

NUMÉRO 16 / OCTOBRE-NOVEMBRE-DÉCEMBRE 2012

www.ascen.be

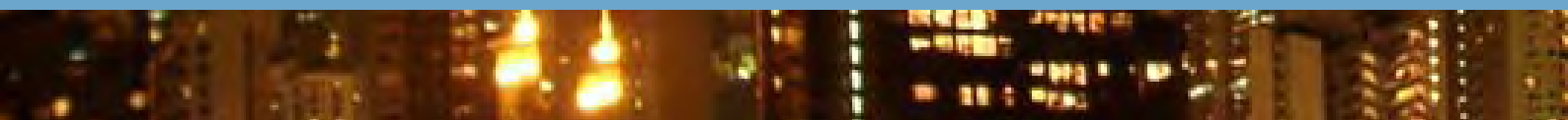
OBSCURITAS NOCTIS



REVUE DE L'ASSOCIATION POUR LA SAUVEGARDE DU CIEL ET DE L'ENVIRONNEMENT NOCTURNES ASBL



COMPTE-RENDU DU SYMPOSIUM EN POLOGNE SUR LA POLLUTION LUMINEUSE - L'AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION ADOPTE DE NOUVELLES POLITIQUES - LES NUAGES AMPLIFIENT LE PHÉNOMÈNE DE POLLUTION LUMINEUSE ÉCOLOGIQUE - LES NUITS ÉCLAIRÉES ET L'EFFET DES CYCLES DE LUMIÈRE ARTIFICIELLE - LES DANGERS DES LED



Revue éditée par l'Association pour la Sauvegarde du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ASCEN) ASBL
Rue du Dolberg, 7
B-6780 Messancy
0473.63.44.24
info@ascen.be
www.ascen.be

PRÉSIDENT :

Francis Venter
GSM : +32 (0)473 63 44 24
Tél. : +32 (0)63 38 96 86
francis.venter@gmail.com
Rue du Dolberg, 7
B-6780 Messancy

VICE-PRÉSIDENT :

Philippe Demoulin
GSM : + 32 (0)485 07 47 55
Tél. : +32 (0)4 252 16 65 (privé)
Tél. : +32 (0)4 366 97 85
demoulin@astro.ulg.ac.be
Rue Saint-Maur, 95
B-4000 Cointe (Liège)

SECRÉTAIRE :

Philippe Vangrootloon
GSM : +32 (0)499 16 26 02
Tél. : +32 (0)71 32 58 18
philippe.vangrootloon@gmail.com
Rue Pays de Liège, 30
B-6061 Montignies-sur-Sambre

TRÉSORIER :

Jean-Marie Mengeot
GSM : +32 (0)473 53 90 93
Tél. : +32 (0)81 73 57 86
jean.marie.mengeot@gmail.com
Rue Charles Zoude, 53
B-5000 Namur



Couverture : vue de Hong Kong

COMPTE-RENDU DU SYMPOSIUM EN POLOGNE SUR LA POLLUTION LUMINEUSE

Jean-Marie Mengeot et Raoul Lannoy sont allés les 13 au 15 septembre derniers suivre le 12^{ème} symposium sur la pollution lumineuse à Bielsko-Biala en Pologne.

Voici les commentaires de Jean-Marie :

« Le symposium était très intéressant mais éreintant (très courte nuit et concentration intellectuelle sur les langues anglaises et flamandes). Je suis même passé à la télévision polonaise dans le JT.

Je suis en contact avec mes homologues italiens pour élargir le réseau de mesure de la pollution lumineuse en Europe.

J'attends leurs propositions. Il y a pour l'instant plusieurs réseaux qui se confrontent notamment sur le partage et l'utilisation des données, en licence libre ou avec maintien des droits des propriétaires de l'instrument. Il y a aussi encore des difficultés sur une homologation des mesures pour une meilleure comparaison entre les différents moyens de mesure. On parle aussi de conversion en atmosphère standard encore à définir.

Mes homologues allemands (Härald Bardenhagen et Andreas Hänel) envisagent de transformer assez rapidement la région de Vogelsang (Parc de l'Eifel, du côté allemand)



« Le ciel étoilé fait partie intégrante du patrimoine mondial à préserver »
UNESCO, 1992

en "Dark Sky Park". Ils voudraient que la partie belge de l'Eifel-Vogelsang qui est déjà un parc naturel le soit aussi. Aussi, il m'a demandé ainsi qu'à Raoul d'entrer en contact avec les personnes responsables de la région de Vogelsang belge qui reprend les Hautes Fagnes, jusqu'à Butchenbach, Elsenborn, Eupen, Jalhay et Spa.

Aussi je vous en parle mais nous devons en parler aussi avec les autorités wallonnes et germanophones pour concrétiser cela. Je pense aussi avec l'armée car le domaine militaire d'Elsenborn se trouve dans la zone de Vogelsang-Eifel. Je n'envisage pas de m'impliquer complètement seul dans ce projet.

Je pense que nous ne pouvons pas passer à côté de cette occasion. Mais cela impliquera des obligations assez contraignantes pour la région sur les conditions d'éclairage comme le changement des luminaires de la région et extinction des lampes non utiles. Il ne pourra pas être dérogé à ses obligations.

<http://sterne-ohne-grenzen.de/projekte/nationalpark-eifel/>
<http://www.youtube.com/watch?v=cQkGrc1-NbU>

Évidemment la proximité de Liège et Cologne ne donnera jamais le ciel du Dark Sky Park exempt de toute pollution lumineuse. C'est un début.

Mon homologue slovène (Andrej Mohar) qui est seul consultant à l'UE demande de l'aide d'autres associations européennes (pas les clubs d'astronomie). Les français (ANPCEN) et les flamands

(BBL-Preventie Lichthinder VZW) ont accepté. J'ai pris une option pour que l'ASCEN et l'IEW acceptent aussi en envoyant une personne ou deux à l'UE. C'est rémunéré par l'Europe.»

