Fleurance 23 Octobre 2009

Les LEDS
Une Nouvelle menace pour le Ciel et l'Environnement Nocturne

Alain LE GUE

Avec l'aide précieuse de Nicolas Bessolaz

Des propositions avec des LEDS de plus en plus nombreuses

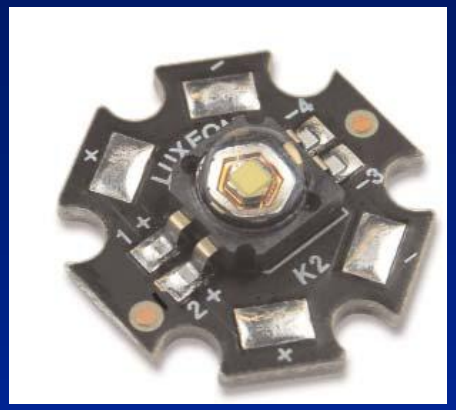
Elles font des progrès

En efficacité

En rendement lumineux

Les LED

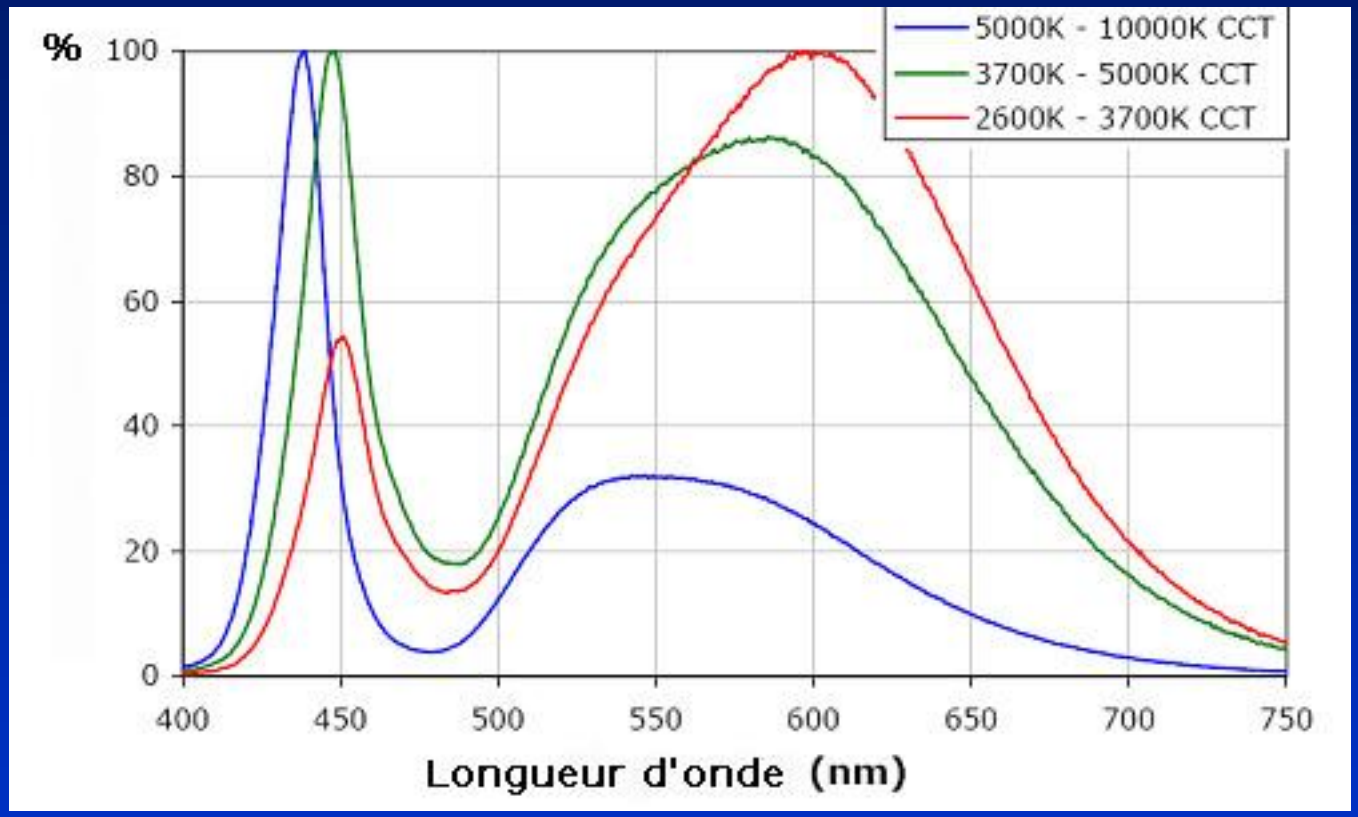
Comparaisons



Types de lampes – Caractéristiques Chromatiques et efficacités		
Types de lampes	**Couleur**	**Efficacités lumineuse Lm/Watt**
Sodium Basse Pression	Jaune	150- 200
Sodium Haute Pression	Rose/ Jaune ambré - Blanc	90-140
Halogénure/Iodure métallique	Blanc froid Blanc Chaud	60-120
Fluo compacte	Blanc	45-60
Vapeur de mercure	Bleu vert / Blanc	40-60
Incandescence/Halogène	Jaune / Blanc	8-25
LED	Toutes couleurs	30-80 ->> 120 LED XR-E Cree

Les lampadaires à LED

Des Spectres



Comparaison de différentes courbes spectrales de LED :

