

RetinaLED – une étude *in vivo* du risque dû à la lumière bleue

Vers une meilleure compréhension des pathologies rétinienne et une meilleure estimation du risque.

Pierre Boulenguez[†], Christophe Martinsons[†], Samuel Carré[†],
Alicia Torriglia[‡], Imène Jaadane[‡], Francine Behar-Cohen[‡],
Michèle Savoldelli[‡], Laurent Jonet[‡], Sabine Chahory[△]

[†]Centre Scientifique et Technique du Bâtiment 
le futur en construction

[‡]Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale  **Inserm**

[△]Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort 

Introduction

Aspects radiométriques, normatifs

- *cf.* présentation de Sébastien Point.

Contexte

- DEL lumière blanche :
 - avenir riche en lumière bleue/violette ($\approx [380\text{nm}; 500\text{nm}]$) ;
- maîtriser les enjeux sanitaires.

Introduction

Aspects radiométriques, normatifs

- *cf.* présentation de Sébastien Point.

Contexte

- DEL lumière blanche :
 - avenir riche en lumière bleue/violette ($\approx [380\text{nm}; 500\text{nm}]$) ;
- maîtriser les enjeux sanitaires.

Introduction

Aspects radiométriques, normatifs

- *cf.* présentation de Sébastien Point.

Contexte

- DEL lumière blanche :
 - avenir riche en lumière bleue/violette ($\approx [380\text{nm}; 500\text{nm}]$) ;
- maîtriser les enjeux sanitaires.

Introduction

Aspects radiométriques, normatifs

- *cf.* présentation de Sébastien Point.

Contexte

- DEL lumière blanche :
 - avenir riche en lumière bleue/violette ($\approx [380\text{nm}; 500\text{nm}]$) ;
- maîtriser les enjeux sanitaires.

Introduction

Aspects radiométriques, normatifs

- *cf.* présentation de Sébastien Point.

Contexte

- DEL lumière blanche :
 - avenir riche en lumière bleue/violette ($\approx [380\text{nm}; 500\text{nm}]$) ;
- maîtriser les enjeux sanitaires.

Introduction

Aspects radiométriques, normatifs

- *cf.* présentation de Sébastien Point.

Contexte

- DEL lumière blanche :
 - avenir riche en lumière bleue/violette ($\approx [380\text{nm}; 500\text{nm}]$) ;
- maîtriser les enjeux sanitaires.

Introduction

Aspects radiométriques, normatifs

- *cf.* présentation de Sébastien Point.

Contexte

- DEL lumière blanche :
 - avenir riche en lumière bleue/violette ($\approx [380\text{nm}; 500\text{nm}]$) ;
- maîtriser les enjeux sanitaires.

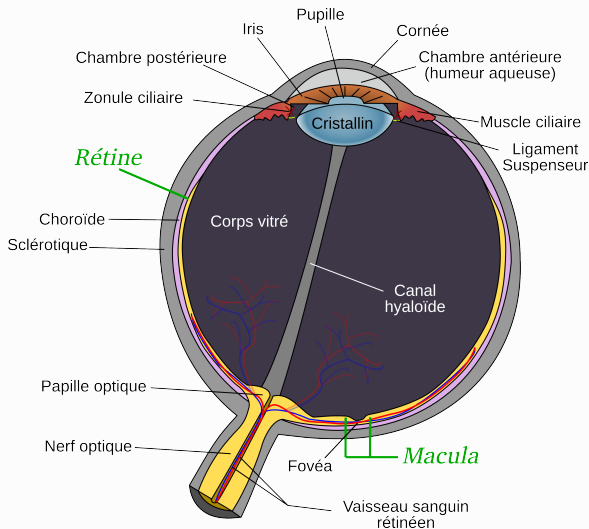
Plan

- 1 Notions d'ophtalmologie**
 - Anatomie de l'oeil
 - Rétinographie
 - Physiologie de la rétine
- 2 Risque dû à la lumière bleue**
 - Bref historique
 - Mécanismes identifiés
- 3 Étude RetinaLED**
 - Principe
 - Analyse des rétines
 - Premiers résultats
- 4 Conclusion**

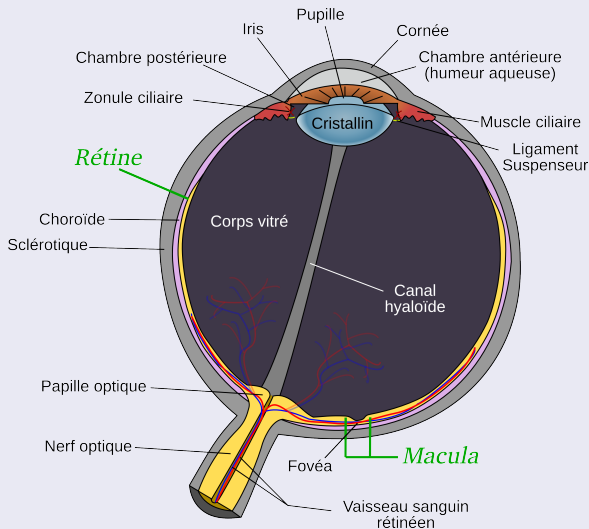
Plan

- 1 Notions d'ophtalmologie**
 - Anatomie de l'oeil
 - Rétinographie
 - Physiologie de la rétine
- 2 Risque dû à la lumière bleue**
 - Bref historique
 - Mécanismes identifiés
- 3 Étude RetinaLED**
 - Principe
 - Analyse des rétines
 - Premiers résultats
- 4 Conclusion**

