

Journée « Effet biologique des rayonnements non ionisants », 4 octobre 2016, Bordeaux.

Exemple d'utilisation inappropriée des lampes à LEDs

La chromothérapie

Sébastien Point,
Ingénieur en optique,
Docteur en Physique des gaz et des
plasmas,

Rapporteur scientifique « lumière
visible » et vice-président de la section
RNI de la SFRP,

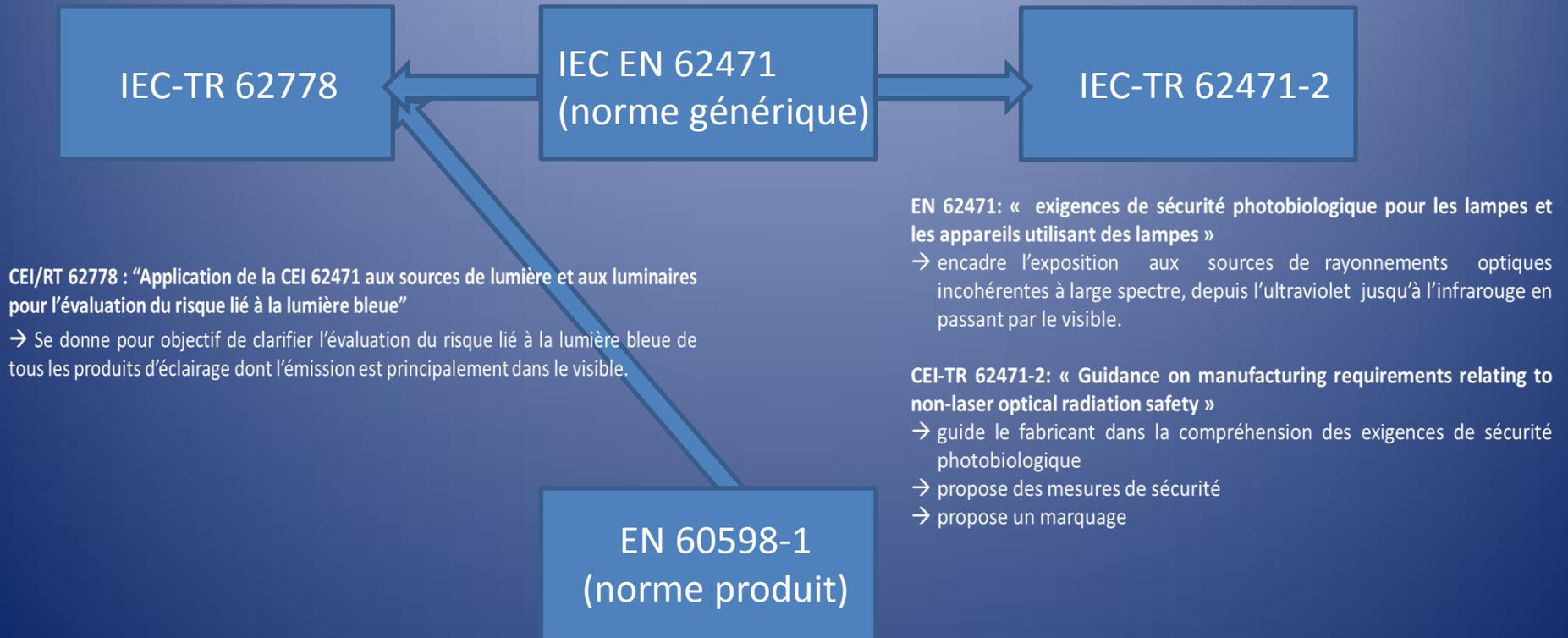
Responsable du service Etudes &
Qualifications, Emergency lighting
center of excellence, Eaton.