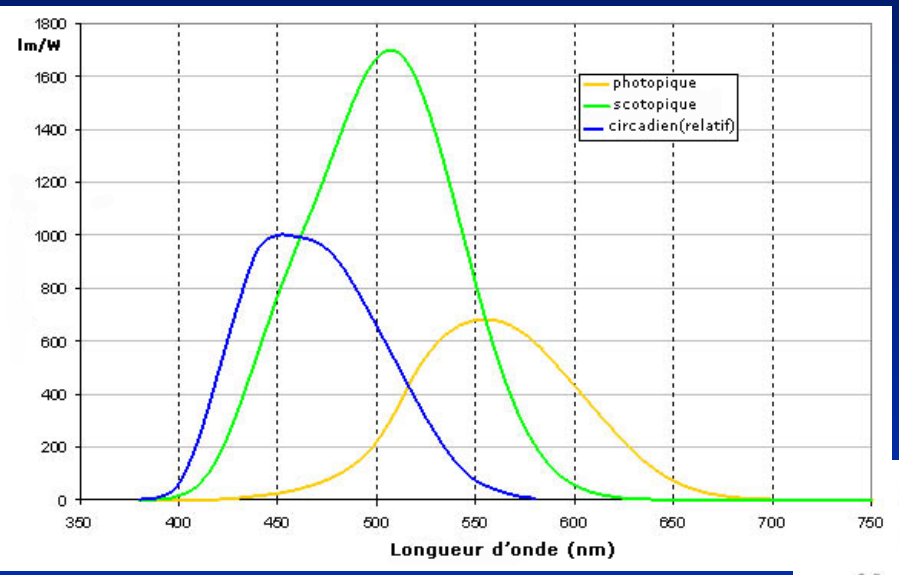
blanc froid en bleu,

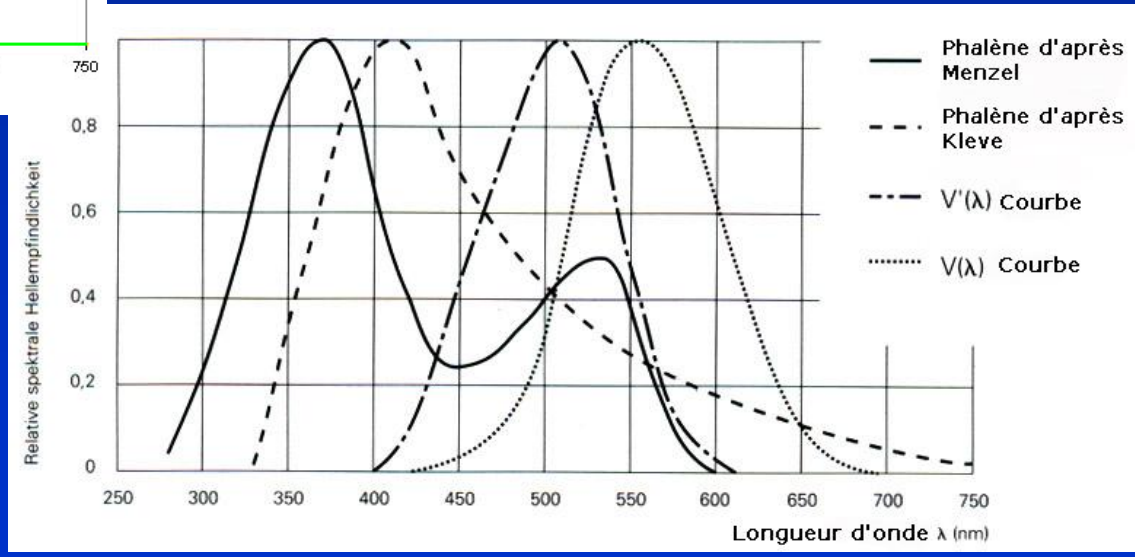
blanc neutre en vert

blanc chaud en rouge.

Vision des humains et des insectes

Vision **photopique** : c'est la vision diurne naturelle ou artificielle, les niveaux de luminance sont d'au moins 3 Cd /m2.
Vision **scotopique** : c'est la vision nocturne, les niveaux de luminance sont inférieurs à 10 -3 Cd/m2.
Vision **mésopique** : c'est la vision crépusculaire, entre la vision diurne et la vision nocturne.





Comparaison de la courbe de sensibilité spectrale humaine et de phalènes
V(λ) scotopique V'(λ) photopique

Avantages des LED

Consommation potentiellement plus faible (1)

Suppression du flux lumineux émis au dessus de l'horizontale si la vasque les accueillant est un minimum optimisée

Il est très facile de limiter leur puissance lumineuse

Elles acceptent mieux les cycles d'allumage/extinction

Elles acceptent les variateurs de puissance

Donc seront ainsi très efficaces couplées à des détecteurs de présence

(1) Dans l'hypothèse où environ 20% de l'électricité au total est utilisée par l'éclairage, si 80% de l'éclairage est réalisé par des LED avec un rendement de 150 lm / Watt, la réduction de la consommation électrique sera de 10 % !

Cf. E fred Schubert & all "Solid-state lighting - A benevolent technology," Rep. Prog. Phys. 69, 3069 (2006)

Douarnenez

Inconvénients des LED

Cycle de fabrication très énergivore

Utilisent de nombreux matériaux rares (indium, gallium arsenic).