Voici maintenant les commentaires de Raoul :

« Voici le rapport sur notre voyage en Pologne (une première pour les 4 belges) au symposium sur la pollution lumineuse à Bielsko-Biala au nord-ouest de Cracovie. Il y avait Raoul, Jean-Marie, Friedel et Eric. Friedel avait tout organisé et était notre chauffeur.

Jeudi matin, réveil (enfin, sortie du lit vers 3:50 AM), je fonce vers Hever, près de Malines, j'y laisse la voiture et à 3 + le chauffeur, nous nous rendons à Gosselies où nous retrouvons Jean-Marie, pour le voyage aller avec Ryanair vers Cracovie. Ma valise est suffisamment petite et légère pour passer comme bagage à main. Après 1:30 de voyage, arrivée à Cracovie...

Première difficulté: lire !! Tout est en polonais (wel, of course..on est en Pologne). Location d'une voiture Chevrolet auprès d'une firme bon

marché. Quand on cherche le moyen de locomotion, la location, l'hôtel les meilleurs marchés, ça se paie en temps, éloignement, lenteur et fatigue. Sur le trajet, on passe par une ville "Oswiecim" en polonais, mais en allemand, "Auschwitz", là où l'humanité a connu l'horreur.

Nous arrivons à notre hôtel Mazowsce Spa à Ustron, à 40 km de Bielsko-Biala (hôtel très propre, chic) puis nous retournons à Bielsko-Biala pour tester le matériel vidéo pour les deux prochains jours (il a fait très pluvieux ce jeudi).

Nous remarquons que les voitures ont toutes leurs phares allumés, nuit et jour... que les toilettes vont par trois (pour hommes, pour femmes, pour handicapés), que les hôtels ont des ascenseurs vitrés qui souvent se trouvent à l'extérieur du bâtiment. Chaque fois que nous avons besoin d'une personne (par exemple dans un restaurant) nous prions pour qu'elle parle en anglais, ce qui fut le cas (parfois difficilement).

Julia Romanowska, qui a organisé ce symposium avec l'aide des autres membres de son club d'astronomie (Polaris) et avec Friedel, était assez



nerveuse et paniquée jeudi. Ses parents l'ont aidée aussi. Julia parle très bien l'anglais et nous l'avions rencontrée à Os-nabrück l'année d'avant.

Le site de leur association:

<http://www.polaris.org.pl/>

Le symposium:

<http://www.ciemnieniebo.pl/>

Le vendredi, réveil à 6:45 pour petit-déjeuner vers 7:15 ; il y avait de tout mais après bien des minutes, voici qu'arrive enfin sur une très grande table couverte de plats avec toute sorte de mets, une petite assiette avec de la marmelade... Les routes n'ont jamais été très encombrées même aux heures de pointes en semaine.

A Bielsko, dans notre salle de conférences, introductions des organisateurs en polonais (avec des traductrices en cabine et des appareils pour l'oreille pour la version anglaise) et la TV polonaise!! (merci pour le lien, Jean-Marie)

<http://www.youtube.com/watch?v=iv6YMOT-MGM>

Les polonais (Kolomanski, Michalek, Sanetra) ont parlé d'actions de groupes travaillant avec l'UE, protection des régions, des yeux, travail avec les ingénieurs pour par exemple refaire les éclairages des routes. La firme ES-System a des projets de luminaires avec LED vers le bas et seulement à 80 cm du sol de la route:

http://www.productpilot.com/en/suppliers/es-system-s-a/product/mf_ba-

[ta_0030953699/en](http://www.ta_0030953699/en)

Il a aussi été question des Dark Sky Parks comme celui d'Izera:

<http://www.izera-darksky.eu/index-en.html>

Puis est venu le tour de Paul Marchant (UK) qui a fait une étude à Leeds sur la criminalité, ses statistiques et la PL:

http://www.leeds-smet.ac.uk/hss/research_EDC53C79077E40FD84EADBFF5D47FCAE.htm

Andrej Mohar (Slovenie) est revenu sur l'île de Lastovo en Croatie où la lumière a été fortement réduite:

<http://www.lastovo.org/en/about/sky>

Janne Rinne (Finlande) a aussi parlé du fait qu'il y a de moins en moins de neige et de plus en plus de lumière chez lui. Giacomelli (Italie) ne veut pas éteindre mais mieux éclairer:

http://www.attivarti.org/?page_id=614

Le hollandais Marty Haaima sur les études sur les mesures de la brillance nocturne en NL: à long terme, locales, validations par satellites et des modèles et les intercomparisons SQM-LES.

Andreas Haenel a fait des études sur les naturparks, le Westhavelland Nationalpark... C'est assez complexe car il peut y avoir de la PL mais cela n'empêche pas que des régions puissent bénéficier du label DSP, par exemple pour permettre la visite de personnes intéressées. Pour la Belgique, comme l'écrit Jean-Marie, c'était la partie la plus intéressante du voyage (d'avantage plus bas).

Comme DSK, il y aussi Poloniny SDP (frontières entre Pologne, Slovaquie et Ukraine). Günther Wuchterl a parlé d'Alpine Starlight, Starlight Oasis, Reserves and World Heritage, des dômes de lumière et de leur énergie.

Discussions avec Christopher Kiba sur la distribution angulaire des émissions de lumières artificielles émises vers le haut à Berlin, étudiées depuis un avion et sur plusieurs heures (à faire pour Londres, Vienne, Paris, etc).

Christopher a obtenu un vote pour qu'on adopte un format standard pour la mesure du halo lumineux dans le ciel. De standard a déjà été accepté lors de l'assemblée de l'Union Astronomique Internationale à Pékin il y a quelques semaines. Günther a débattu de la mesure de l'obscurité par exemple dans tel ou tel paysage terrestre.

