# LA POLLUTION LUMINEUSE

# Entre écologie et santé

H. Jedidi (1), F. Depierreux (1, 2), Z. Jedidi (1), A. Beckers (3)

RÉSUMÉ: On définit la pollution lumineuse comme la présence nocturne anormale ou gênante de la lumière et les conséquences néfastes de l'éclairage artificiel nocturne sur la faune, la flore et les écosystèmes ainsi que ses effets suspectés ou avérés sur la santé humaine. La pollution lumineuse constitue un phénomène qui, bien qu'assez récent à l'échelle de notre société, va néanmoins croissant, s'accompagnant d'un impact environnemental majeur, tant au niveau de la faune que de la flore ou de la santé humaine (cancers du colon et de la prostate, fatigue, dépression, obésité..). Les solutions à ce problème sont pourtant simples, efficaces et, par définition, peu onéreuses puisqu'elles impliquent de substantielles économies d'énergie.

Mots-clés : Pollution lumineuse - Santé - Rythme circadien - Ecologie

#### Introduction

On définit la pollution lumineuse comme la présence nocturne anormale ou gênante de la lumière et les conséquences néfastes de l'éclairage artificiel nocturne sur la faune, la flore et les écosystèmes ainsi que ses effets suspectés ou avérés sur la santé humaine. Elle est souvent associée à la notion de gaspillage d'énergie. Il est, par ailleurs, paradoxal de constater que si la pollution lumineuse constitue une forme extrêmement répandue de dégradation environnementale, elle bénéficie d'une couverture médiatique bien moindre auprès du grand public que d'autres formes de pollution. Pourtant, par son taux de croissance élevé, et ses effets variés et insidieux sur l'homme et l'environnement, elle constitue, sans doute, l'une des composantes majeures de l'empreinte écologique néfaste liée aux activités humaines (1, 2).

Historiquement il s'agit, somme toute, d'un phénomène assez récent. En 1667, pour des raisons politiques et de sécurité publique, Louis XIV imposa l'éclairage public à Paris. Par la suite, le développement de l'éclairage public ne fera que croître en France ainsi qu'en Europe, puis en Amérique du Nord et en Asie (2, 3). Au cours du XIXème siècle, certains chroniqueurs rapportent déjà que des essaims de papillons nocturnes et de nombreux oiseaux sont attirés

.....

LIGHT POLLUTION. A CONNECTION BETWEEN ECOLOGY AND HEALTH SUMMARY: Light pollution is defined as the abnormal and disturbing nocturnal presence of light, its adverse consequences on flora, fauna, and, ecosystems, and its suspected or proven effects on human health. Light pollution is a quite recent and increasing phenomenon within our society; it leads to a major environmental damage not only on wildlife, but also on human health (cancers, obesity, fatigue, depression...). The solutions to this problem are however simple, efficient and, de facto, inexpensive because they involve a substantial energy saving.

Keywords: Light pollution - Health - Circadian rhythm - Ecology

de façon anormale par la lumière des réverbères à gaz. Ce sont pourtant les astronomes qui, dans les années 40, ont commencé à attirer l'attention sur les vastes halos lumineux, produits par l'éclairage public, englobant les villes et entravant leurs observations du ciel au télescope.

Le terme de «pollution lumineuse» n'apparaît qu'au cours des années 80 et il faudra encore attendre la décennie suivante pour que le monde scientifique prenne conscience de l'impact environnemental et des effets potentiels sur la santé humaine de l'éclairage intempestif. Ce n'est finalement qu'en 2010 que la première thèse de doctorat sera défendue sur le sujet (2).

On estime, à l'heure actuelle, qu'un cinquième de la surface du globe est concernée par le phénomène de la pollution lumineuse (Fig. 1). Et cette surface croîtrait à un rythme de 5-10 % par an. Pour donner un exemple concret de l'ampleur et des coûts du phénomène, on dénombre ainsi, en Wallonie, plus de 500.000 luminaires publics communaux (il faut y ajouter les 335.000 réverbères des diverses autoroutes et voies rapides qui dépendent des régions). On estime que les différentes communes Wallonnes devraient débourser en 2014, 38,72 millions d'euros rien qu'en frais d'éclairage public (analyse réalisée par l'Union des villes et communes de Wallonie) (4). En moyenne, cet éclairage représente entre 50 et 70 % de la consommation électrique à charge d'une commune. Notons qu'il faut encore ajouter, à ce total, les 9,5 millions d'euros par an dépensés par la région Wallonne pour l'éclairage des autoroutes.

<sup>(1)</sup> Assistant, (2) Aspirant FRS-FNRS, Service de Neurologie, CHU de Liège.