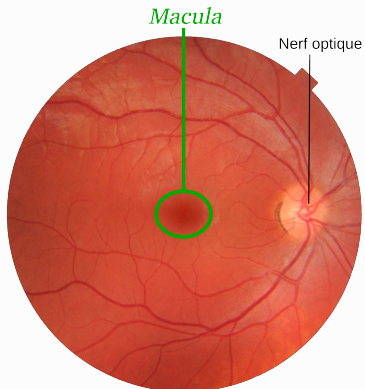
Principaux constituants de l'œil



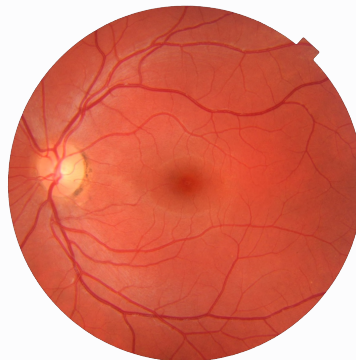
Principaux constituants de l'œil



Fond d'œil

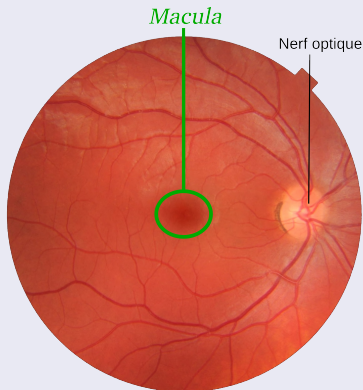


oeil droit



oeil gauche

Fond d'œil

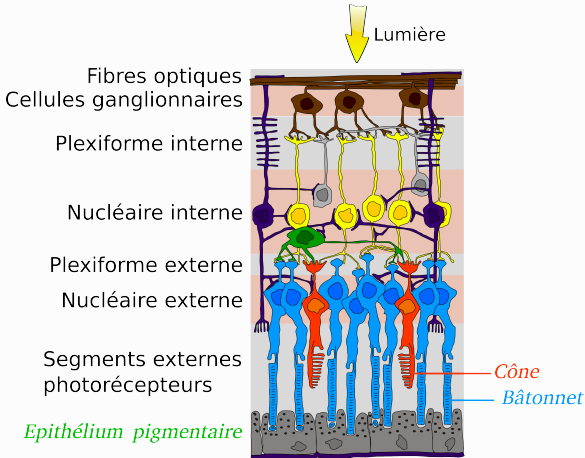


oeil droit



oeil gauche

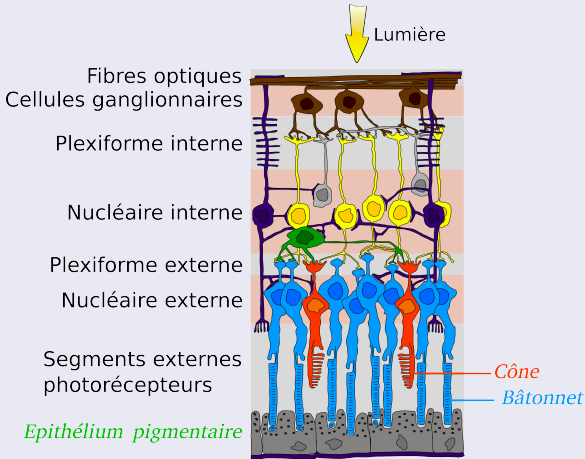
Anatomie



Epi. pigm.

- absorption;
- nutritif;
- phagocytose;
- régénération.

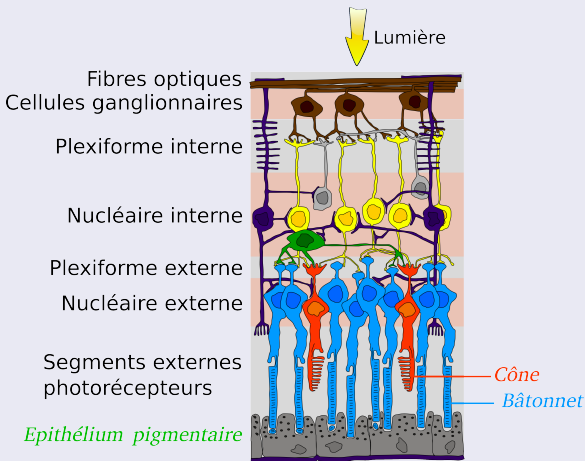
Anatomie



Epi. pigm.

- absorption;
- nutritif;
- phagocytose;
- régénération.

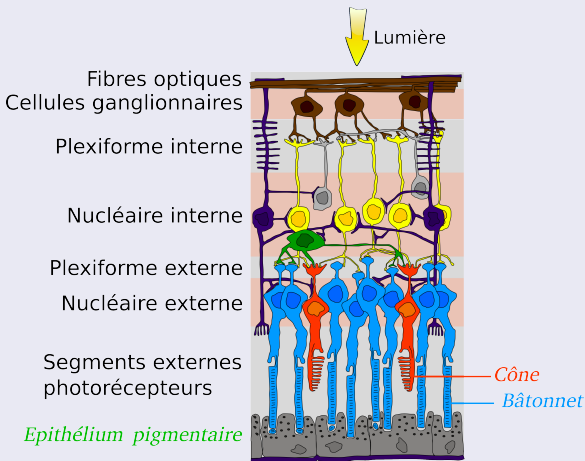
Anatomie



Epi. pigm.

- absorption;
- nutritif;
- phagocytose;
- régénération.

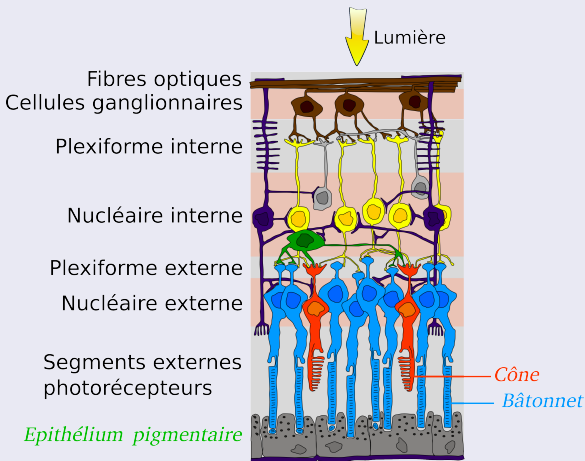
Anatomie



Epi. pigm.

