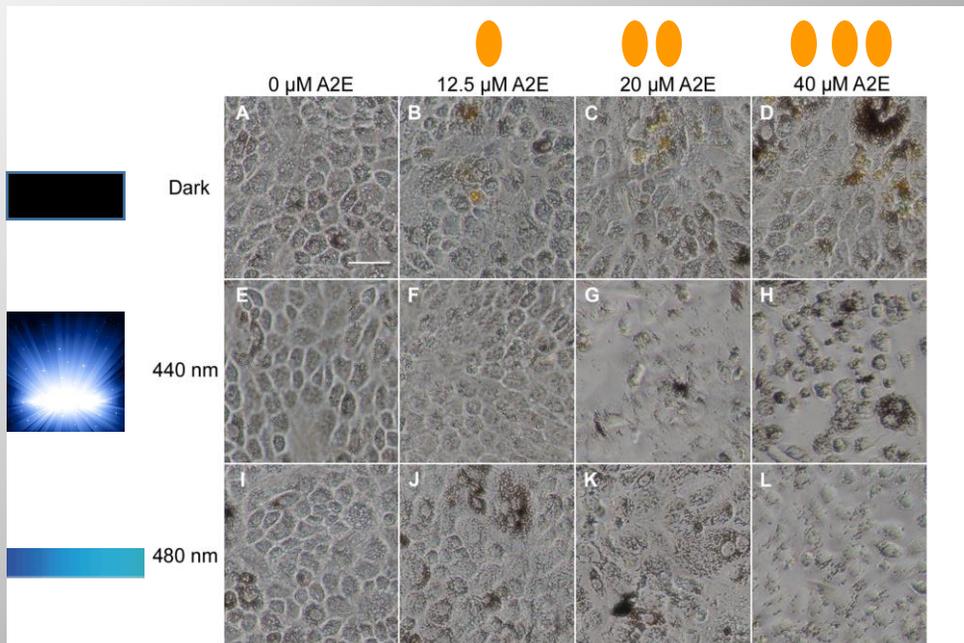
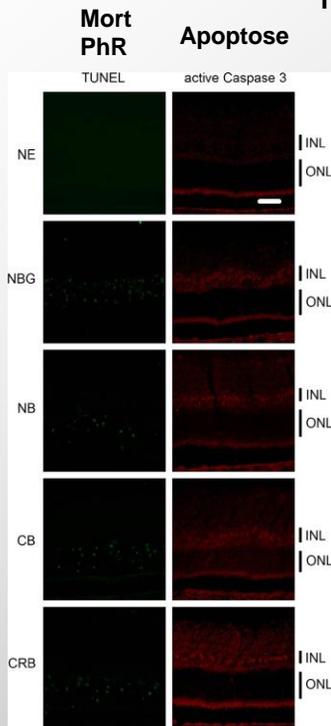
Downes SM. Ultraviolet or blue-filtering intraocular lenses: what is the evidence? Eye (Lond). 2016 Feb

Nagai H et al. Prevention of increased abnormal fundus autofluorescence with blue light-filtering intraocular lenses. J Cataract Refract Surg. 2015

Pipis A et al.. Effect of the blue filter intraocular lens on the progression of geographic atrophy. Eur J Ophthalmol 2015

Toxicité de la lumière bleue : LED

Rationnel scientifique sur la nocivité de la lumière bleu-violet



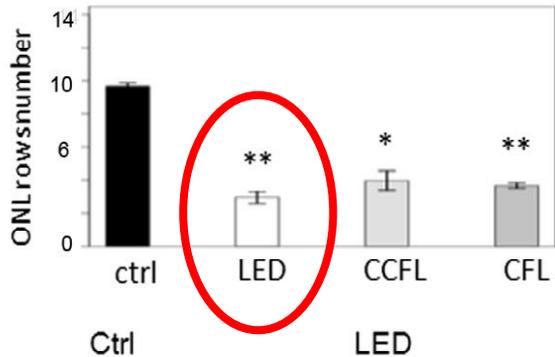
Cellules de l'EP en culture

Jaadane I. Retinal damage induced by commercial light emitting diodes (LEDs). *Free Radic Biol Med*. 2015 Jul;84:373-84.