Le vendredi soir, nous avons diné près du lieu d'observation de Polaris-OPP (avec les spots de caméras de la TV nationale). Nous avons visité leur local (ils ont un décor de train électrique pour les visiteurs, avec les différents éclairages la nuit, pour notamment montrer ce que cause la pollution lumineuse). C'était fort convivial. Il y a bien eu des étoiles vers 23h mais nous avons un long voyage retour vers l'hôtel.

Jan Hollan, le lendemain, est revenu sur sa définition de la pollution lumineuse et a demandé un vote pour l'adoption d'un texte à soumettre à l'UE. Problèmes: les textes ne sont pas dans un anglais correct, la vote a eu lieu à main levée et surtout, il prétend que toute lumière artificielle est

une pollution lumineuse... (j'ai évoqué ma collision dans le noir lors d'une star-party avec un bloc de béton dans le noir et ma cicatrice)...

Bob Parks (IDA) revient sur les objectifs d'IDA ; il y aura aussi un film pour les planétariums qui doit montrer ce que c'est qu'un ciel pollué par la lumière; , éducation des enfants et des adultes sur la problématique.

Lendemain, retour par Brussels Airlines en Avro, vers Bruxelles à 11000 m d'altitude...Le soleil (au-dessus, devant la vitre) se réfléchissait sur tout ce qui était surface liquide et

métallique au sol et on aurait dit des diamants qui nous suivaient sur tout le parcours : génial !

Pour nous, le plus important, c'est le contact avec Harald Bardenhagen et aussi Andreas Hänel.

<http://sterne-ohne-grenzen.de/dark-sky-video/>

Il réalise que son site n'est pas vraiment traduit en anglais (il va le faire). Il s'agit de faire en sorte que le parc naturel de l'Eifel en Allemagne soit déclaré Parc de Ciel Sombre (Dark Sky Park) avec la partie occidentale du parc qui est

sur territoire belge (région de Vogelsang, Elsenborn, Haute-Fagnes).

C'est à l'ASCEN d'examiner qui peut être contacté dans la région, qui connaît l'allemand (ou/et l'anglais). C'est une opportunité à saisir et aussi une manière de montrer qu'on peut agir internationalement sur un problème qui ne connaît pas les frontières.

Friedel va encore nous communiquer d'autres infos qui viendront. »

L'AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION (AMA) ADOPTE DE NOUVELLES POLITIQUES

L'American Medical Association (AMA), l'organisation de la nation la plus grande des médecins, a voté ce 19 juin 2012 lors de sa réunion annuelle l'élaboration de nouvelles politiques :

Effets néfastes sur la santé de l'éclairage de nuit

Aujourd'hui l'AMA a adopté une nouvelle politique en reconnaissant que l'exposition à une lumière excessive pendant la nuit peut perturber le sommeil, exacerber les troubles du sommeil et causer des conditions de conduite automobiles dangereuses.

La politique appuie également sur la nécessité de développer les technologies d'éclairage qui minimisent les

perturbations du rythme circadien et encourage de nouvelles recherches sur les risques et les avantages de l'exposition professionnelle et environnementale à la lumière nocturne.

« Le cycle naturel de 24 heures de la lumière et de l'obscurité permet de maintenir l'alignement des rythmes biologiques circadiens ainsi que des procédés de base qui aident notre corps à fonctionner normalement », a déclaré Alexander Ding, membre du conseil de l'AMA.

« Une exposition excessive à l'éclairage artificiel la nuit perturbe ces processus essentiels et peut créer des effets potentiellement nocifs sur la santé

ainsi que des situations dangereuses. »

« Ce type de perturbation affecte particulièrement ceux qui sont employés par les industries nécessitant une main-d'œuvre 24 heures sur 24 ainsi que celles confrontées à des conditions de conduite dangereuses causées par la lumière artificielle sur les voitures et l'éclairage routier.

En appuyant les technologies nouvelles qui permettront de réduire l'éblouissement et de minimiser les perturbations du cycle circadien, l'AMA prend des mesures pour améliorer à la fois la santé et la sécurité publiques. »

LES NUAGES AMPLIFIENT LE PHÉNOMÈNE DE POLLUTION LUMINEUSE ÉCOLOGIQUE

Un ancien article paru dans Science Daily du 3 mars 2011 : « Clouds Amplify Ecological Light Pollution » à retrouver sur

<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/03/110302171312.htm>.

Il a été démontré que la luminosité des dômes de pollution lumineuse du ciel nocturne au-dessus des grandes villes dépendait fortement de la couverture nuageuse.

Dans les milieux naturels, les nuages assombrissent le ciel nocturne en bloquant la lumière des étoiles, mais autour des centres urbains, cet effet est complètement inversé, selon une nouvelle étude menée par un groupe de physiciens et d'écologues à l'Université libre de Berlin (FU) et à l'Institut Leibniz d'écologie des eaux douces et des pêches intérieures (IGB).

« Nous avons constaté que le ciel couvert était presque trois fois plus brillant que le ciel clair (sans nuages) dans notre zone rurale, et dix fois plus brillant au sein de la ville elle-même »,

dit l'auteur principal de l'étude, le Dr Christopher Kyba, physicien à l'Institut des sciences spatiales de la FU. Leur recherche a été éditée le 2 Mars 2011, dans la revue en libre accès PLoS ONE.

« Les astronomes qui ont lancé l'étude sur la pollution lumineuse étaient concernés par la façon dont l'illumination du ciel faisait disparaître la vision des étoiles les nuits parfaitement claires », explique Kyba, « et les chercheurs qui étudient les influences potentielles de l'illumination du ciel sur la santé humaine ou de l'écosystème, citent souvent les résultats des mesures par satellite prises par les nuits claires. Ce que notre étude montre, c'est que lorsque l'on considère l'impact biologique sur l'homme et l'environnement, l'amplification de la pollution lumineuse par les nuages est importante, et doit être prise en compte. »

L'étude compare les mesures par temps clair ou nuageux qui ont fournis des données de luminosité du ciel prises à l'aide de « Sky Quality Meters »

(SQM) sur la qualité du ciel pendant cinq mois au printemps et à l'été 2010. Deux stations de surveillance ont pris des données à des emplacements situés à 10 et 32 km du centre de Berlin. « La reconnaissance des influences négatives de la pollution lumineuse sur l'environnement n'est venue que récemment », explique le Dr Franz Hölker, écologue, auteur de l'étude, et chef de projet de Verlust der Nacht (VDN - Perte de la Nuit).