Plan

- Les normes de sécurité photobiologique
- LEDs et risque rétinien
- L'évaluation du risque
- Le danger de la chromothérapie

Les normes de sécurité photobiologique



LEDs et risque rétinien

- Différentes applications des LEDs

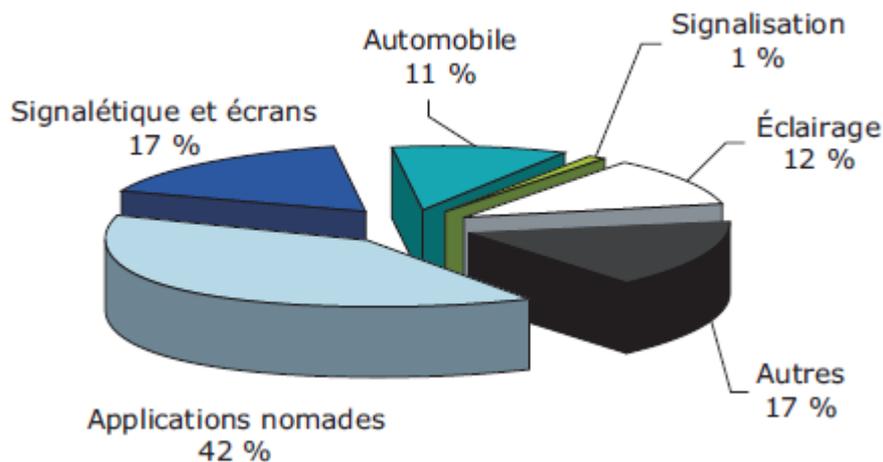


Figure 1: segmentation des revenus du marché des LEDs en 2009. Source: Techniques de l'Ingénieur.

Type LEDs vs applications

- Faible puissance <200 mW
→ Applications nomades et signalisation
- Puissance intermédiaire (HB) <1W
→ Rétro-éclairage, automobile, éclairage
- Forte puissance (UHB) <5W → Éclairage

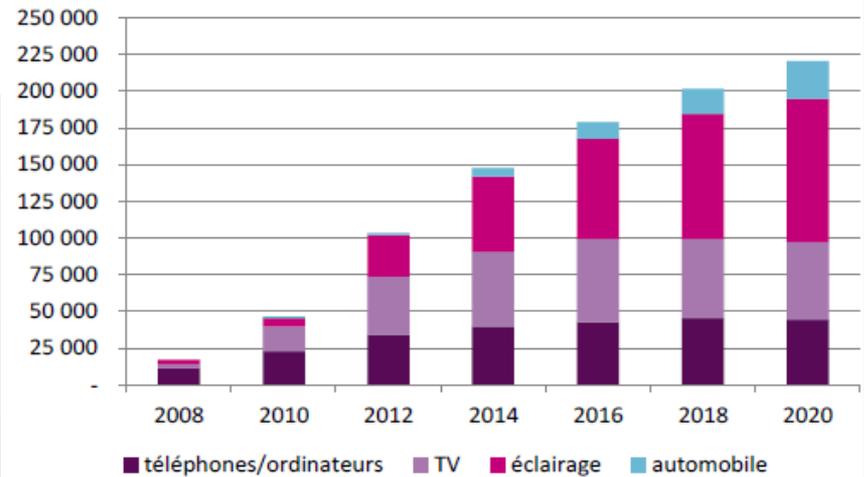


Figure 2: croissance du marché des LEDs par application. Source: BAML/Mirova 2014

LEDs et risque rétinien

- La technologie LED: de nombreux atouts...
 - Faible consommation électrique, excellente efficacité lumineuse.
 - Facilité de pilotage, meilleure maîtrise des problématiques CEM par rapport au fluorescent.
 - Durée de vie supérieure aux lampes fluorescentes.
 - Allumage instantané même à basse température.

LEDs et risque rétinien

- ...et quelques inconvénients:
 - Luminance potentiellement élevée.
 - Spectres des LEDs blanches et bleues potentiellement nocifs.