- absorption;
- nutritif;
- phagocytose;
- régénération.

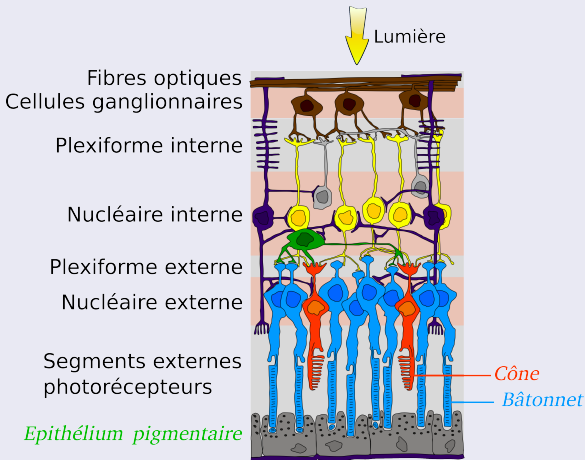
Anatomie



Epi. pigm.

- absorption;
- nutritif;
- phagocytose;
- régénération.

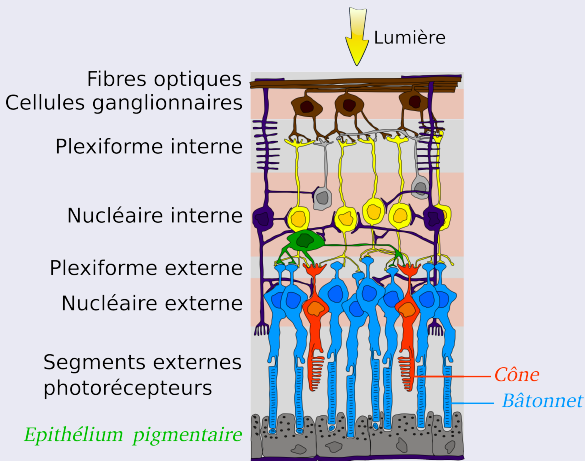
Anatomie



Epi. pigm.

- absorption;
- nutritif;
- phagocytose;
- régénération.

Anatomie



Epi. pigm.

- absorption;
- nutritif;
- phagocytose;
- régénération.

Exposition à la lumière bleue

- (formellement) identifié par Ham *et al.* [HMS76] (1976) ;
- phénomène photochimique (*i.e.* non purement énergétique) ;
- mécanismes encore mal compris.

Lésions rétiniennes

- apparition (relativement) rapide ($\leq 48h$);
- exposition $\geq 10s$.

Exposition à la lumière bleue

- (formellement) identifié par Ham *et al.* [HMS76] (1976) ;
- phénomène photochimique (*i.e.* non purement énergétique) ;
- mécanismes encore mal compris.

Lésions rétiniennes

- apparition (relativement) rapide ($\leq 48h$) ;
- exposition $\geq 10s$.

Exposition à la lumière bleue

- (formellement) identifié par Ham *et al.* [HMS76] (1976) ;
- phénomène photochimique (*i.e.* non purement énergétique) ;
- mécanismes encore mal compris.

Lésions rétiniennes

- apparition (relativement) rapide ($\leq 48h$) ;
- exposition $\geq 10s$.

Exposition à la lumière bleue

- (formellement) identifié par Ham *et al.* [HMS76] (1976) ;
- phénomène photochimique (*i.e.* non purement énergétique) ;
- mécanismes encore mal compris.

Lésions rétiniennes

- apparition (relativement) rapide ($\leq 48h$) ;
- exposition $\geq 10s$.

Exposition à la lumière bleue

- (formellement) identifié par Ham *et al.* [HMS76] (1976) ;
- phénomène photochimique (*i.e.* non purement énergétique) ;
- mécanismes encore mal compris.

Lésions rétiniennes

- apparition (relativement) rapide ($\leq 48h$) ;
- exposition $\geq 10s$.

Exposition à la lumière bleue

- (formellement) identifié par Ham *et al.* [HMS76] (1976) ;
- phénomène photochimique (*i.e.* non purement énergétique) ;
- mécanismes encore mal compris.

Lésions rétiniennes

- apparition (relativement) rapide ($\leq 48h$) ;
- exposition $\geq 10s$.

Exposition à la lumière bleue

- (formellement) identifié par Ham *et al.* [HMS76] (1976) ;
- phénomène photochimique (*i.e.* non purement énergétique) ;
- mécanismes encore mal compris.

Lésions rétiniennes

- apparition (relativement) rapide ($\leq 48h$) ;
- exposition $\geq 10s$.

Exposition à la lumière bleue

- (formellement) identifié par Ham *et al.* [HMS76] (1976) ;
- phénomène photochimique (*i.e.* non purement énergétique) ;
- mécanismes encore mal compris.

Lésions rétiniennes

- apparition (relativement) rapide ($\leq 48h$);
- exposition $\geq 10s$.

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)

Apoptose

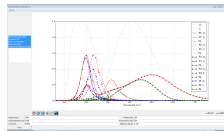
- Wu *et al.* [WSS⁺99] (1999);
- *in vivo* (rat, cage tournante).

A2E/lipofuscin

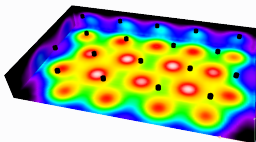
- Arnault *et al.* [ABN⁺13] (2013);
- *in vitro* (cellules épithéliales de cochon dopées en A2E);
- A2E : constituant de la lipofuscin;
- A2E : photosensible.
- illumination bandes étroites (10nm).

Faibles doses ?