« Maintenant que nous avons développé une technique logicielle pour quantifier le facteur d'amplification des nuages, la prochaine étape est d'étendre notre réseau de détection. Le Sky Quality Meter est un dispositif peu coûteux et facile à utiliser, de sorte que nous souhaitons recruter d'autres chercheurs et citoyens-scientifiques du monde entier pour construire une base de données mondiale de la nuit les mesures de brillance du ciel. »

LES NUITS ÉCLAIRÉES ET L'EFFET DES CYCLES DE LUMIÈRE ARTIFICIELLE

La lumière électrique nous a longtemps permis de travailler, de nous reposer et de jouer 24h/24 et 7 jours/7, en défiant les rotations naturelles de la Terre qui définissent le jour et la nuit. Mais quand Thomas Edison a testé la première am-

poule électrique en 1879, il n'imaginait probablement pas que cette invention pourrait un jour contribuer à l'épidémie de l'obésité mondiale.

Le nouveau rapport d'une chercheuse basée à l'Universi-

té d'Aberdeen au Royaume-Uni suggère justement cela. Dans son article pour la revue BioEssays, le Dr Cathy Wyse, de l'Institut de Science Biologique et Environnementale de l'université, présente les résultats de sa recherche sur l'effet

des cycles de lumière artificielle sur notre santé, et plus spécifiquement sur notre poids.

Notre cycle quotidien sommeil-éveil est contrôlé par une horloge moléculaire présente dans chaque cellule du corps humain. Cette horloge possède son propre rythme inné de presque 24 heures, en lui permettant de demeurer parfaitement en accord avec le cycle quotidien généré par la rotation de la Terre.

Mais dans notre monde moderne, l'horloge humaine doit lutter pour rester en accord avec le cycle de rotation quotidien de la Terre: coupables en sont l'exposition à des cycles de lumière artificielle, et l'irrégularité des repas, des heures de travail et de sommeil dans les pays développés.

Les chercheurs appellent ce déséquilibre entre les rythmes circadiens naturels de nos corps et l'environnement, la « désynchronisation circadienne », et le Dr Wyse pense qu'il s'agit d'un facteur contribuant à la prise de poids générale.

« La raison de l'augmentation relativement brusque de l'obésité mondiale dans le monde développé semble être plus compliquée que simplement le régime et l'activité physique. Il y a d'autres facteurs impliqués, et la désynchronisation circadienne mérite davantage d'attention », explique le chercheur.

Son étude explore comment la désynchronisation circadienne affecte la santé humaine en perturbant les systèmes cérébraux qui régulent le métabolisme, menant ainsi à une possibilité accrue de développer l'obésité et le diabète de type 2.

Le Dr Wyse de poursuivre : « La lumière électrique a permis à l'homme de prendre le dessus sur la synchronisation naturelle entre le rythme de l'horloge humaine et l'environnement, et au cours du dernier siècle, les rythmes quotidiens des repas, du sommeil et du travail ont progressivement disparu de nos vies. L'horloge humaine fait des efforts pour rester en accord avec nos modes de vie très irréguliers, et je pense que cela cause des problèmes de métabolisme et de santé, tout en augmentant les risques d'obésité ».

L'horloge humaine étant contrôlée par nos gènes, l'étude suggère que certaines personnes sont plus sujettes aux effets de la désynchronisation circadienne que d'autres. Par exemple, les personnes originaires des régions équatoriales peuvent avoir des horloges très régulières éventuellement plus sensibles aux effets de la désynchronisation circadienne.

Le Dr Wyse a fondé la majeure partie de ses travaux en étudiant les microbes, les plantes et les animaux présentant une synchronisation de l'horloge interne avec les rythmes environnementaux qui est impor-

tante pour la santé et la survie ; cela est fort possible pour les êtres humains également.

Bien que les modèles fluctuants de travail et les modes de vie sur 24 heures soient devenus les bases du monde développé actuel, les rythmes circadiens sains peuvent être maintenus en gardant des heures de repas régulières, une nuit de sommeil sans interruption dans l'obscurité totale, et en profitant d'un maximum de lumière solaire pendant les heures de la journée.

LES DANGERS DES LED

En relisant un ancien article paru le 27 octobre 2010 sur le site du Monde.fr et intitulé « Certains éclairages à LED présentent un risque pour les yeux », j'ai voulu faire un compte-rendu des problèmes causés par ce nouveau type d'éclairage.

Il est vrai que les LED (Light-Emitting Diodes ou Diodes électroluminescentes) ont le vent en poupe et sont de plus en plus utilisées, et donc vendus par certaines firmes commerciales dont les slogans publicitaires du style « moindre consommation » et « moindre production de CO₂ » ressemblent un peu trop souvent à du green washing.

Un document¹ fort intéressant sur les LED publié par l'International Dark Sky Association (traduit par Alain Legué et Nicolas Bessolaz de l'association française LicorNESS) a également retenu mon attention. Il constitue l'essentiel de l'information pour le texte qui suit.

Une tendance récente en matière d'éclairage extérieur a été le passage vers une utilisation généralisée de sources de lumière blanche. Il est toutefois important de reconnaître que toutes les sources de lumière blanche ne sont pas identiques : certaines émettent beaucoup plus

d'énergie que d'autres dans la partie bleue du spectre visible. Parallèlement aux développements des recherches sur la vision humaine, il y a eu une accumulation de preuves sur les impacts négatifs qui peuvent être associés aux longueurs d'onde inférieures à 500 nanomètres.

