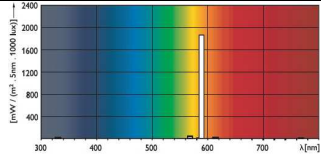
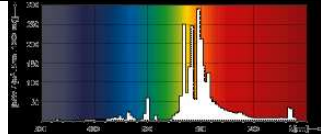
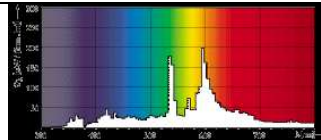
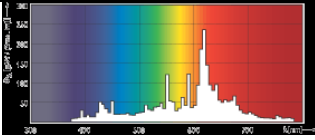
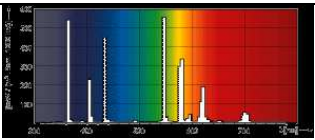
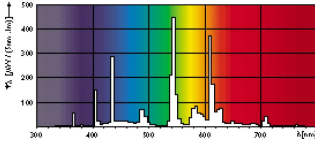
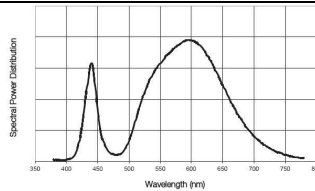
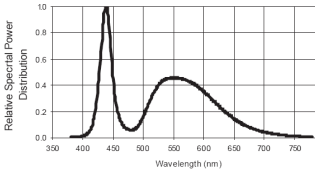


L'impact du type de spectre lumineux sur l'environnement nocturne

© Nicolas Bessolaz

Type de lampe considérée	Spectre et température de couleur associée	Rendement lumineux (en lm/W) dans les différentes bandes de sensibilité de l'œil humain			Facteur d'amplification de la diffusion Rayleigh par rapport à une lampe au Sodium Haute Pression dans la bande scotopique	Economie d'énergie possible en utilisant la lumière blanche par rapport au Sodium Haute Pression pour une luminance de 0,5 cd/m ² (en %)	Impact minimal sur l'environnement nocturne
		Photopique (L > 3 cd/m ²)	Mésopique* (L = 0,5 cd/m ²)	Scotopique (L < 0,001 cd/m ²)			
Sodium Basse Pression (Philips SOX 90W)	 <p>T=1800 K</p>	152	146	33	0,41	37,7	0,26
Sodium Haute Pression (Philips SON-T 70W)	 <p>T=2000 K</p>	95	106	64	1	0	1
Iodures métalliques à brûleur céramique 1 MASTER CityWhite CDO-TT 70W	 <p>T=2800 K</p>	86	116	86	1,92	8,6	1,75

Iodures métalliques à brûleur céramique 2 MASTER CosmoWhite CPO-TW 90W	 T=2880 K	112	148	144	2,49	28,4	1,79
Vapeur de Mercure Haute Pression Philips HPL 4 80W	 T=4200 K	50	61	50	0,87 (en fait 1,51 pour obtenir le même flux lumineux qu'avec une SHP !)	-73,8	1,51
Induction PhilipsMASTER QL 85W	 T=4000 K	82	114	121	2,05	7	1,91
LED Luxeon K2 blanc chaud	 T=3000 K	62	82	80	1,29 (en fait 1.67 pour obtenir le même flux lumineux qu'avec une SHP) !	-29	1,67
LED Luxeon K2 blanc froid	 T=5500 K	84	129	160	2,91	17,8	2.40

* La courbe de sensibilité de l'œil en vision mésopique utilisée ici pour un niveau de luminance photopique moyen de 0.5 cd/m^2 (correspondant à la fourchette plutôt basse des niveaux préconisés par la norme EN 13201 en éclairage public) est calculée à partir du travail de Bullough & Rea (2008) intitulé « *Innovative, Energy-Efficient Lighting for New York State Roadways : Opportunities for Incorporating Mesopic Visibility Considerations Into Roadway Lighting Practice* » effectué au « *Lighting Research Center Rensselaer Polytechnic Institute* ».

On rappelle que la vision mésopique correspond à un fonctionnement physiologique de l'œil intermédiaire entre la vision de jour dite « photopique » pour des luminances supérieures à 3 cd/m^2 et la vision dans l'obscurité complète avec des luminances inférieures à 10^{-3} cd/m^2 .

On a calculé l'impact minimal sur l'environnement nocturne en supposant que l'œil humain en vision scotopique se rapproche le plus de la vision nocturne de la faune. Il faut noter que c'est bien un impact minimal car la courbe de sensibilité de la vision des insectes en particulier est beaucoup plus grande en deçà de 400nm que pour l'œil humain qui atteint alors sa limite de détection dans ses longueurs d'onde. C'est le cas en particulier des lampes à vapeur de mercure haute pression qui ont un impact « apparent » que 50% plus fort par rapport au sodium haute pression avec cette hypothèse alors que de nombreuses études en entomologie montrent que ces lampes au mercure attirent au moins 2 fois plus d'insectes et même jusqu'à 4 fois plus pour certaines espèces que le sodium haute pression (cf. par exemple *Eisenbeis, G. and F. Hassel (2000), "Attraction of nocturnal insects to street lights - a study of municipal lighting systems in a rural area of Rheinhessen (Germany)", Natur und Landschaft 75(4):145-156*).

Ce tableau récapitulatif montre différents résultats. Le sodium basse pression reste la lampe impactant de loin le moins l'environnement nocturne et doit rester la norme à proximité des observatoires malgré son rendu de couleur médiocre. Les lampes avec une lumière blanche froide (T~5500K) ont ainsi un impact 10X supérieur à une lampe au sodium basse pression !

On voit que les sources en lumière blanche, même si on adapte à la baisse les niveaux d'éclairement pour maintenir le même niveau de luminance en éclairage public (pris ici pour l'exemple à 0.5 cd/m² de moyenne) afin d'avoir des performances visuelles équivalentes au sodium haute pression tout en faisant quelques économies d'énergie (qui reste la plupart du temps bien faible), contribuent à amplifier la pollution lumineuse de 50 à 140 %. On a supposé ici que la réflectance des chaussées était similaire pour les différents types des spectres des sources. La prise en compte de cette variable ne modifie pas les résultats.

En conclusion, les sources à lumière blanche doivent donc être réservées aux centres urbains et ne doivent pas se généraliser pour ne pas dégrader encore plus notre environnement nocturne. Par contre pour des bien plus faibles niveaux de luminances dans la bande photopique L~0.05 cd/m² (équivalent à des éclairages au sol juste en dessous du lux pour les chaussées typiques en France) qui sont exploitables en particulier pour le déplacement des piétons ou l'éclairage des zones résidentielles, les sources à lumière blanche pourraient être utilisées avec efficacité, notamment avec les sources à LED couplées à des détecteurs de présence, tout en ayant un impact sur l'environnement nocturne à peu près équivalent aux sources classiques au sodium haute pression. Les éclairages au sol équivalents dans la bande mésopique seraient en effet confortables pour un tel usage autour de 3 lux. Par contre, même dans ce dernier cas, les spectres des LEDS auront un fort impact pour l'étude des propriétés physiques des objets astrophysiques car l'émission de rayonnement produite par les LEDS forme un continuum infiltrable contrairement aux spectres des lampes à décharges composées essentiellement d'un nombre fini de raies dont on peut s'affranchir en partie en spectroscopie haute résolution.