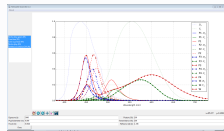
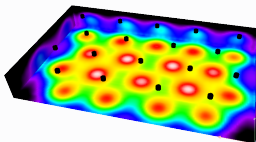
- Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA)



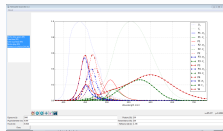
Test	Non-Data parallel (1)	Non-Data parallel (2)	Non-Data parallel (4)	Non-Data parallel (8)	Non-Data parallel (16)	Non-Data parallel (32)	Non-Data parallel (64)	Non-Data parallel (128)	Non-Data parallel (256)	Non-Data parallel (512)	Non-Data parallel (1024)	Non-Data parallel (2048)	Non-Data parallel (4096)	Non-Data parallel (8192)	Non-Data parallel (16384)	Non-Data parallel (32768)	Non-Data parallel (65536)	Non-Data parallel (131072)	Non-Data parallel (262144)	Non-Data parallel (524288)	Non-Data parallel (1048576)	Non-Data parallel (2097152)	Non-Data parallel (4194304)	Non-Data parallel (8388608)	Non-Data parallel (16777216)	Non-Data parallel (33554432)	Non-Data parallel (67108864)	Non-Data parallel (134217728)	Non-Data parallel (268435456)	Non-Data parallel (536870912)	Non-Data parallel (1073741824)	Non-Data parallel (2147483648)	Non-Data parallel (4294967296)	Non-Data parallel (8589934592)	Non-Data parallel (17179869184)	Non-Data parallel (34359738368)	Non-Data parallel (68719476736)	Non-Data parallel (137438953472)	Non-Data parallel (274877906944)	Non-Data parallel (549755813888)	Non-Data parallel (1099511627776)	Non-Data parallel (2199023255552)	Non-Data parallel (4398046511104)	Non-Data parallel (8796093022208)	Non-Data parallel (17592186044416)	Non-Data parallel (35184372088832)	Non-Data parallel (70368744177664)	Non-Data parallel (140737488355328)	Non-Data parallel (281474976710656)	Non-Data parallel (562949953421312)	Non-Data parallel (1125899906842624)	Non-Data parallel (2251799813685248)	Non-Data parallel (4503599627370496)	Non-Data parallel (9007199254740992)	Non-Data parallel (18014398509481984)	Non-Data parallel (36028797018963968)	Non-Data parallel (72057594037927936)	Non-Data parallel (144115188075855872)	Non-Data parallel (288230376151711744)	Non-Data parallel (576460752303423488)	Non-Data parallel (1152921504606846976)	Non-Data parallel (2305843009213693952)	Non-Data parallel (4611686018427387904)	Non-Data parallel (9223372036854775808)	Non-Data parallel (18446744073709551616)	Non-Data parallel (36893488147419103232)	Non-Data parallel (73786976294838206464)	Non-Data parallel (147573952589676412928)	Non-Data parallel (295147905179352825856)	Non-Data parallel (590295810358705651712)	Non-Data parallel (1180591620717411303424)	Non-Data parallel (2361183241434822606848)	Non-Data parallel (4722366482869645213696)	Non-Data parallel (9444732965739290427392)	Non-Data parallel (18889465931478580854784)	Non-Data parallel (37778931862957161709568)	Non-Data parallel (75557863725914323419136)	Non-Data parallel (151115727451828646838272)	Non-Data parallel (302231454903657293676544)	Non-Data parallel (604462909807314587353088)	Non-Data parallel (1208925819614629174706176)	Non-Data parallel (2417851639229258349412352)	Non-Data parallel (4835703278458516698824704)	Non-Data parallel (9671406556917033397649408)	Non-Data parallel (19342813113834066795298816)	Non-Data parallel (38685626227668133590597632)	Non-Data parallel (77371252455336267181195264)	Non-Data parallel (154742504910672534362390528)	Non-Data parallel (309485009821345068724781056)	Non-Data parallel (618970019642690137449562112)	Non-Data parallel (1237940039285380274899124224)	Non-Data parallel (2475880078570760549798248448)	Non-Data parallel (4951760157141521099596496896)	Non-Data parallel (9903520314283042199192993792)	Non-Data parallel (19807040628566084398385987584)	Non-Data parallel (39614081257132168796771975168)	Non-Data parallel (79228162514264337593543950336)	Non-Data parallel (158456325028528675187087900672)	Non-Data parallel (316912650057057350374175801344)	Non-Data parallel (633825300114114700748351602688)	Non-Data parallel (1267650600228229401496703205376)	Non-Data parallel (2535301200456458802993406410752)	Non-Data parallel (5070602400912917605986812821504)	Non-Data parallel (10141204801825835211973625643008)	Non-Data parallel (20282409603651670423947251286016)	Non-Data parallel (40564819207303340847894502572032)	Non-Data parallel (81129638414606681695789005144064)	Non-Data parallel (162259276829213363391578010288128)	Non-Data parallel (324518553658426726783156020576256)	Non-Data parallel (649037107316853453566312041152512)	Non-Data parallel (1298074214633706907132624082305024)	Non-Data parallel (2596148429267413814265248164610048)	Non-Data parallel (5192296858534827628530496329220096)	Non-Data parallel (10384593717069655257060992658440192)	Non-Data parallel (20769187434139310514121985316880384)	Non-Data parallel (41538374868278621028243970633760768)	Non-Data parallel (83076749736557242056487941267521536)	Non-Data parallel (166153499473114484112975882535043072)	Non-Data parallel (332306998946228968225951765070086144)	Non-Data parallel (664613997892457936451903530140172288)	Non-Data parallel (1329227995784915872903807060280344576)	Non-Data parallel (2658455991569831745807614120560689152)	Non-Data parallel (5316911983139663491615228241121378304)	Non-Data parallel (10633823966279326983230456482242756608)	Non-Data parallel (21267647932558653966460912964485513216)	Non-Data parallel (42535295865117307932921825928971026432)	Non-Data parallel (85070591730234615865843651857942052864)	Non-Data parallel (170141183460469231731687303715884105728)	Non-Data parallel (340282366920938463463374607431768211456)	Non-Data parallel (680564733841876926926749214863536422912)	Non-Data parallel (1361129467683753853853498429727072845824)	Non-Data parallel
------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	-------------------