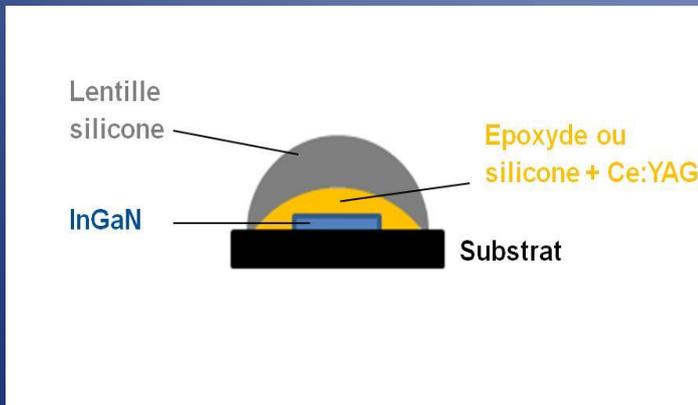


Figure 3: structure d'une LED blanche à luminophore

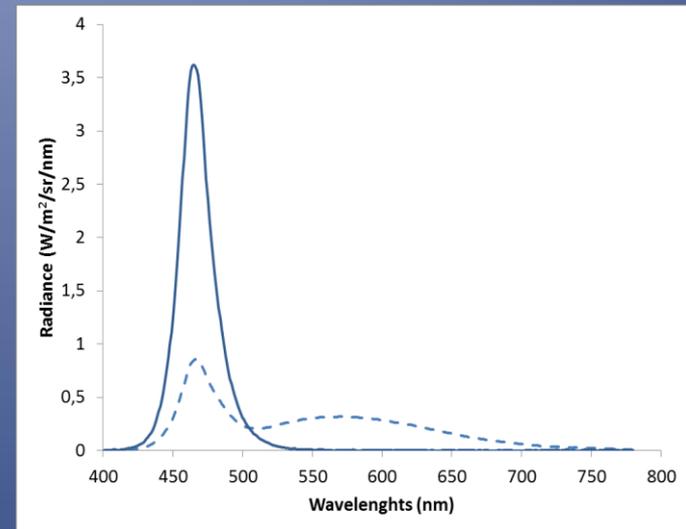


Figure 4: composition spectrale de l'émission d'une LED blanche à luminophore et d'une LED bleue

LEDs et risque rétinien

- Spectre d'action de la lumière bleue $B(\lambda)$

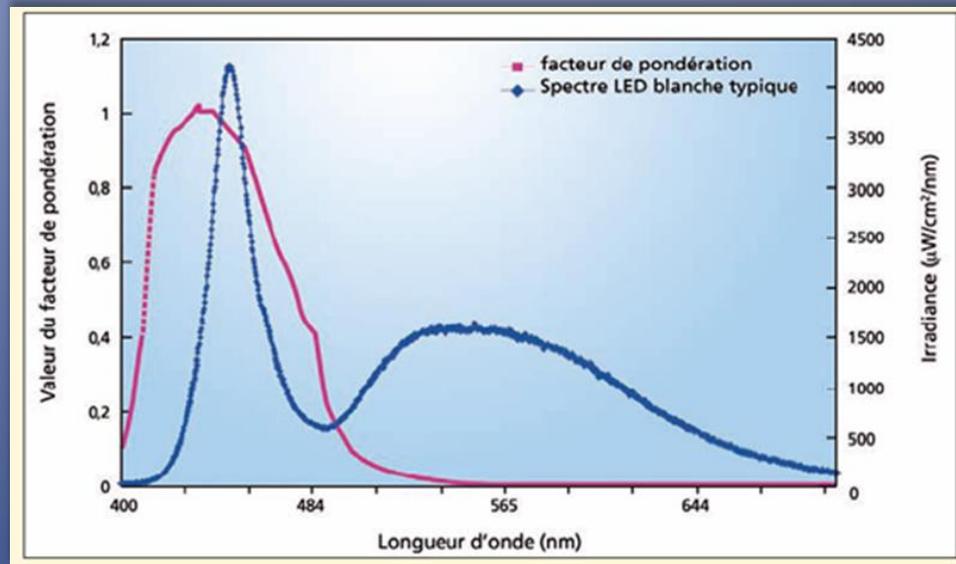


Figure 5: spectre d'action $B(\lambda)$ du risque rétinien en lumière bleue.