<sup>(3)</sup> Professeur ordinaire, Chef du Service d'Endocrinologie, CHU de Liège.



Figure 1. Photo-assemblage satellite de la NASA, illustrant l'ampleur du phénomène de la pollution lumineuse en 2000. Les régions les plus concernées se situent majoritairement dans l'hémisphère nord.

#### **O**RIGINES

Parmi les facteurs qui ont été à l'origine de l'apparition et du développement du phénomène de la pollution lumineuse, on peut certainement citer l'augmentation progressive de la production d'électricité, inhérente aux différentes percées technologiques, ainsi que celle de l'offre en éclairage. Il faut également considérer le moindre coût de l'énergie électrique nocturne produite par les centrales nucléaires qui fonctionnent en permanence. Enfin, on considère généralement que la volonté politique de répondre au désir de sécurité de la population a également joué un rôle important, notamment en ce qui concerne le développement de l'éclairage public.

Le vecteur principal de la pollution lumineuse est, ainsi que nous l'avons vu plus haut, l'éclairage public, urbain (bâtiments, monuments..) et routier, souvent trop puissant ou inadapté, favorisant la dispersion multidirectionnelle (notamment vers le ciel) et la réflexion des rayons lumineux. Toutefois, les éclairages domestiques interviennent également pour une grande part, ainsi que les nuisances liées aux phares des voitures. Il faut également prendre en compte l'excès d'éclairage publicitaire provenant des enseignes lumineuses, néons et autres panneaux publicitaires auquel il faut encore adjoindre, dans une moindre mesure, l'éclairage liés aux canons à lumière ou skytracers, parfois improprement appelés lasers.

Il est intéressant de noter que la pollution atmosphérique et, notamment les microparticules en suspension aérienne, jouent un rôle potentialisateur, réfléchissant la lumière en de multiples directions, précipitant et aggravant la formation des grands halos lumineux périurbains. Ceci est également vrai pour les fumées, les nuages ou le brouillard (2).

La pollution lumineuse agit par différents médiums sur l'écosystème. Pour mémoire nous distinguerons : la surillumination qui correspond à l'usage abusif d'un éclairage, qu'il soit voulu ou non; l'éblouissement qui se définit comme une gêne visuelle liée à la lumière; la lumière intrusive qui désigne la présence d'une lumière non sollicitée dans l'environnement nocturne; et, enfin, la luminance nocturne du ciel, qui désigne l'altération de la noirceur du ciel, induite par la lumière diffuse ou directe émise en direction du ciel par les éclairages non directionnels, le plus souvent en milieu urbain.

# MOYENS DE MESURE

On évalue très souvent la qualité du ciel nocturne en utilisant l'échelle de Bortle (dark-sky scale) mise au point par John Bortle en 2001 (5). Elle se base sur l'observation de l'étoile de la plus petite magnitude (soit de l'étoile la moins brillante) visible à l'œil nu ou au télescope. Cette échelle est cotée de 1 à 9, le score de 9 correspondant au ciel le plus dégradé par la pollution lumineuse et le score de 1 correspondant à un ciel nocturne idéal et vierge de

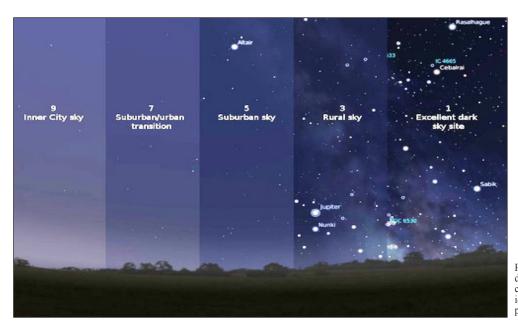


Figure 2. Détails de l'échelle de Bortle en image, la cote de 1 correspondant à un ciel nocturne idéal et 9 à un ciel totalement pollué par la lumière.

toute interférence lumineuse (Fig. 2). L'échelle de Bortle est d'un emploi aisé et reproductible, mais, elle est moins précise qu'une mesure de luminosité établie par un appareillage électronique. La méthode de mesure utilisée auparavant pour évaluer la qualité d'un ciel nocturne, plus subjective, consistait simplement en la mesure de la magnitude de l'étoile la plus faible visible à l'œil nu (MVLON, ou magnitude visuelle limite à l'œil nu). Pour mesurer aisément la magnitude stellaire, on trouve, de nos jours, de petits luxmètres portables (de type SkyQualityMeter) permettant de mesurer la luminance du ciel nocturne et de la convertir en une mesure de la magnitude limite visible à l'œil nu.