Rat Wistar

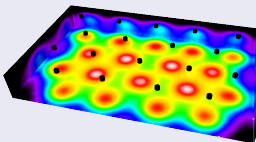
[illegible]

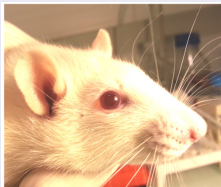
Rat Wistar



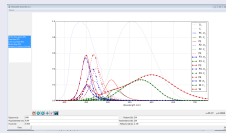
Test	Non-Data parallel (1)	Non-Data parallel (2)	Non-Data parallel (4)	Non-Data parallel (8)	Non-Data parallel (16)	Non-Data parallel (32)	Non-Data parallel (64)	Non-Data parallel (128)	Non-Data parallel (256)	Non-Data parallel (512)	Non-Data parallel (1024)	Non-Data parallel (2048)	Non-Data parallel (4096)	Non-Data parallel (8192)	Non-Data parallel (16384)	Non-Data parallel (32768)	Non-Data parallel (65536)	Non-Data parallel (131072)	Non-Data parallel (262144)	Non-Data parallel (524288)	Non-Data parallel (1048576)	Non-Data parallel (2097152)	Non-Data parallel (4194304)	Non-Data parallel (8388608)	Non-Data parallel (16777216)	Non-Data parallel (33554432)	Non-Data parallel (67108864)	Non-Data parallel (134217728)	Non-Data parallel (268435456)	Non-Data parallel (536870912)	Non-Data parallel (1073741824)	Non-Data parallel (2147483648)	Non-Data parallel (4294967296)	Non-Data parallel (8589934592)	Non-Data parallel (17179869184)	Non-Data parallel (34359738368)	Non-Data parallel (68719476736)	Non-Data parallel (137438953472)	Non-Data parallel (274877906944)	Non-Data parallel (549755813888)	Non-Data parallel (1099511627776)	Non-Data parallel (2199023255552)	Non-Data parallel (4398046511104)	Non-Data parallel (8796093022208)	Non-Data parallel (17592186044416)	Non-Data parallel (35184372088832)	Non-Data parallel (70368744177664)	Non-Data parallel (140737488355328)	Non-Data parallel (281474976710656)	Non-Data parallel (562949953421312)	Non-Data parallel (1125899906842624)	Non-Data parallel (2251799813685248)	Non-Data parallel (4503599627370496)	Non-Data parallel (9007199254740992)	Non-Data parallel (18014398509481984)	Non-Data parallel (36028797018963968)	Non-Data parallel (72057594037927936)	Non-Data parallel (144115188075855872)	Non-Data parallel (288230376151711744)	Non-Data parallel (576460752303423488)	Non-Data parallel (1152921504606846976)	Non-Data parallel (2305843009213693952)	Non-Data parallel (4611686018427387904)	Non-Data parallel (9223372036854775808)	Non-Data parallel (18446744073709551616)	Non-Data parallel (36893488147419103232)	Non-Data parallel (73786976294838206464)	Non-Data parallel (147573952589676412928)	Non-Data parallel (295147905179352825856)	Non-Data parallel (590295810358705651712)	Non-Data parallel (1180591620717411303424)	Non-Data parallel (2361183241434822606848)	Non-Data parallel (4722366482869645213696)	Non-Data parallel (9444732965739290427392)	Non-Data parallel (18889465931478580854784)	Non-Data parallel (37778931862957161709568)	Non-Data parallel (75557863725914323419136)	Non-Data parallel (151115727451828646838272)	Non-Data parallel (302231454903657293676544)	Non-Data parallel (604462909807314587353088)	Non-Data parallel (1208925819614629174706176)	Non-Data parallel (2417851639229258349412352)	Non-Data parallel (4835703278458516698824704)	Non-Data parallel (9671406556917033397649408)	Non-Data parallel (19342813113834066795298816)	Non-Data parallel (38685626227668133590597632)	Non-Data parallel (77371252455336267181195264)	Non-Data parallel (154742504910672534362390528)	Non-Data parallel (309485009821345068724781056)	Non-Data parallel (618970019642690137449562112)	Non-Data parallel (1237940039285380274899124224)	Non-Data parallel (2475880078570760549798248448)	Non-Data parallel (4951760157141521099596496896)	Non-Data parallel (9903520314283042199192993792)	Non-Data parallel (19807040628566084398385987584)	Non-Data parallel (39614081257132168796771975168)	Non-Data parallel (79228162514264337593543950336)	Non-Data parallel (158456325028528675187087900672)	Non-Data parallel (316912650057057350374175801344)	Non-Data parallel (633825300114114700748351602688)	Non-Data parallel (1267650600228229401496703205376)	Non-Data parallel (2535301200456458802993406410752)	Non-Data parallel (5070602400912917605986812821504)	Non-Data parallel (10141204801825835211973625643008)	Non-Data parallel (20282409603651670423947251286016)	Non-Data parallel (40564819207303340847894502572032)	Non-Data parallel (81129638414606681695789005144064)	Non-Data parallel (162259276829213363391578010288128)	Non-Data parallel (324518553658426726783156020576256)	Non-Data parallel (649037107316853453566312041152512)	Non-Data parallel (1298074214633706907132624082305024)	Non-Data parallel (2596148429267413814265248164610048)	Non-Data parallel (5192296858534827628530496329220096)	Non-Data parallel (10384593717069655257060992658440192)	Non-Data parallel (20769187434139310514121985316880384)	Non-Data parallel (41538374868278621028243970633760768)	Non-Data parallel (83076749736557242056487941267521536)	Non-Data parallel (166153499473114484112975882535043072)	Non-Data parallel (332306998946228968225951765070086144)	Non-Data parallel (664613997892457936451903530140172288)	Non-Data parallel (1329227995784915872903807060280344576)	Non-Data parallel (2658455991569831745807614120560689152)	Non-Data parallel (5316911983139663491615228241121378304)	Non-Data parallel (10633823966279326983230456482242756608)	Non-Data parallel (21267647932558653966460912964485513216)	Non-Data parallel (42535295865117307932921825928971026432)	Non-Data parallel (85070591730234615865843651857942052864)	Non-Data parallel (170141183460469231731687303715884105728)	Non-Data parallel (340282366920938463463374607431768211456)	Non-Data parallel (680564733841876926926749214863536422912)	Non-Data parallel (1361129467683753853853498429727072845824)	Non-Data parallel
------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	-------------------