Bien que la majeure partie des recherches expliquant les avantages de la lumière blanche pour la visibilité aient été produites par des sociétés d'éclairagistes, des publications scientifiques ont aussi montré qu'un certain nombre de conséquences indésirables sont bien présentes pour la vision, mais également dans les domaines de l'épidémiologie, de l'astronomie, de la préservation des paysages, de la biologie...

Le spectre d'émission des sources lumineuses blanches diffère des lampes à Décharge Haute Intensité (HID) les plus courantes utilisées dans les zones urbaines. Il diffère aussi de celui de l'éclairage routier où l'on retrouve essentiellement des lampes au Sodium à Haute Pression (NaHP) et à Basse Pression (NaBP). Ainsi, ces sources HID représentent un changement important dans l'utilisation de l'éclairage extérieur, car elles produisent une plus grande quantité de rayonnement

dans la partie bleue du spectre que les NaHP.

La plupart des émissions des lampes NaHP se situent entre 550 nm et 650 nm. Pour ces lampes, le rapport entre quantité de rayonnement en dessous de 500 nm et quantité totale dans le spectre visible (de 400 nm à 650 nm) est de 7%. Pour les sources comme les lampes fluorescentes (y compris celles à induction) et comme les Halogénures (ou iodures) Métalliques (HM) le rapport est d'environ 20% à 30%. Pour les sources à LED blanches, ce rapport est de l'ordre de 20% à 50% (voir Figure 1).

Les fabricants de LED insistent sur le fait que l'on s'attend à ce que ce rapport soit moins élevé au fur et à mesure que la technologie des LED évoluera. Et, en effet, quelques fabricants ont déjà annoncé la venue sur le marché de produits LED à « composante bleue réduite » pour l'éclairage extérieur.

Mais si plus de lampes à lumière blanche sont utilisées dans l'éclairage extérieur, il est évident que la quantité de lumière à forte composante bleue augmentera sensiblement dans notre environnement.

La température de couleur

1 - IDA (International Dark-Sky Association) : Questions sur la visibilité, l'environnement naturel et astronomique liées à l'éclairage extérieur blanc avec une forte composante bleue, 4 mai 2010 (Traduction française : Association LICORNESS, Septembre 2010, Alain LE GUE et le contrôle scientifique de Nicolas BESSOLAZ)

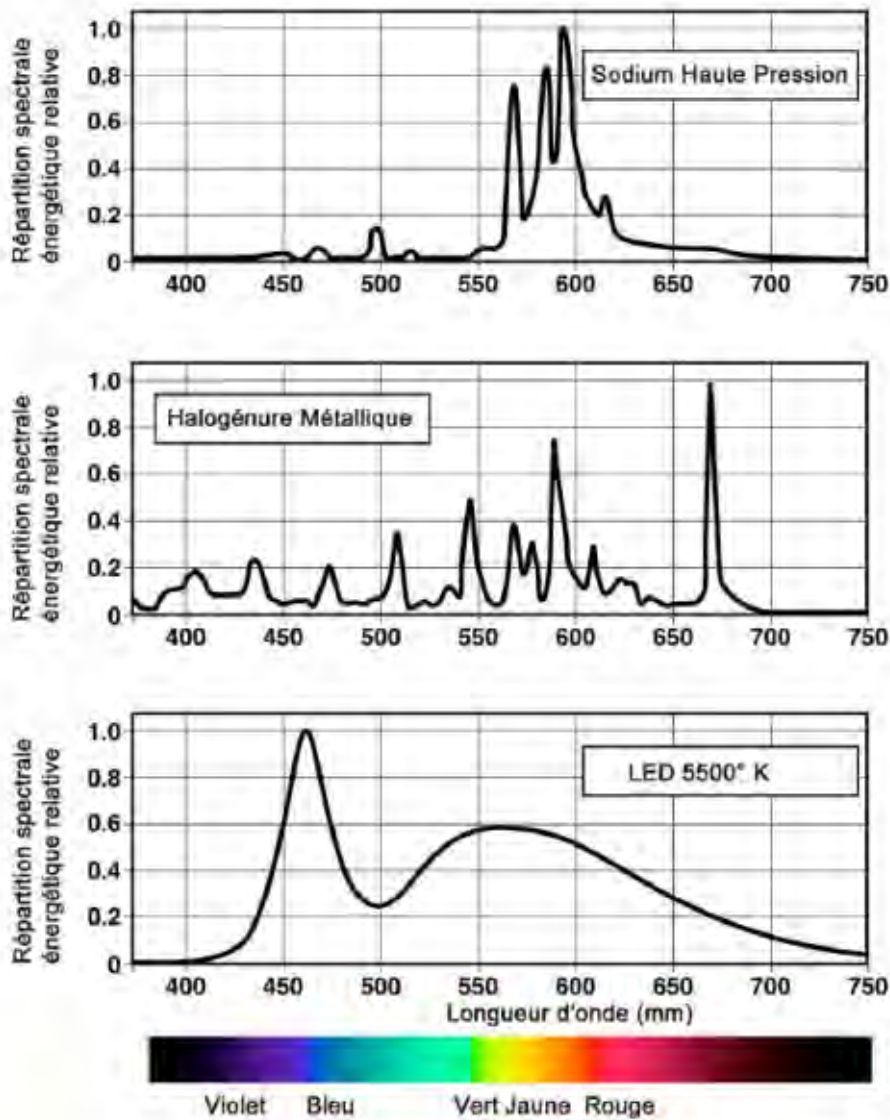


Figure 1. Répartition spectrale énergétique typiques des lampes NaHP (orange) ; halogénure métallique à brûleur céramique (cyan) ; LED blanche (bleue).

corrigée (TCC) est couramment utilisée pour décrire la perception des couleurs pour les sources lumineuses blanches. Cependant il s'agit d'une mesure insuffisante pour décrire la quantité d'énergie émise dans la partie bleue du spectre. Par exemple, les sources HM et LED ayant la même TCC peuvent avoir des quantités d'émission sensiblement différentes au-dessous de 500 nm. En outre les spectres des lampes qui peuvent avoir des pics d'émission importants, comme les HM et les LED, concentrent leur énergie dans une région du spectre qui est très sensible

pour l'environnement, ce qui entraînent donc un impact disproportionné. Ainsi, il faut mieux considérer les impacts provoqués par l'éclairage nocturne en rapport avec la répartition de l'énergie des lampes en fonction de la longueur d'onde ainsi que la réponse concomitante des systèmes biologiques.