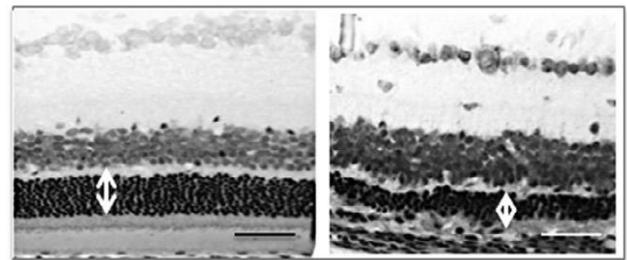
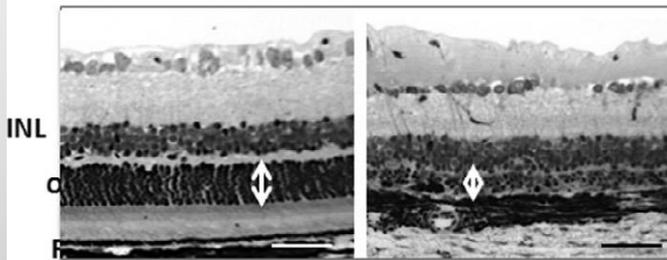
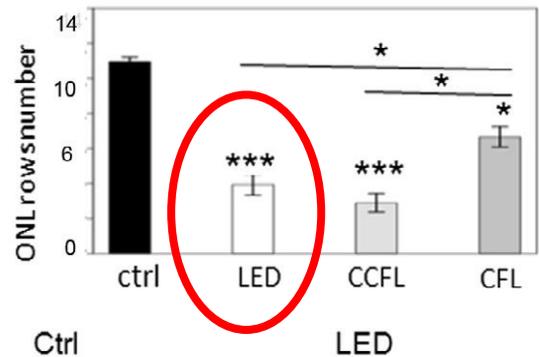
Arnault E et al. Phototoxic action spectrum on a retinal pigment epithelium model of age-related macular degeneration exposed to sunlight normalized conditions. *PLoS One*. 2013 Aug

Dommages rétiens lors d'une exposition importante à différentes sources lumineuses (pupilles dilatées)

A Rats albinos



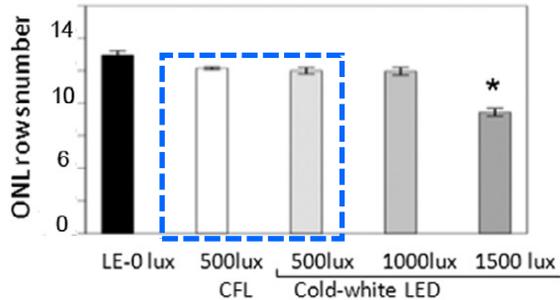
B Rats pigmentés



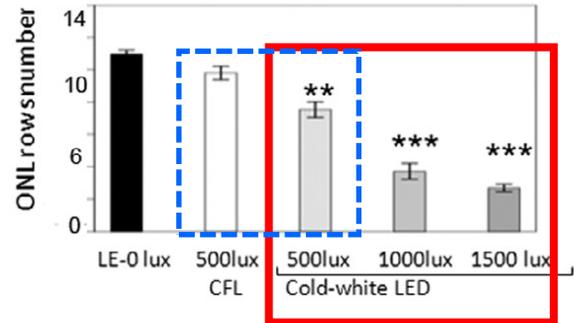
Dommages rétiniens dépendent de la dose de lumière

Rats albinos

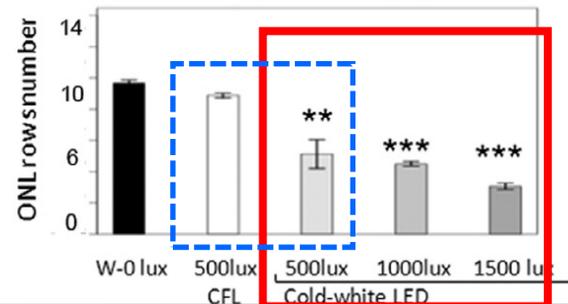
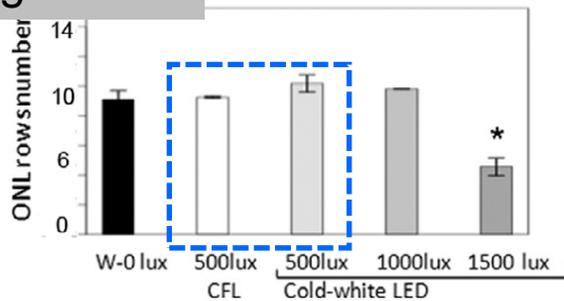
Inferior retina



Superior retina



Rats pigmentés



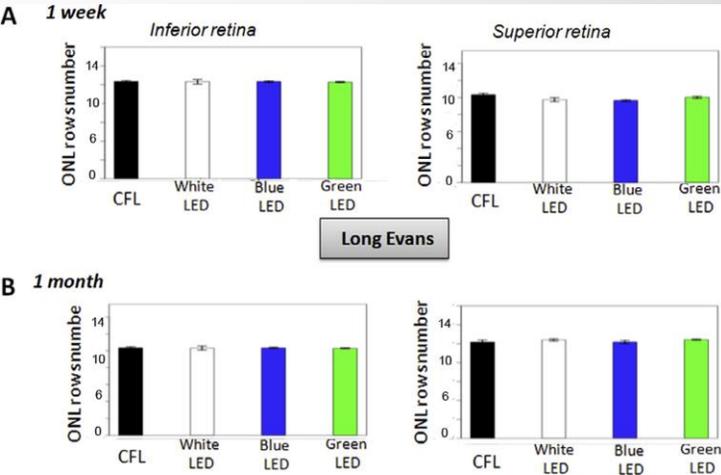
LED

Intensité lumineuse recommandée en usage domestique

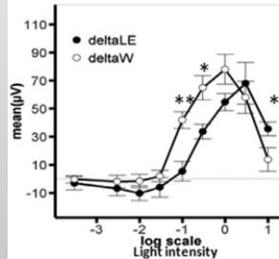
Krigel A et al. Neuroscience (2016)