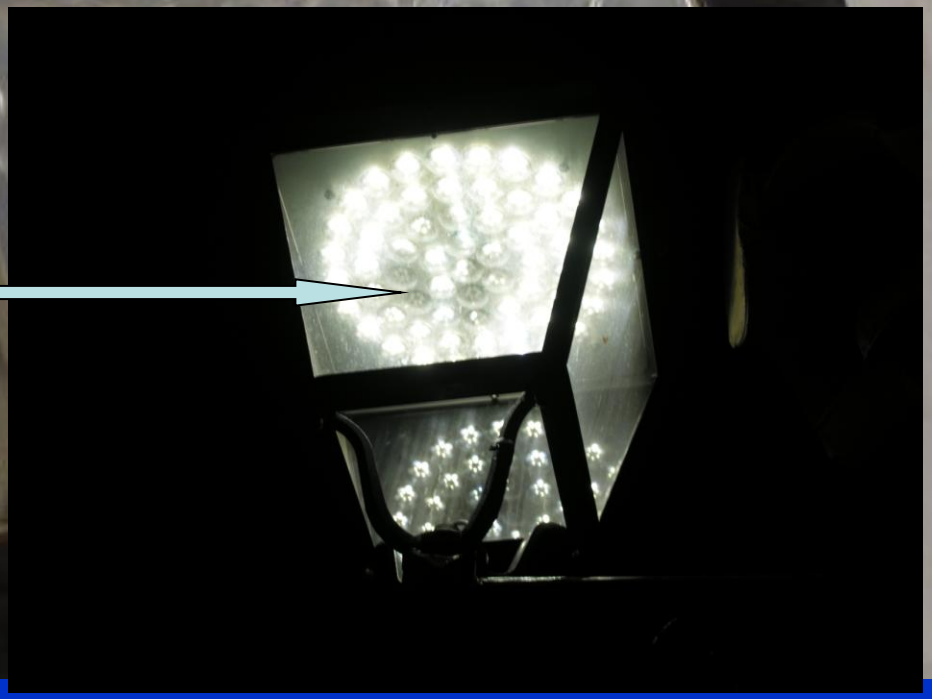
Recyclables en théorie mais doutes sur ce recyclage en tant que déchets électroniques.

Les LED émettent beaucoup de chaleur

l'évacuation de la chaleur est indispensable pour une bonne durée de vie.

Doutes sur la véritable durée de vie des LED,

Constat dans un village où
au bout d'un an d'utilisation,
environ 10% des LED en panne.



Les constructeurs ne proposent que des LED émettant
une lumière blanche avec une température de couleur très supérieur à 3000 K.

Lumière blanche et Ciel

Le Halo lumineux urbain sera augmenté

La lumière bleue (450 nm) est = 2,23 fois plus diffusée qu'une lumière jaune (550 nm).

Même si les lampadaires sont correctement conçus (ULOR nul)

La réflexion est toujours présente.