L'éclairage LED mérite un examen plus attentif dû à ce que la proportion d'énergie est généralement plus élevée quand elle est émise au-dessous de 500 nm (le pic d'émission se situant vers 450-460 nm). L'accent doit être porté

sur l'excès de rayonnement bleu des LED « blanc froid » mises sur le marché. Les LED ont de nombreux avantages potentiels, notamment une consommation d'énergie réduite, la technologie n'étant pas dangereuse en soi, mais les indications décrites ci-après montrent la complexité de cette question et les soins qui devraient être apportés lors de l'utilisation des sources lumineuses blanches comportant un fort rayonnement bleu.

Dans la discussion qui suit, le terme « lumière à forte composante bleue » sera souvent utilisé pour désigner tous les types de lumière blanche. Le terme est utilisé par opposition à des sources à forte composante jaune (principalement les NaHP) et inclut des sources lumineuses avec des proportions variables de lumière bleue, généralement définies comme ayant une longueur d'onde inférieure à 500 nm.

Ce terme ne signifie pas que la lumière est réellement bleue, bien que certaines sources étudiées ont une tonalité bleue. Des exemples de telles sources de lumière à forte composante bleue comprennent les lampes fluorescentes, à induction, les LED blanches et les halogénures métalliques.

Les bases de la physique décrivant l'interaction de la lumière avec les molécules et les aérosols ont été décrites au 19^{ème} et au début du 20^{ème} siècle. La diffusion par les molécules a été expliquée en

premier par John William Strutt et par le baron Rayleigh. Elle a depuis été appelée « diffusion Rayleigh ».

La diffusion Rayleigh a un lien très fort avec les longueurs d'onde et avec le diamètre des molécules R . Donc la diffusion qui en résulte est proportionnelle à la quatrième puissance inverse de la longueur d'onde.

$$\sigma_R \propto \lambda^{-4} \quad (1)$$

Dans notre expérience quotidienne, la conséquence de cette dispersion est plus importante dans les longueurs d'onde les plus courtes. Ce phénomène est visible pendant la journée et explique la couleur bleue du ciel. La conséquence pour les sources de lumière artificielle avec de fortes émissions de lumière bleue est une plus grande diffusion moléculaire par rapport aux diffusions avec des sources de plus grande longueur d'onde.

Les valeurs suivantes peuvent être utilisées pour décrire la section efficace de diffusion des molécules dans de larges parties du spectre comme les bandes passantes astronomiques V (visible) et B (bleu) centré sur 550 nm et 440 nm. Le rapport entre les deux sections transversales (11,36/4,6 2,5) montre qu'une lumière aux alentours de 440 nm est diffusée par les molécules 2,5

$$\begin{aligned} \sigma_R(550nm) &= 4.6e10^{-27} \text{ cm}^2 \\ \sigma_R(440nm) &= 1.136e10^{-26} \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

fois plus qu'une lumière dont la longueur d'onde est de 550 nm.

Comme la plupart des sources lumineuses émettent sur toute une gamme de longueurs d'onde, la connaissance du total de la diffusion Rayleigh par la lumière d'une source donnée est déterminée par une pondération de la répartition énergétique spectrale de la source en utilisant la relation (1).

La diffusion efficace respective des différentes sources lumineuses est appelé « Indice de diffusion Rayleigh » (IDR). Les valeurs d'IDR pour plusieurs types de lampes divisé par le IDR des NaHP sont données dans la figure 2.

Ces résultats montrent que la lumière des LED blanches se diffuse sur les molécules 1,2 à 2 fois plus que la lumière émise par une lampe NaHP, la lumière des lampes fluorescentes se diffuse de 1,5 à 1,7 fois plus, et celle des halogénures métalliques à brûleur céramique de 1,5 à 1,8 fois plus.

L'atmosphère n'est pas entièrement composée de molécules gazeuses : dans la basse atmosphère, les aérosols et les particules fines sont très présents. La théorie décrivant l'interaction de la lumière avec les aérosols a été développée par Mie.

Bien que la théorie soit complexe et dépende de la taille des particules et de leur com-

position, pour les particules les plus communes de la basse atmosphère, la diffusion sur les aérosols présente encore, pour les courtes longueurs d'onde, une tendance à une plus grande diffusion, avec des sections de particules a proportionnelles à l'inverse de la longueur d'onde.

$$\sigma_a \propto \lambda^{-1}$$

Dans la plupart des cas, la diffusion totale des aérosols est supérieure à celle des molécules mais la distribution angulaire est très différente : la diffusion des aérosols est très fortement orienté vers l'avant, c'est-à-dire que la lumière diffusée par les particules est la plupart du temps légèrement déviée de sa direction initiale.

La diffusion des molécules gazeuses est quant à elle plus équitablement répartie dans toutes les directions. La conséquence aisément observable de la dépendance angulaire de la diffusion des aérosols, est que le bleu du ciel tend à devenir à la fois plus lumineux et plus laiteux quand on l'observe à proximité du soleil.