## Effets sur l'environnement

On a vu plus haut que l'éclairage nocturne excessif entraîne l'apparition de grands halos lumineux englobant les villes ou entourant les points d'éclairages puissants, surtout par temps nuageux, brumeux ou lorsqu'il existe une importante pollution atmosphérique. Outre cette pollution lumineuse entravant l'observation du ciel, la pollution lumineuse fragmente également le biotope et exerce des conséquences néfastes sur la faune, la flore ainsi que sur la santé humaine. La pollution lumineuse entraîne une modification environnementale significative à l'échelle planétaire. Il n'est donc pas exagéré de parler d'une véritable empreinte écologique exercée par l'activité humaine nocturne sur l'ensemble de l'environnement (2, 6).

Parmi les premières victimes des perturbations liées à l'éclairage nocturne figurent les oiseaux et, en particulier, les espèces migratrices. La plupart des espèces migratrices se déplacent, en effet, pendant la nuit. Ces oiseaux se repèrent en fonction du champ magnétique terrestre mais, également, par rapport à des points de référence visuels ou lumineux. Ils sont attirés et désorientés par les grands faisceaux lumineux émis par les canons à lumière et finissent par mourir d'épuisement à force de tourner autour.

Les impacts aviaires sur des surfaces vitrées éclairées constituent, surtout dans les grandes villes, une cause de mortalité très fréquente. On estime ainsi qu'aux Etats-Unis plus de cent millions d'oiseaux sont tués chaque année suite à des chocs contre des vitres. Pour mémoire, à Chicago, les comptages faits de 2000 à 2001 ont démontré que l'extinction des lumières des immeubles la nuit réduisait la mortalité des oiseaux de plus de 80 %. L'éclairage nocturne entraîne également la formation de puits écologiques, où les oiseaux nocturnes, comme les chouettes, viennent se nourrir, profitant du fait que les insectes sont attirés par la lumière, ce qui a pour effet de déséquilibrer la chaîne alimentaire et d'augmenter le risque de roadkill (mort liée à la circulation automobile). De plus, l'éclairage urbain provoque des modifications comportementales, allant de la modification des chants et du rythme de vie des oiseaux jusqu'à des changements plus radicaux, comme l'agressivité ou l'envahissement de niches écologiques voisines (2, 6, 7).

Les insectes paient également un très lourd tribut à l'éclairage nocturne. On estime qu'un insecte peut être attiré par une source lumineuse jusqu'à 700 mètres de distance. L'excès de lumière nocturne exerce un effet perturbateur sur la reproduction des insectes, notamment en ce qui concerne la recherche et la localisation d'un partenaire. Elle entraîne également des phénomènes de pontes inappropriées. La phototaxie positive entraîne enfin un risque de prédation majoré, une augmentation du roadkill et, en conséquence, un déséquilibre de la chaîne alimentaire (2, 6, 7). Un bon exemple est celui de la luciole commune (Lampyris noctiluca, Linnaeus, 1767) (fig. 3). La pollution lumineuse masque la faible bioluminescence émise par les lucioles et rend ardu pour le mâle de localiser la femelle. De surcroît, les larves attirées par la lumière escaladent les poteaux de lampadaire pour se transformer en pupe, et s'exposent ainsi à leurs prédateurs diurnes et au soleil qui risque de les déshydrater. Pour toutes ces raisons, on considère généralement que la présence de lucioles constitue un bon indicateur de la qualité de l'environnement nocturne.

Enfin, parmi les effets néfastes de la pollution lumineuse sur l'environnement de nos régions, citons pour mémoire la perturbation de l'activité des amphibiens et des serpents, des modifications des migrations circadiennes verticales du zooplancton et des poissons, un retard de croissance des jeunes chiroptères et une altération de l'écholocation des chauvessouris. On observe également une modification des activités de prédation avec un empiètement des prédateurs diurnes et la formation de puits écologiques autour des zones éclairées ainsi qu'une restriction des zones d'alimentation des petits mammifères et des lagomorphes (6, 7).