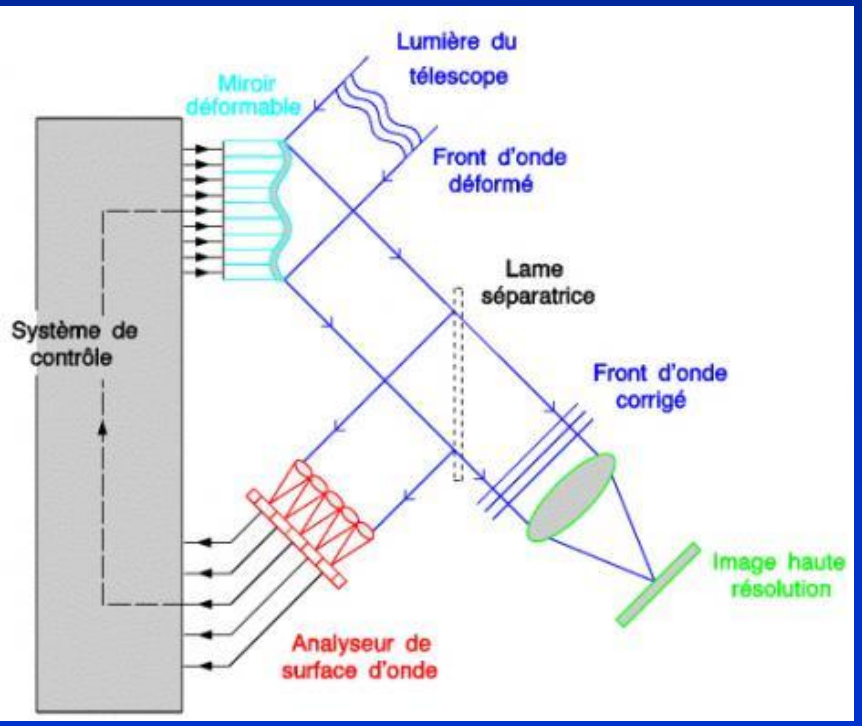
Lumière blanche et Ciel

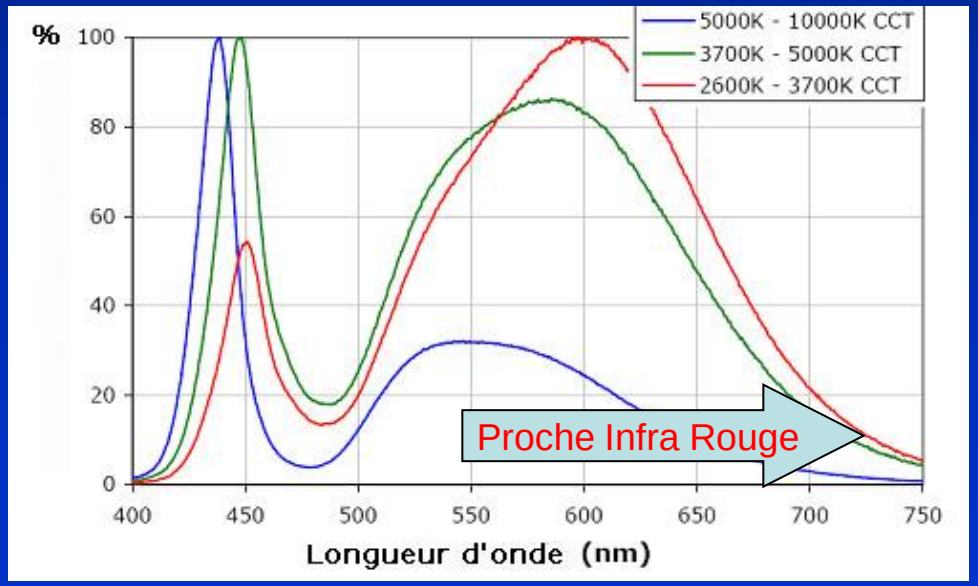
En astronomie observations de plus en plus dans le Proche IR (décalage vers le rouge des galaxies, absorption par les poussières de notre Galaxie).

Utilisation du Proche IR pour les systèmes d'optique adaptative.

Les LED ont un continuum qui affectera le domaine optique en totalité (contrairement aux lampes à décharge Ex : SHP) et ne laissera aucune région « libre » : spectroscopie très affectée !