Dispositif d'illumination



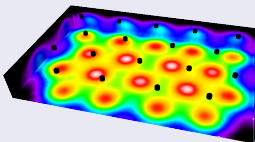


Dosimètre



Test	Non-Data parallel (1)	Non-Data parallel (2)	Non-Data parallel (4)	Non-Data parallel (8)	Non-Data parallel (16)	Non-Data parallel (32)	Non-Data parallel (64)	Non-Data parallel (128)	Non-Data parallel (256)	Non-Data parallel (512)	Non-Data parallel (1024)	Non-Data parallel (2048)	Non-Data parallel (4096)	Non-Data parallel (8192)	Non-Data parallel (16384)	Non-Data parallel (32768)	Non-Data parallel (65536)	Non-Data parallel (131072)	Non-Data parallel (262144)	Non-Data parallel (524288)	Non-Data parallel (1048576)	Non-Data parallel (2097152)	Non-Data parallel (4194304)	Non-Data parallel (8388608)	Non-Data parallel (16777216)	Non-Data parallel (33554432)	Non-Data parallel (67108864)	Non-Data parallel (134217728)	Non-Data parallel (268435456)	Non-Data parallel (536870912)	Non-Data parallel (1073741824)	Non-Data parallel (2147483648)	Non-Data parallel (4294967296)	Non-Data parallel (8589934592)	Non-Data parallel (17179869184)	Non-Data parallel (34359738368)	Non-Data parallel (68719476736)	Non-Data parallel (137438953472)	Non-Data parallel (274877906944)	Non-Data parallel (549755813888)	Non-Data parallel (1099511627776)	Non-Data parallel (2199023255552)	Non-Data parallel (4398046511104)	Non-Data parallel (8796093022208)	Non-Data parallel (17592186044416)	Non-Data parallel (35184372088832)	Non-Data parallel (70368744177664)	Non-Data parallel (140737488355328)	Non-Data parallel (281474976710656)	Non-Data parallel (562949953421312)	Non-Data parallel (1125899906842624)	Non-Data parallel (2251799813685248)	Non-Data parallel (4503599627370496)	Non-Data parallel (9007199254740992)	Non-Data parallel (18014398509481984)	Non-Data parallel (36028797018963968)	Non-Data parallel (72057594037927936)	Non-Data parallel (144115188075855872)	Non-Data parallel (288230376151711744)	Non-Data parallel (576460752303423488)	Non-Data parallel (1152921504606846976)	Non-Data parallel (2305843009213693952)	Non-Data parallel (4611686018427387904)	Non-Data parallel (9223372036854775808)	Non-Data parallel (18446744073709551616)	Non-Data parallel (36893488147419103232)	Non-Data parallel (73786976294838206464)	Non-Data parallel (147573952589676412928)	Non-Data parallel (295147905179352825856)	Non-Data parallel (590295810358705651712)	Non-Data parallel (1180591620717411303424)	Non-Data parallel (2361183241434822606848)	Non-Data parallel (4722366482869645213696)	Non-Data parallel (9444732965739290427392)	Non-Data parallel (18889465931478580854784)	Non-Data parallel (37778931862957161709568)	Non-Data parallel (75557863725914323419136)	Non-Data parallel (151115727451828646838272)	Non-Data parallel (302231454903657293676544)	Non-Data parallel (604462909807314587353088)	Non-Data parallel (1208925819614629174706176)	Non-Data parallel (2417851639229258349412352)	Non-Data parallel (4835703278458516698824704)	Non-Data parallel (9671406556917033397649408)	Non-Data parallel (19342813113834066795298816)	Non-Data parallel (38685626227668133590597632)	Non-Data parallel (77371252455336267181195264)	Non-Data parallel (154742504910672534362390528)	Non-Data parallel (309485009821345068724781056)	Non-Data parallel (618970019642690137449562112)	Non-Data parallel (1237940039285380274899124224)	Non-Data parallel (2475880078570760549798248448)	Non-Data parallel (4951760157141521099596496896)	Non-Data parallel (9903520314283042199192993792)	Non-Data parallel (19807040628566084398385987584)	Non-Data parallel (39614081257132168796771975168)	Non-Data parallel (79228162514264337593543950336)	Non-Data parallel (158456325028528675187087900672)	Non-Data parallel (316912650057057350374175801344)	Non-Data parallel (633825300114114700748351602688)	Non-Data parallel (1267650600228229401496703205376)	Non-Data parallel (2535301200456458802993406410752)	Non-Data parallel (5070602400912917605986812821504)	Non-Data parallel (10141204801825835211973625643008)	Non-Data parallel (20282409603651670423947251286016)	Non-Data parallel (40564819207303340847894502572032)	Non-Data parallel (81129638414606681695789005144064)	Non-Data parallel (162259276829213363391578010288128)	Non-Data parallel (324518553658426726783156020576256)	Non-Data parallel (649037107316853453566312041152512)	Non-Data parallel (1298074214633706907132624082305024)	Non-Data parallel (2596148429267413814265248164610048)	Non-Data parallel (5192296858534827628530496329220096)	Non-Data parallel (10384593717069655257060992658440192)	Non-Data parallel (20769187434139310514121985316880384)	Non-Data parallel (41538374868278621028243970633760768)	Non-Data parallel (83076749736557242056487941267521536)	Non-Data parallel (166153499473114484112975882535043072)	Non-Data parallel (332306998946228968225951765070086144)	Non-Data parallel (664613997892457936451903530140172288)	Non-Data parallel (1329227995784915872903807060280344576)	Non-Data parallel (2658455991569831745807614120560689152)	Non-Data parallel (5316911983139663491615228241121378304)	Non-Data parallel (10633823966279326983230456482242756608)	Non-Data parallel (21267647932558653966460912964485513216)	Non-Data parallel (42535295865117307932921825928971026432)	Non-Data parallel (85070591730234615865843651857942052864)	Non-Data parallel (170141183460469231731687303715884105728)	Non-Data parallel (340282366920938463463374607431768211456)	Non-Data parallel (680564733841876926926749214863536422912)	Non-Data parallel (1361129467683753853853498429727072845824)	Non-Data parallel
------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	-------------------