La conséquence sur la luminosité du ciel nocturne due à éclairage artificiel est que, malgré une diffusion globale plus importante des aérosols dans la plupart des situations, l'augmentation de la luminosité du fond du ciel proche du zénith tend à être dominée par la diffusion Rayleigh, avec sa dépendance beaucoup plus forte à la longueur

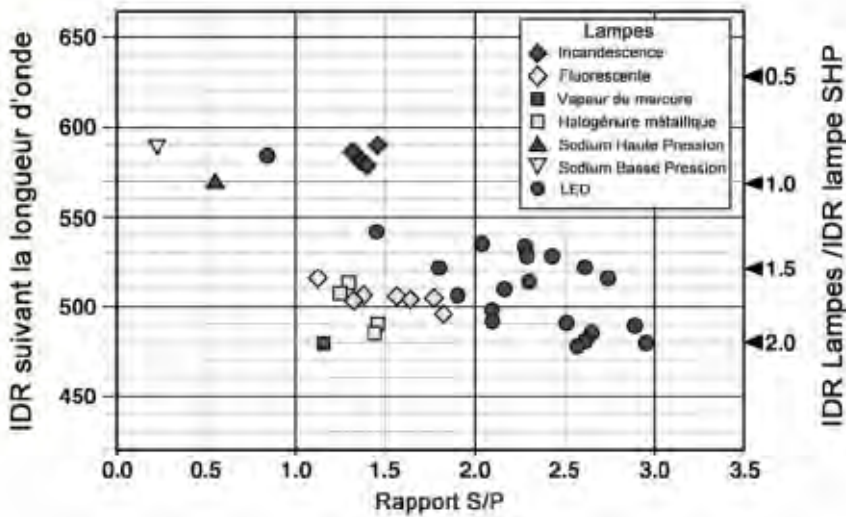


Figure 2 : Indice de Diffusion Rayleigh (IDR) effectif des lampes NaHP et un IDR maximum d'un échantillon de lampes types suivant la longueur d'onde. Et leur rapport scotopique (vision de nuit) / photopique (vision de jour) : S / P.

d'onde.

Dans une véritable atmosphère, comprenant des molécules et des aérosols, la forte dépendance de la diffusion de Rayleigh à l'égard de la longueur d'onde est diminuée mais elle n'est pas supprimée.

Cela implique, avec une atmosphère plus brumeuse, comme dans les zones urbaines polluées, que le ciel ait tendance à être moins bleu et plus laiteux. Dans de telles situations les impacts des sources de lumière à forte composante bleue par rapport aux sources jaunes comme les NaHP sont encore plus grandes, mais ils sont diminués dans le cas où l'atmosphère a une faible teneur en aérosols.

Enfin, les diffusions de tous types conduisent à une conséquence importante : lorsque la lumière se propage à travers l'atmosphère sur de

grandes distances, la lumière est absorbée de plus en plus le long du faisceau lumineux, et du fait de la dépendance avec la longueur d'onde, la lumière bleue est absorbée plus que le jaune et à fortiori le rouge.

Cet effet est de plus en plus fort pour les atmosphères chargées en aérosols. La conséquence de cet effet est la couleur rouge des nuages au coucher (ou au lever) du soleil près de l'horizon.

Pour l'éclairage artificiel, son effet est tel que les impacts d'une diffusion accrue occasionnée par la lumière bleue sont plus grands près des sources lumineuses, comme dans les villes ou à proximité, mais ils diminuent à mesure que l'on s'éloigne de la source lumineuse.

La relation étroite entre une diffusion et une absorption ac-

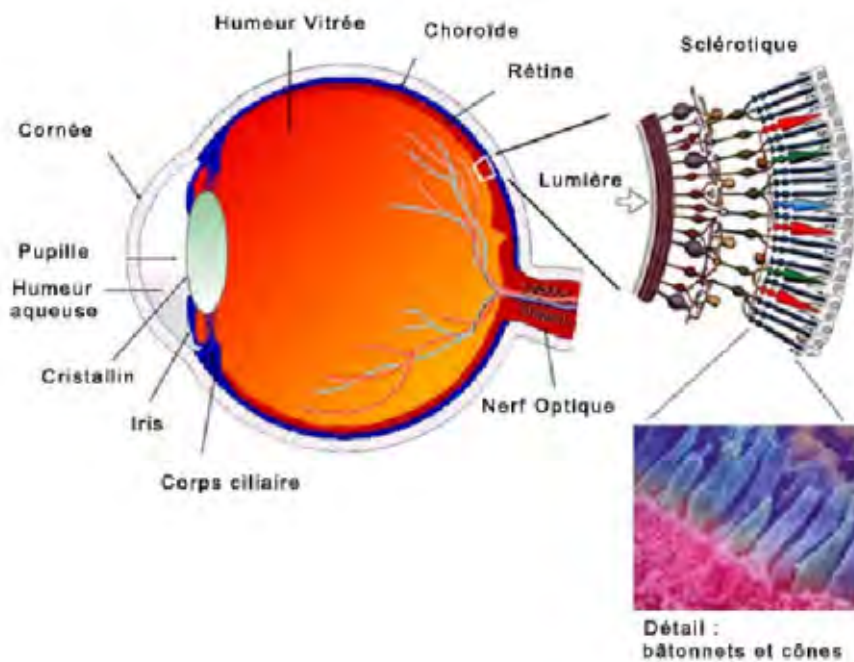
crue doit être interprétée avec précaution. Bien que l'impact d'une lumière à forte composante bleue décroît plus rapidement avec la distance qu'avec des sources à forte composante jaune, cet impact décroissant est le résultat de la dispersion de la lumière à courte longueur d'onde hors du faisceau lumineux dans les zones proches des villes.

En d'autres termes, l'impact décroissant sur les plus grandes distances se fait au détriment des impacts croissant sur les plus proches distances. Pour les atmosphères pures, moins la lumière est diffusée, plus les impacts sont répartis sur une zone plus vaste, car dans une atmosphère chargée, plus la lumière est diffusée plus est important l'impact global sur la luminosité du ciel et plus sa concentration est importante près des sources lumineuses.

À mesure que les niveaux d'éclairage ambiants baissent, l'œil humain s'adapte aux niveaux d'illumination plus faibles, la performance visuelle devenant alors plus complexe.