⇨ Il faut donc veiller également à maîtriser le spectre des LED destinée à l'éclairage public dans ce domaine en éliminant toute contribution au-delà de 700 nm.

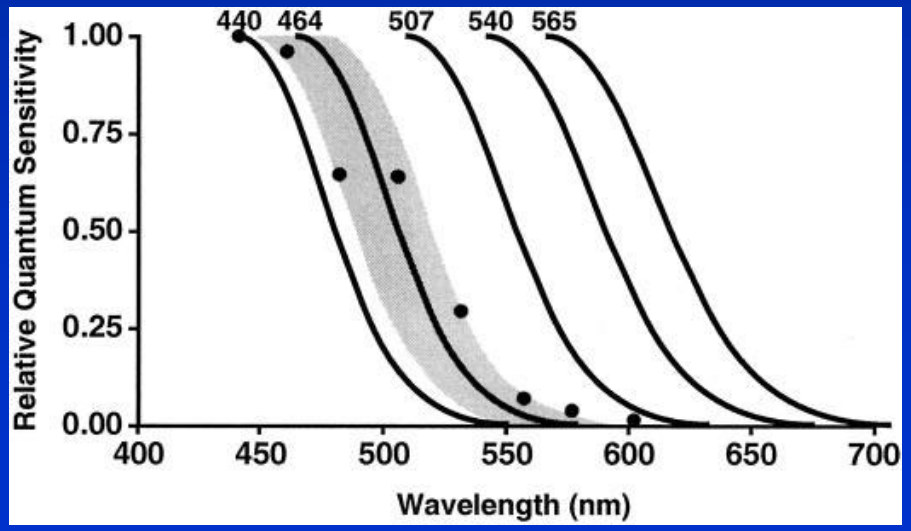




Lumière blanche et Environnement

La flore,
la faune,
nous humains…
Sommes la nuit, perturbé par une lumière avec un spectre riche en courtes longueurs d'ondes.

la lumière blanche est très éblouissante pour les humains et notamment pour les personnes âgées et les déficients visuels si le bafflage n'est pas efficace pour des angles de défilement supérieurs à 65 .