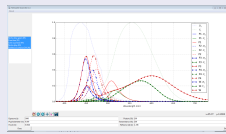
Dispositif d'illumination



Rat Wistar



Dosimètre

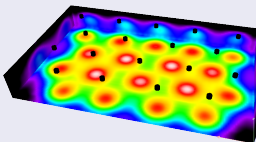


Doses rétinienne

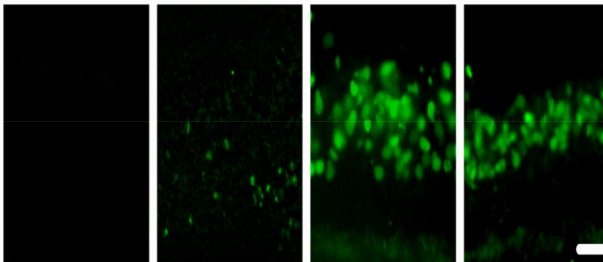
Table 1: Retinal dose (J/m²) for different light sources and exposure times.

Source	Retina dose (J/m²)	Retina dose (J/m²)	Retina dose (J/m²)	Retina dose (J/m²)	Retina dose (J/m²)
Exposure 10	1.0e-05	1.0e-05	1.0e-05	1.0e-05	1.0e-05
Exposure 20	2.0e-05	2.0e-05	2.0e-05	2.0e-05	2.0e-05
Exposure 30	3.0e-05	3.0e-05	3.0e-05	3.0e-05	3.0e-05
Exposure 40	4.0e-05	4.0e-05	4.0e-05	4.0e-05	4.0e-05
Exposure 50	5.0e-05	5.0e-05	5.0e-05	5.0e-05	5.0e-05
Exposure 60	6.0e-05	6.0e-05	6.0e-05	6.0e-05	6.0e-05
Exposure 70	7.0e-05	7.0e-05	7.0e-05	7.0e-05	7.0e-05
Exposure 80	8.0e-05	8.0e-05	8.0e-05	8.0e-05	8.0e-05
Exposure 90	9.0e-05	9.0e-05	9.0e-05	9.0e-05	9.0e-05
Exposure 100	1.0e-04	1.0e-04	1.0e-04	1.0e-04	1.0e-04
Exposure 120	1.2e-04	1.2e-04	1.2e-04	1.2e-04	1.2e-04
Exposure 140	1.4e-04	1.4e-04	1.4e-04	1.4e-04	1.4e-04
Exposure 160	1.6e-04	1.6e-04	1.6e-04	1.6e-04	1.6e-04
Exposure 180	1.8e-04	1.8e-04	1.8e-04	1.8e-04	1.8e-04
Exposure 200	2.0e-04	2.0e-04	2.0e-04	2.0e-04	2.0e-04
Exposure 240	2.4e-04	2.4e-04	2.4e-04	2.4e-04	2.4e-04
Exposure 280	2.8e-04	2.8e-04	2.8e-04	2.8e-04	2.8e-04
Exposure 320	3.2e-04	3.2e-04	3.2e-04	3.2e-04	3.2e-04
Exposure 360	3.6e-04	3.6e-04	3.6e-04	3.6e-04	3.6e-04
Exposure 400	4.0e-04	4.0e-04	4.0e-04	4.0e-04	4.0e-04
Exposure 440	4.4e-04	4.4e-04	4.4e-04	4.4e-04	4.4e-04
Exposure 480	4.8e-04	4.8e-04	4.8e-04	4.8e-04	4.8e-04
Exposure 520	5.2e-04	5.2e-04	5.2e-04	5.2e-04	5.2e-04
Exposure 560	5.6e-04	5.6e-04	5.6e-04	5.6e-04	5.6e-04
Exposure 600	6.0e-04	6.0e-04	6.0e-04	6.0e-04	6.0e-04
Exposure 640	6.4e-04	6.4e-04	6.4e-04	6.4e-04	6.4e-04
Exposure 680	6.8e-04	6.8e-04	6.8e-04	6.8e-04	6.8e-04
Exposure 720	7.2e-04	7.2e-04	7.2e-04	7.2e-04	7.2e-04
Exposure 760	7.6e-04	7.6e-04	7.6e-04	7.6e-04	7.6e-04
Exposure 800	8.0e-04	8.0e-04	8.0e-04	8.0e-04	8.0e-04
Exposure 840	8.4e-04	8.4e-04	8.4e-04	8.4e-04	8.4e-04
Exposure 880	8.8e-04	8.8e-04	8.8e-04	8.8e-04	8.8e-04
Exposure 920	9.2e-04	9.2e-04	9.2e-04	9.2e-04	9.2e-04
Exposure 960	9.6e-04	9.6e-04	9.6e-04	9.6e-04	9.6e-04
Exposure 1000	1.0e-03	1.0e-03	1.0e-03	1.0e-03	1.0e-03