Source: Sébastien POINT, LEDs et sécurité oculaire, Photoniques n°45, 2010.

Exposition énergétique $H_b < 10^6 \text{ j/m}^2/\text{sr}$.

L'évaluation du risque

- Grandeurs mesurables

La Luminance efficace en lumière bleue L_b

$$L_b = \int B(\lambda) \cdot L_\lambda(\lambda) \cdot d\lambda \quad \text{sur 300-700 nm,}$$

La durée d'exposition T

$$H_b = L_b \cdot T < 10^6 \text{ j/m}^2/\text{sr.}$$

L'évaluation du risque

- Définition des groupes de risque

<u>Risque rétinien en lumière bleue</u>	Groupe sans risque	Groupe risque faible	Groupe risque modéré	Groupe risque élevé
Durée d'exposition maximale (s)	$\infty < T < 10\ 000$	$10\ 000 < T < 100$	$100 < T < 0.25$	$T < 0.25$
Limite d'exposition Lb (w.m ² /sr)	$0 < Lb < 100$	$100 < Lb < 10\ 000$	$10\ 000 < Lb < 4000\ 000$	$Lb > 4000\ 000$

Tableau 1: correspondance entre durée d'exposition et luminance efficace en lumière bleue Lb (IEC 62471) à la distance normalisée de 20 cm.

NB: La VLE peut toujours être dépassée lorsque la distance à l'observateur et la durée d'exposition ne sont pas maîtrisées .

Le danger de la chromothérapie

- Un exemple d'utilisation de LEDs bleues sans maîtrise des paramètres d'exposition

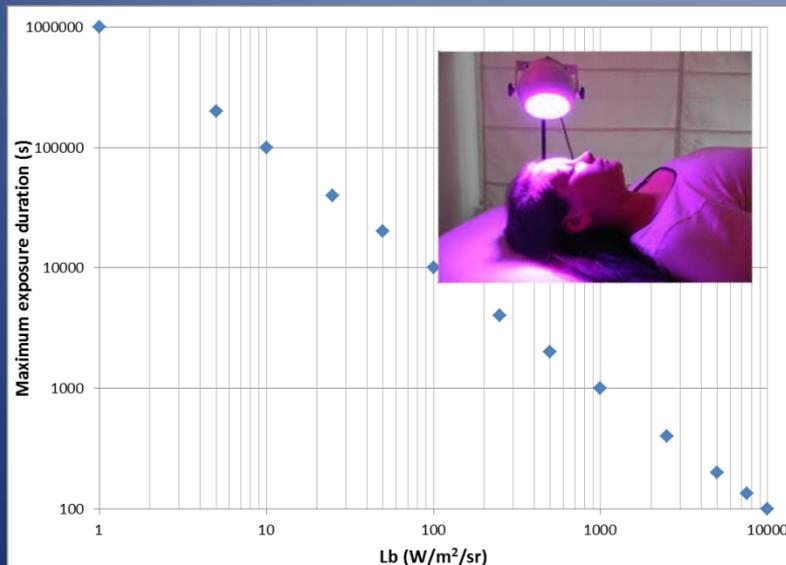


Figure 6: T vs Lb pour les groupes de risque nul & faible à 20 cm.