Diminution de la mélatonine

chez les humains

Cf. Art. Diminuer halos lumineux et protéger le ciel & Environnement (c) A. Le Gue N. Bessolaz 2009

Evitons la Lumière blanche

Les LED augmentent la tendance d'installer des éclairages blancs (lampes a halogénure ou iodure métallique et lampes à induction).

Mais…

La lumière blanche

a plus d'impact !

Cf. Art. Diminuer halos lumineux et protéger le ciel & Environnement (c) A. Le Gue N. Bessolaz 2009

Quelques lampadaires à LED

lampadaire EP à LED haute puissance de Joliet

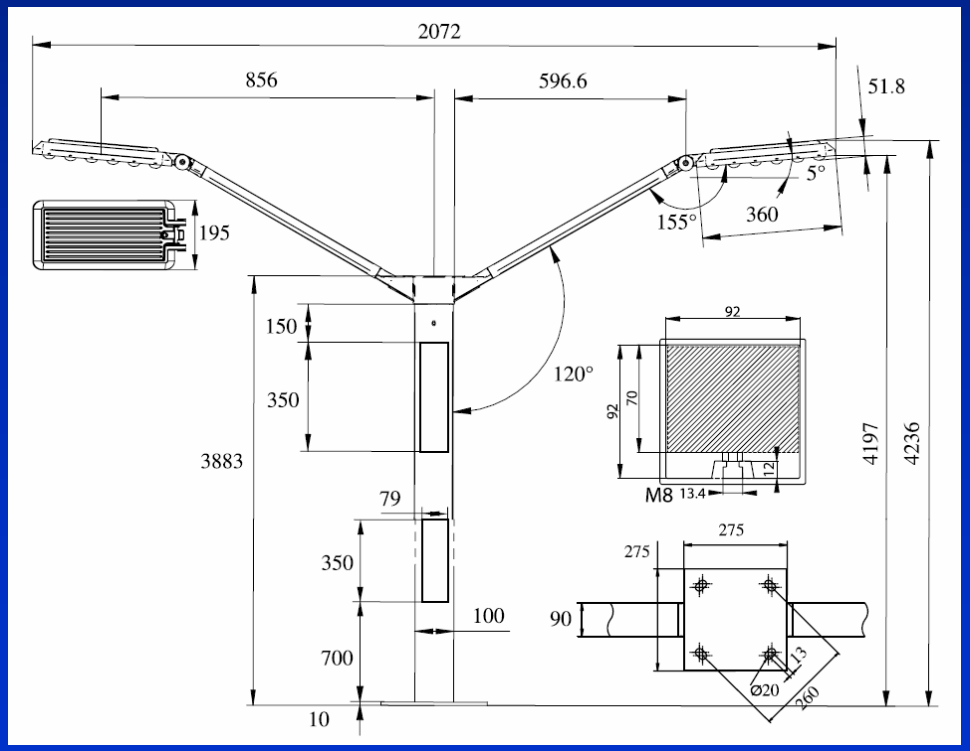
Pour remplacement lampe sodium SHP de 150W
à 7 mètre de hauteur.
Son flux lumineux 4200 lm.
Son prix 573.08 Euros.
Emet une lumière très blanche
entre 3000 et 7000K suivant le choix des LED
Consommation électrique de 56W
mais avec l'appareillage de 75 watts
Donc consomme environ deux fois moins

Mais avec une lampe SHP de 150 W on s'attend à 15000 lm
Même si le flux est mieux dirigé pour les LED (gain X1.6), il consomme donc plus pour des performances équivalentes.
Avec les niveaux de luminances en éclairage public actuellement au dessus de 0,3 cd/m2 :
La lumière blanche ou orangée conduise à des niveaux de performances visuelles très similaires.