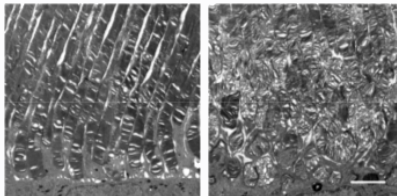
Dispositif d'illumination



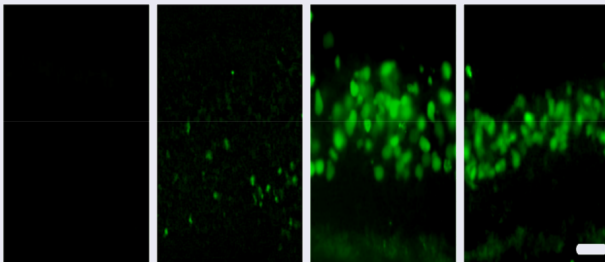
Terminal transferase dUTP end labeling (TUNEL)



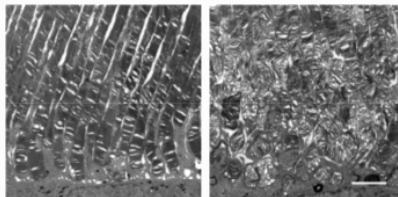
Microscopie électronique en transmission



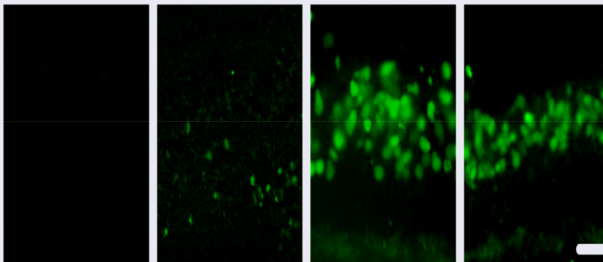
Terminal transferase dUTP end labeling (TUNEL)



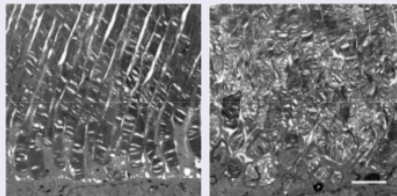
Microscopie électronique en transmission



Terminal transferase dUTP end labeling (TUNEL)



Microscopie électronique en transmission



Biologiques

- mise en évidence de pathologies / mécanismes :
 - apoptose non-caspase;
 - nécrose.

Co-lab.

- physiciens (CSTB);
- biologistes, ophtalmologistes (Inserm);
- vétérinaires (ENVA).

Biologiques

- mise en évidence de pathologies / mécanismes :
 - apoptose non-caspase;
 - nécrose.

Co-lab.

- physiciens (CSTB);
- biologistes, ophtalmologistes (Inserm);
- vétérinaires (ENVA).

Biologiques

- mise en évidence de pathologies / mécanismes :
 - apoptose non-caspase;
 - nécrose.

Co-lab.

- physiciens (CSTB);
- biologistes, ophtalmologistes (Inserm);
- vétérinaires (ENVA).

Biologiques

- mise en évidence de pathologies / mécanismes :
 - apoptose non-caspase;
 - nécrose.

Co-lab.

- physiciens (CSTB);
- biologistes, ophtalmologistes (Inserm);
- vétérinaires (ENVA).

Biologiques

- mise en évidence de pathologies / mécanismes :
 - apoptose non-caspase;
 - nécrose.

Co-lab.

- physiciens (CSTB);
- biologistes, ophtalmologistes (Inserm);
- vétérinaires (ENVA).

Biologiques

- mise en évidence de pathologies / mécanismes :
 - apoptose non-caspase;
 - nécrose.

Co-lab.

- physiciens (CSTB);
- biologistes, ophtalmologistes (Inserm);
- vétérinaires (ENVA).

Biologiques

- mise en évidence de pathologies / mécanismes :
 - apoptose non-caspase;
 - nécrose.

Co-lab.

- physiciens (CSTB);
- biologistes, ophtalmologistes (Inserm);
- vétérinaires (ENVA).

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Synthèse

- éléments d'ophtalmologie (épithélium pigmentaire);
- risque dû à la lumière bleue;
- RetinaLED (étude *in vivo* sur le rat).

Perspectives

- RetinaLED :
 - soutenance thèse Imène Jaadane (Inserm);
 - uvLED;
- Générales :
 - faibles doses (DMLA) ?
 - rythme circadien (mélanopsine) ?

Merci pour
l'organisation de cette
journée.





Emilie Arnault, Coralie Barrau, Céline Nanteau, Pauline Gondouin, Karine Bigot, Françoise Viénot, Emmanuel Gutman, Valérie Fontaine, Thierry Villette, Denis Cohen-Tannoudji, José-Alain Sahel, and Serge Picaud.

Phototoxic action spectrum on a retinal pigment epithelium model of age-related macular degeneration exposed to sunlight normalized conditions.

PLoS ONE, 8(8):e71398, August 2013.



William T. Ham Jr, Harold A. Mueller, and David H. Sliney. Retinal sensitivity to damage from short wavelength light.

Letters to Nature, 260:153 – 155, March 1976.



Jiangmei Wu, Stefan Seregard, Berit Spangberg, Margareta Oskarsson, and Enping Chen.

Blue light induced apoptosis in rat retina.

Eye, 13:577–583, jul 1999.

Notions d'ophtalmologie
○○○

Risque dû à la lumière bleue
○○

Étude RetinaLED
○○○

Conclusion
○○

Bibliographie
●

Bibliographie