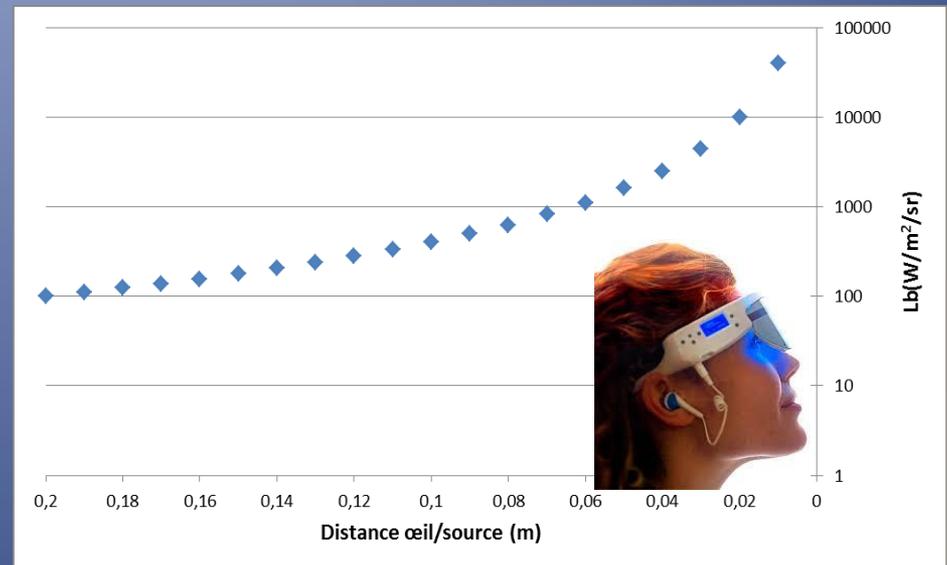


Figure 7: impact de la distance sur Lb dans le cas d'une source plus petite que le champ de vision.

Le danger de la chromothérapie

- Une absence de preuves scientifiques

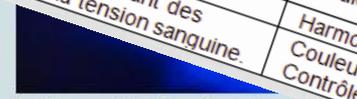
Les douze « couleurs thérapeutiques » et leur interprétation

COULEUR	ACTION PHYSIQUE	ACTION PSYCHIQUE	ÉLÉMENTS ET PLANÈTES CORRESPONDANTES
ROUGE	Stimulant du foie et de la circulation du sang. Aide en cas de bronchite, d'impuissance et rhumatisme.	Stimule l'esprit pour des épreuves à court terme.	Feu, Soleil.
ORANGE	Couleur anti-fatigue, stimule le système respiratoire et aide à la fixation du calcium.	Favorise la bonne relation corps-esprit, augmente l'optimisme, tonique sexuel.	Eau, Lune.
JAUNE	Donne de l'énergie au système digestif et du tonus aux muscles. Laxatif. Aide en cas d'eczéma.	Stimule l'intellect, anti-fatigue mentale, anti-mélancolie.	Bois, Mars.
CITRON	Désintoxication. Stimule les os chroniques.	Stimule la concentration.	
VERT	Couleur sédative. Repose et fortifie la vue. Tempère l'excitation sexuelle. Soulage les ulcères.	Soulage l'insomnie. Calme la nervosité et la colère. "Change" les idées.	Terre, Mercure.
TURQUOISE	Régénération de la peau. Calme les douleurs violentes et soudaines.	Calmante et reposante après les travaux intellectuels.	Neptune.
BLEU	Fébrifuge, antiseptique et astringent. rafraîchissant. Aide en cas d'asthme, d'excès de poids, de cellulite.	Combatte l'égoïsme. Effet de "ouvre" le mental.	Jupiter.
INDIGO	Pouvoir anesthésique. Aide en cas d'angines, maux de tête, maux de dents. Rhumatismes aigus.	Stimule l'intuition, permet d'accéder à certains niveaux de conscience plus subtils.	Venus.
VIOLET	A de bons effets sur les cas suivants : sciatique, épilepsie, crampes et anémies.	Diminue l'angoisse, la phobie et la peur, élimine la haine et la violence.	Air, Saturne.
POURPRE	Traitement de la frigidité, Vasodilatateur.	Couleur hypnotique.	
MAGENTA	Stimulant cardiaque. Diurétique.	Harmonise les émotions.	
ECARLATE	Vasoconstricteur. Stimulant des reins. Augmente la tension sanguine.	Couleur de la sensualité, Contrôle de la tristesse.	Uranus.