#### Effets sur la santé humaine

On l'a vu précédemment, la définition de la pollution lumineuse est volontairement large et englobe, en conséquence, les effets néfastes sur la santé humaine du travail posté durant la nuit ou de l'utilisation d'appareils électriques lumineux. Il n'est pas possible d'aborder le sujet sans évoquer succinctement le métabolisme de la mélatonine. La mélatonine est une hormone dérivée de la sérotonine, synthétisée par l'épiphyse. Sa sécrétion est induite par l'absence de lumière et elle intervient dans la régulation des rythmes chronobiologiques (circadiens et saisonniers) chez les mammifères (8) (fig. 4). Elle assure également de nombreux rôles au niveau



Figure 3. Luciole mâle (Lampyris noctiluca, Linnaeus, 1767).

endocrinien, métabolique et immunitaire ainsi qu'au niveau du comportement (8, 9, 10). La pollution lumineuse, en inhibant ou perturbant la sécrétion de mélatonine, déséquilibre la balance entre l'horloge circadienne (signal d'éveil et inhibition de l'endormissement) et l'homéostat (pression de sommeil), faisant chuter le niveau de performance de l'individu et perturbant son métabolisme (9, 10).

Soulignons, à ce titre, le rôle néfaste des LEDs, qui émettent notamment dans les longueurs d'onde bleues et blanches et sont omniprésents dans l'éclairage domestique et les appareils électroniques (tablettes, computers, Smartphones, dont on use fréquemment avant le coucher), lesquels émettent une lumière économique en énergie et durable, mais dont une grande part du rayonnement n'est pas comprise dans le spectre visible et inhibe fortement la synthèse et la sécrétion de mélatonine par l'épiphyse.

Outre l'augmentation bien connue du risque d'accident de travail lors des pauses nocturnes, des troubles mnésiques, de la fatigue, des insomnies et du stress, de plus en plus d'auteurs soulignent le rôle probable de la pollution lumineuse dans l'augmentation du risque d'obésité et de syndrome métabolique ainsi que dans l'augmentation d'incidence des cancers du sein, du colon et de la prostate (1, 11). Enfin, l'alternance entre le jour et la nuit a depuis toujours marqué le psychisme et les représentations symboliques de l'humanité. Ce thème se retrouve, à d'innombrables reprises, dans les différents domaines de l'art ou de la pensée. Au delà du problème de santé publique, 1---a

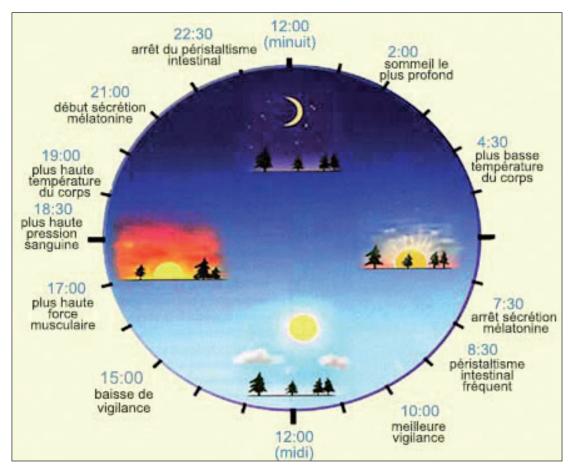


Figure 4. Illustration schématique du rythme circadien, qui dépend en partie de la sécrétion de mélatonine par l'épiphyse.

préservation de notre environnement nocturne constitue donc un véritable enjeu symbolique et philosophique, d'une richesse qu'il convient de préserver (2).

# Solutions

Les solutions visant à lutter contre la pollution lumineuse sont simples, paradoxalement économiques (puisqu'elles visent à épargner de l'énergie) et relativement peu contraignantes. Ainsi, il convient d'éviter au maximum d'étendre l'éclairage nocturne à de nouvelles zones, d'en limiter l'intensité et la durée, par exemple par des systèmes de déclenchement automatique (détecteurs de mouvement, trottoirs adaptés) et d'en restreindre l'intrusion en recourant à des lampadaires de forme étudiée, évitant la dispersion lumineuse multidirectionnelle (3). On veillera également à fractionner l'éclairage au sein des zones illuminées afin de ménager des passages ou des refuges pour la faune nocturne.

Les solutions alternes à l'éclairage routier peuvent également constituer une option intéressante, notamment l'utilisation de catadioptres dans les ronds points ou sur les bords de route (2). Il serait également approprié de modifier la composition spectrale de l'éclairage nocturne, en privilégiant les sources lumineuses émettant dans les longueurs d'ondes vertes ou rouges, qui, tout en restant parfaitement visibles pour l'Homme, s'accompagnent d'une moindre perturbation de l'environnement, de la faune nocturne ainsi que de la fonction épiphysaire (12).

Des mesures d'éducation et d'information de la population sont également à mettre en œuvre afin de lutter contre les idées reçues. Par exemple, le postulat voulant que l'absence d'éclairage favorise les agressions ou les cambriolages ne repose sur aucune preuve tangible. La plupart des cambriolages ont de surcroît lieu en fin d'après-midi lorsque les propriétaires sont au travail. De même, l'éclairage nocturne sur les routes favorise la vitesse excessive et la

somnolence et augmente, donc, virtuellement le risque d'accident.