Exposition cyclique (« naturelle ») à la lumière bleue

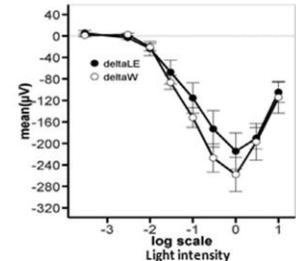
Rats pigmentés



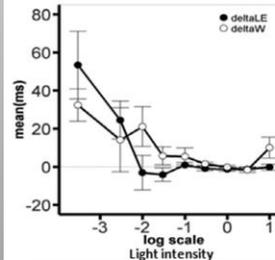
Variation of the Scotopic a wave amplitude



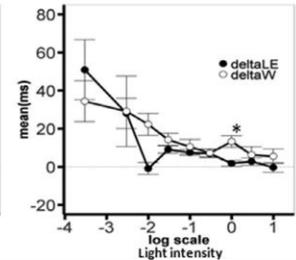
Variation of the Scotopic b wave amplitude



Variation of the Scotopic a wave implicit time



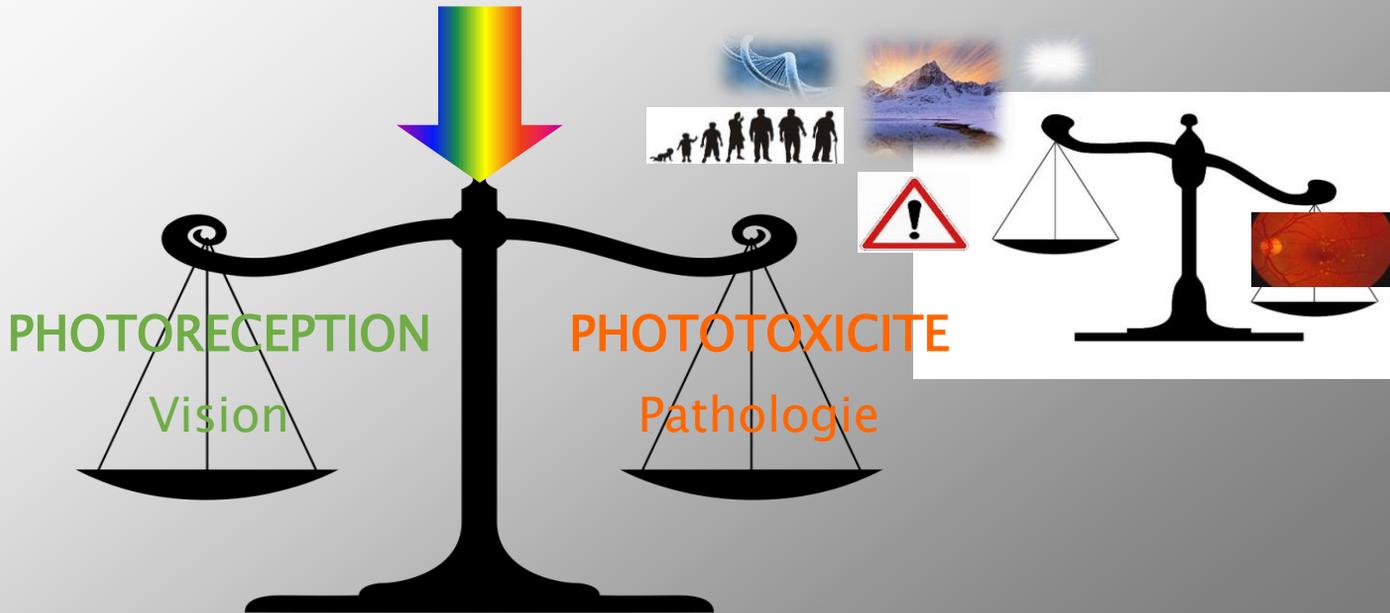
Variation of the Scotopic B wave implicit time



Pas de modifications structurales rétiniennes
 Altérations de l'ERG par la lumière bleue

Les fonctions visuelles

Photoréception / Phototoxicité : un équilibre instable





Merci de votre attention

soler.v@chu-toulouse.fr

Take Home Message

- C