S.Point, Chromothérapie: toutes les couleurs de la fausse science, Science et pseudosciences, n°312



traitement du rhume en chromopuncture



traitement de l'acné en local avec

Figure 8: Exemples glanés sur le web de l'utilisation de lampes à LEDs pour la chromothérapie

Effet cosmétique général des couleurs

Bleu
Hydratation de la peau, affinement de l'épiderme, régularisation de la production de sébum, atténuation des irritations de la peau.

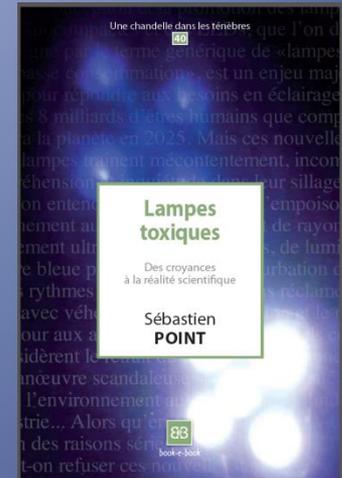
Conclusion

- Le risque LED existe mais est bien encadré par les normes de sécurité photobiologique, sauf dans les cas suivants:
 - Non-maîtrise accidentelle des paramètres d'exposition (torches, jouets pour enfants).
 - Non-maîtrise par mésusage volontaire (type séance de chromothérapie).
- La prévention doit être améliorée non pas par une diminution des VLE (qui peuvent toujours être dépassées) mais par une prise en compte des situations de non-maîtrise de l'exposition, une amélioration de l'information du consommateur et un contrôle absolument nécessaire des pseudo-thérapies lumineuses.

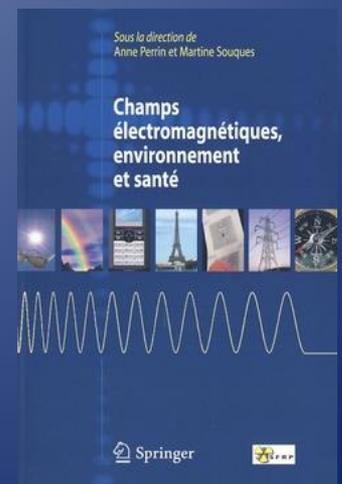
Pour aller plus loin...

- **Livres**

- POINT Sébastien, *lampes toxiques: des croyances à la réalité scientifique*, éditions book-e-book, 2016.



- PERRIN (A.) et SOUQUES (M.). – *Champs électromagnétiques, environnement et santé*, Springer (2010).



Pour aller plus loin...

- **Rapports**

- *Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED), Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, Edition scientifique (octobre 2010).*

- **Quelques articles récents**

- S.Point, Chromothérapie: toutes les couleurs de la fausse science, Science et pseudosciences, n°312
- F. Behar-Cohen et al., Progress in Retinal and Eye Research 30 (2011) 239-257.
- Jaadane I Pierre Boulenguez, Sabine Chahory et al : Retinal damage induced by commercial light emitting diodes (LEDs) Free Radical Biology and Medicine 2015 ;84 :373-84
- POINT Sébastien.- *Les technologies nouvelles de l'éclairage: leur impact sur l'environnement et la santé*, Revue de l'électricité et de l'électronique, Numéro 4 (2012).
- S. Point. Proposition d'une méthode d'évaluation du risque rétinien en lumière bleue associé à des luminaires d'éclairage à LEDs par imagerie monospectrale. Radioprotection.
- CESARINI JP.- *Risques oculaires du rayonnement bleu*, Radioprotection Vol.44, EDP sciences, 2009.
- ICNIRP statement on light emitting diodes (LEDs) and laser diodes :implications for hazard assesment .Health Physics 2000 , 78 : 744-752.