La vision humaine nocturne en présence d'éclairage artificiel implique des cellules visuelles - à savoir les bâtonnets et les cônes situés dans la rétine - et un mélange complexe d'actions dépendant des réponses scotopiques² (bâtonnets) et

2 - On appelle vision scotopique (du grec skotos, obscurité), la « forme » particulière que prend la vision de nuit ou en conditions de faible éclairage.



superposent que sur la partie de la plage mésopique la plus lumineuse, le comportement exact et l'apparition de la sensibilité spectrale de l'œil est une question cruciale.

Suivant les études et les mesures de performance mises en avant, la pertinence de la conception d'éclairage extérieur peut être très importante, ou à peine plus qu'une question académique.

De toute évidence, il n'y a pas de réaction mésopique unique.

photopiques³ (cônes). Les bâtonnets, qui sont plus sensibles aux longueurs d'onde bleues, ont renforcé l'idée que la lumière bleue est visuellement plus efficace aux basses luminances, et que l'éclairage nocturne artificiel devrait favoriser l'utilisation d'ampoules dont le spectre possède une forte composante bleue.

La dynamique de la variation de la réponse spectrale visuelle (l'effet Purkinje⁴) à des niveaux de luminance mésopique⁵ a été étudiée par plusieurs chercheurs qui ont proposé une courbe de sensibilité pour la fonction mésopique de l'œil où à la fois les cônes et des bâtonnets contribuent à la vision. Toutefois, l'incertitude demeure sur la façon dont des caracté-

ristiques visuelles critiques dans la gamme mésopique peuvent être traduites dans les pratiques de l'éclairage.

En particulier, différentes mesures de la performance visuelle donnent différentes courbes mésopiques. Les mesures du temps de réaction périphériques ont permis de déterminer que l'effet Purkinje commence dès une valeur élevé de 1,0 cd/m², bien que les points de mesures de la luminance correspondent à un niveau d'adaptation 10 fois inférieur (environ 0,1 cd/m²).

D'autres études ont modélisé la fonction mésopique avec les cônes S jouant un rôle clé plutôt que les bâtonnets. Parce que les niveaux cibles de l'éclairage extérieur ne se

Malgré la complexité et l'incertitude de la vision aux niveaux lumineux mésopique, et malgré la position officielle de l'Illuminating Engineering Society of North America (IES-NA), quelques observateurs et fabricants recommandent néanmoins l'application ou appliquent réellement des facteurs de correction du rendement lumineux des produits d'éclairage à forte composante bleue.

Bien que les facteurs de correction soient souvent présentés à titre d'essai, de nombreuses personnes ont interprété les préconisations plus concrètement que les auteurs des recherches eux-mêmes : on peut trouver sur Internet avec les termes « mul-

3 - La vision photopique est la vision de jour par opposition à la vision scotopique qui est la vision de nuit. La vision photopique se fait principalement grâce aux cônes se trouvant sur la rétine de l'œil. La sensibilité de l'œil en vision photopique n'est pas la même pour toutes les longueurs d'onde. Le maximum de sensibilité de l'œil est obtenu pour une longueur d'onde de 555 nanomètres.

4 - L'effet Purkinje est un déplacement de la sensibilité de l'œil humain vers le bleu lorsque la luminosité ambiante diminue. Rappelons que l'homme est un être diurne, sa vision, le jour s'étend du rouge (780 nm) au violet (400 nm) avec le jaune-vert au centre.

5 - Caractère de la vision quand la rétine est excitée par une lumière de faible intensité.

tiplicateurs d'efficacité de lumen » et « lumen scotopique » des milliers de références dont de nombreuses sur les sites des fabricants. Dans le cas de la lumière à forte composante bleue, de telles fonctions de pondération augmentent l'efficacité apparente de l'éclairage associé et changent fondamentalement l'économie de ces systèmes.

Le 15 novembre 2009, l'IESNA a publié un communiqué argumenté précisant que toutes ses recommandations doivent être employées avec la « fonction d'efficacité lumineuse photopique » telles que le définit le manuel technique d'éclairagisme de l'IESNA, sauf s'il existe des exceptions spécifiques indiquées dans ce document. L'utilisation des fonctions de pondération spectrale comme celles employées pour déterminer des rapports S/P, les « lumens scotopiques » ou « multiplicateurs d'efficacité de lumen » ne sont pas approuvées⁶.

Le 1^{er} avril 2009, la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) a publié un Rapport du Comité Technique « performances visuelles dans les spectres mésopique » détaillant un système recommandé pour la photométrie mésopique. Leurs conclusions est qu'il y a une transition li-

néaire logarithmique entre les modes photopique et scotopique, mélangeant les luminances et les systèmes chromatiques de l'œil, ce qui constitue un accord satisfaisant avec les expériences de laboratoire.

Le résultat des ajustements de luminance mésopique de la CIE n'est pas aussi dramatique que les multiplicateurs d'efficacité de lumen pour la lumière à forte composante bleue.

Bien que le système photométrique mésopique proposé se base sur un grand nombre d'études visant à élaborer un système pratique pour l'ingénierie de l'éclairage, il n'aborde pas certaines questions⁷ qui compliquent ou déprécient les avantages de la lumière à forte composante bleue au niveau mésopique.

A suivre...

6 - Aux USA il a été proposé l'utilisation d'une autre mesure du flux lumineux des sources dans le cas d'une utilisation en vision photopique. C'est le « Multiplicateurs d'Efficacité Lumen », il corrèle l'efficacité d'une source lumineuse de référence (SHP en général) et les autres sur différentes longueurs d'onde de la vision mésopique. <http://www.patmullins.com/lem.html>. L'autre facteur de correction proposé et qui peut être appliquée en vision photopique pour trouver une lumière utilisable avec une source de lumière donnée pour l'éclairage, s'appelle lumen scotopique.

7 - Que nous verrons par la suite...

Retrouvez-nous sur

[HTTP://GROUPS.GOOGLE.COM/GROUP/POLLUTION-LUMINEUSE](http://groups.google.com/group/pollution-lumineuse)



« Éclairons moins pour
éclairer mieux »

Pour vous informer :

WWW.ASCEN.BE