Quelques lampadaires à LED

Luminaire Philips CityWing

18 LED blanches ayant une température de couleur avoisinant les 5300 K,
(mélange de LED blanches et ambres T de couleur de 2700 K, 3200 K ou 4000 K.
Consommation totale 160 W
Prix minimum est de 159.90 euros.



Attention au problème de l'orientation des luminaires

lampadaires à LED autonomes

Une solution Eco- Logique ?

Mêmes avantages des luminaires à LED…

Doutes sur la tenue en cas de forte tempête

Matériels à recycler :

Batteries.

Panneaux solaires demandant également pour leurs fabrications matières premières rares et métaux lourds.

Menace de « mitage lumineux » dans les zones naturelles.

Plus généralement doute sur la maintenance, remplacement des LED individuelles.

Une avancée ?

Nouveau luminaire Innolumis

http://www.innolumis.nl/

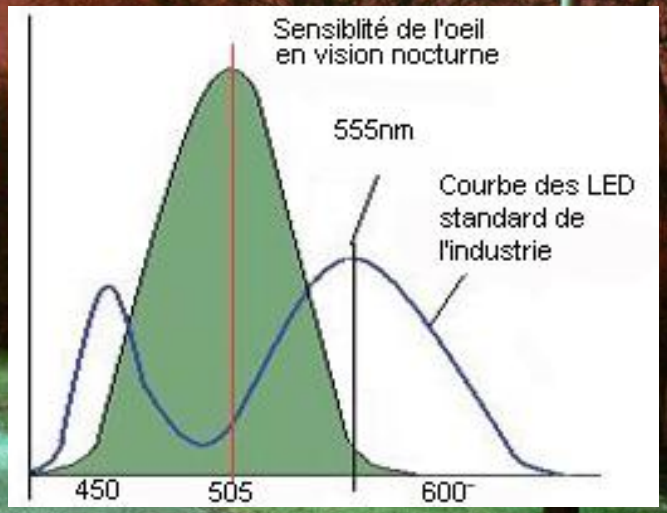
Elle affirme que la lumière émise

est centrée sur le pic de la vision humaine nocturne,

dans le bleu-vert atténuant l'éblouissement

et les courtes longueurs d'onde

ayant un impact sur l'environnement.



La prudence s'impose.
Nous ne connaissons pas actuellement le spectre réel des LED utilisées.
Pour diminuer l'impact sur le halo lumineux, la longueur d'onde devrait se situer vers 550 nm (vert-jaune) pour les niveaux de luminance utilisés en éclairage public.
(souvent supérieur à 0.5 cd/m2)
En pratique beaucoup plus proche de la réponse photopique de l'œil.

CONCLUSION

Des luminaires équipés de sources lumineuses ayant un spectre lumineux possédant une dominante jaune sont préférables.

⇨ Spectre entre 500 nm à 550 nm pour des éclairements faibles équivalant à la pleine lune,

⇨ Niveau en moyenne inférieurs à environ 0,5 lux

⇨ Maxima en dessous de 1 lux.

↳ Ces niveaux sont l'avenir de l'éclairage extérieur durable en dehors des zones fréquentées. (Mise en valeur raisonnable de l'éclairement naturel, là où et quand c'est nécessaire)

⇨ Pour la protection des observatoires,

✓ Maîtrise générale du spectre des LED, dans tout le continuum.

✓ Maîtrise des émissions dans le proche Infrarouge:

↳ élimination de toute contribution au-delà de 700 nm.

Si les LED sont imposées…

Il est très important de demander des LED ayant une température de couleur bien inférieure à 3000 K.

Je vous remercie de votre attention