- **Normes**

- *CEI Sécurité photobiologique des lampes et appareils utilisant des lampes*, CEI 62471-1 :2008.
- *CEI Photobiological safety of lamps and lampsystems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety*, IEC/TR 62471-2 :2009.
- *CEI Application de la CEI 62471 aux sources de lumières et aux luminaires pour l'évaluation du risque lié à la lumière bleue*, CEI/RT 62778 :2012.

- QUESTIONS ?

Le danger de la chromothérapie

Les douze « couleurs thérapeutiques » et leur interprétation

COULEUR	ACTION PHYSIQUE	ACTION PSYCHIQUE	ÉLÉMENTS ET PLANÈTES CORRESPONDANTES
ROUGE	Stimulant du foie et de la circulation du sang. Aide en cas de bronchite, d'impuissance et rhumatisme.	Stimule l'esprit pour des épreuves à court terme.	Feu, Soleil.
ORANGE	Couleur anti-fatigue, stimule le système respiratoire et aide à la fixation du calcium.	Favorise la bonne relation corps-esprit, augmente l'optimisme, tonique sexuel.	Eau, Lune.
JAUNE	Donne de l'énergie au système digestif et du tonus aux muscles. Laxatif. Aide en cas d'eczéma.	Stimule l'intellect, anti-fatigue mentale, anti-mélancolie.	Bois, Mars.
CITRON	Désintoxication. Stimule les os. Stimule la vitalité dans les troubles chroniques.	Stimule la concentration.	
VERT	Couleur sédative. Repose et fortifie la vue. Tempère l'excitation sexuelle. Diminue la tension sanguine. Soulage les ulcères.	Soulage l'insomnie. Calme la nervosité et la colère. "Change" les idées.	Terre, Mercure.
TURQUOISE	Régénération de la peau. Calme les douleurs violentes et soudaines.	Calmente et reposante après les travaux intellectuels.	Neptune.
BLEU	Fébrifuge, antiseptique et astringent. rafraîchissant. Aide en cas d'asthme, d'excès de poids, de cellulite.	Combattre l'égoïsme. Effet de paix et tranquillité. Le bleu "ouvre" le mental.	Jupiter.
INDIGO	Pouvoir anesthésique. Aide en cas d'angines, maux de tête, maux de dents, Rhumatismes aigus.	Stimule l'intuition, permet d'accéder à certains niveaux de conscience plus subtils.	Venus.
VIOLET	A de bons effets sur les cas suivants : sciatique, épilepsie, crampes et anémies.	Diminue l'angoisse, la phobie et la peur, élimine la haine et la violence.	Air, Saturne.
POURPRE	Traitement de la frigidité, Vasodilatateur.	Couleur hypnotique.	
MAGENTA	Stimulant cardiaque. Diurétique.	Harmonise les émotions.	Uranus.
ECARLATE	Vasoconstricteur. Stimulant des reins. Augmente la tension sanguine.	Couleur de la sensualité, Contrôle de la tristesse.	

que
uvent
sujet

Comment évalue t-on le BLH d'une lampe à LEDs?

- Prise en compte du champs de vision dans l'exposition

$$L_b = \int B(\lambda) \cdot L_\lambda(\lambda) \cdot d\lambda \quad \text{sur } 300-700 \text{ nm,}$$

Risque rétinien en lumière bleue	Groupe sans risque	Groupe risque faible	Groupe risque modéré	Groupe risque élevé
Durée d'exposition autorisée (s)	10 000	100	0.25	<0.25
Champs de vision (mrad)	100	11	1.7	1.7

Tableau 2: correspondance entre durée d'exposition et champs de vision.

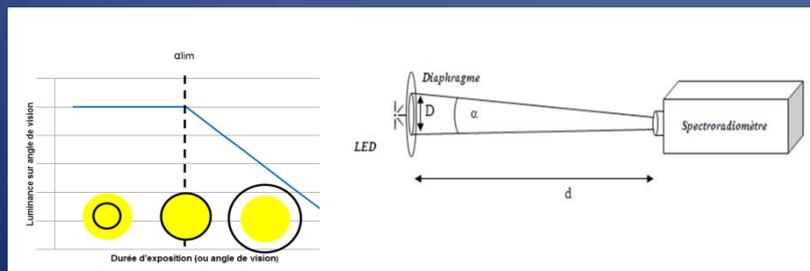
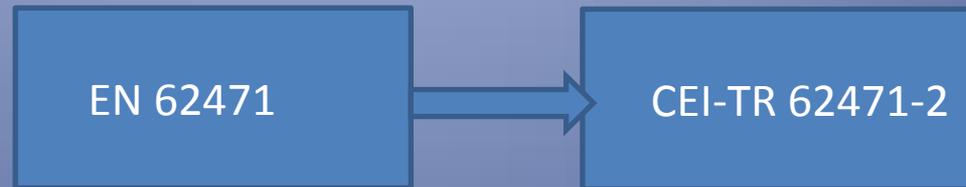


Figure 6: Principe de la mesure de luminance sur le champ de vision.

Les normes applicables

- Les normes génériques de sécurité photobiologique



EN 62471: « exigences de sécurité photobiologique pour les lampes et les appareils utilisant des lampes »

→ encadre l'exposition aux sources de rayonnements optiques incohérentes à large spectre, depuis l'ultraviolet jusqu'à l'infrarouge en passant par le visible.

CEI-TR 62471-2: « Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety »

→ guide le fabricant dans la compréhension des exigences de sécurité photobiologique

→ propose des mesures de sécurité

→ propose un marquage

Les normes applicables

CEI/RT 62778 : “Application de la CEI 62471 aux sources de lumière et aux luminaires pour l’évaluation du risque lié à la lumière bleue”

→ Se donne pour objectif de clarifier l’évaluation du risque lié à la lumière bleue de tous les produits d’éclairage dont l’émission est principalement dans le visible.

Les normes applicables

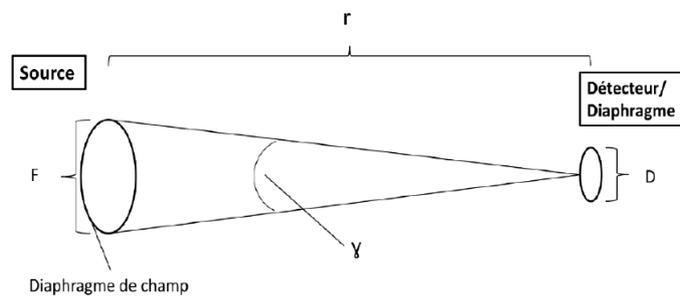
- Les normes appliquées à l'éclairage

CEI/RT 62778 : "Application de la CEI 62471 aux sources de lumière et aux luminaires pour l'évaluation du risque lié à la lumière bleue"

→ Se donne pour objectif de clarifier l'évaluation du risque lié à la lumière bleue de tous les produits d'éclairage dont l'émission est principalement dans le visible.

Projet CEI 60598-1/Ed.8 "Luminaires: exigences générales et essais"

→ "Les luminaires avec LED ou modules LED intégrés doivent être évalués conformément à la CEI/TR 62778"



Relation entre l'éclairement énergétique mesuré, E , et la luminance énergétique de la source L :

$$E = L \cdot \Omega$$

Avec Ω est l'angle solide sous-tendu par l'angle plan γ .

Pour des sources circulaires de faible taille :

$$\Omega = \frac{\pi \cdot \gamma^2}{4} \text{ avec } \gamma = \frac{F}{r}$$