Il est également intéressant de souligner la présence d'une prise de conscience débutante au niveau politique et scientifique en ce qui concerne la problématique liée à la pollution lumineuse. En Belgique, il existe un projet de décret visant à lutter contre les pollutions lumineuses et à favoriser les économies d'énergie ainsi que plusieurs projets pilotes. En France, depuis 2009, diverses réglementations et recommandations visant au contrôle des éclairages publics ont été mises en place, notamment suite au Grenelle de l'Environnement. Des lois et règlements sont mis en application dans quelques autre pays, comme les Baléares. Enfin, notons que l'International Agency for Research on Cancer a récemment ajouté au groupe 2A (probablement carcinogène pour l'homme) le travail posté qui implique des perturbations circadiennes. L'American Medical Association classe, depuis 2009, la pollution lumineuse comme un danger pour la santé.

## Conclusion

La pollution lumineuse constitue donc un phénomène qui, bien qu'assez récent à l'échelle de notre société, va néanmoins croissant, s'accompagnant d'un impact environnemental majeur, tant au niveau de la faune que de la flore ou de la santé humaine. Le coût lié aux éclairages nocturnes, notamment publics, est également loin d'être négligeable. Les solutions à ce problème sont pourtant simples, efficaces et, par définition, peu onéreuses puisqu'elles impliquent de substantielles économies d'énergie. Plus encore et contrairement aux idées reçues, la limitation des éclairages nocturnes excessifs ne s'accompagne pas d'une augmentation des risques inhérents à la conduite automobile nocturne ou liés aux actes de banditisme ou de cambriolage, ainsi que l'ont démontré plusieurs études et projets pilotes, notamment au sein de villes et de villages Français. La prise de conscience de la problématique se développe aux niveaux politique, scientifique et sociétal, mais elle est, comme toujours, assez tardive. Il existe, à ce titre, un véritable enjeu éducationnel en ce qui concerne les générations futures. Veiller à la préservation de la qualité de notre environnement nocturne en informant le grand public au sujet de ce perturbateur méconnu de notre santé et de nos écosystèmes constitue une tâche tout indiquée pour les médecins et les chercheurs.

#### **B**IBLIOGRAPHIE

- Wyse CA, Selman C, Page MM, et al.— Circadian desynchrony and metabolic dysfunction; did light pollution make us fat?, C Med Hypotheses, 2011, 77, 1139-1144.
- Challéat S.— Sauver la Nuit. Empreinte lumineuse, urbanisme et gouvernance des territoires, Thèse de l'université de Bourgogne, THEMA, Géographie et aménagement du territoire, 2010.
- 3. Falchi F, Cinzano P, Elvidge CD, Keith DM, HaimA.—Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. *J Env Management*, 2011, **92**, 2714-2722.
- http://www.rtbf.be/info/belgique/detail\_le-coutde-l-eclairage-public-communal-ne-cesse-daugmenter?id=8312648.
- 5. Bortle JE.— Introducing the Bortle Dark-Sky Scale, *Sky and Telescope*, 2001, **101**, 126.
- Rich C, Longcore T, editors. 2006.— Ecological consequences of artificial night lighting. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Hölker F, Wolter C, Perkin EK, Tockner K.— Light pollution as a biodiversity threat. *Trends Ecology Evolution*, 2010, 25, 681-682.
- 8. Coogan AN, Wyse CA.— Neuroimmunology of the circadian clock. *Brain Res*, 2008, **1232**, 104-112.
- Shuboni D, Yan L.— Nighttime dim light exposure alters the responses of the circadian system, Shuboni D, Yan L. *Neuroscience*. 2010, 170, 1172-1178.
- Le Tallec T, Perret M, Théry M.— Light pollution modifies the expression of daily rhythms and behavior patterns in a nocturnal primate. *PLoS One*, 2013, 8, e79250. doi: 10.1371/journal.pone.0079250.
- 11. Kloog I, Portnov BA, Rennert HS, et al.— Does the modern urbanized sleeping habitat pose a breast cancer risk? *Chronobiol Int*, 2011, **28**, 76-80.
- 12. Poot H, Ens BJ, de Vries H, et al.— Green light for nocturnally migrating birds. *Ecol Soc*, 2008, **13**, 47.

Les demandes de tirés à part sont à adresser au Pr A. Beckers, Service d'Endocrinologie, CHU de Liège, 4000 Liège, Belgique.

E-mail: albert.beckers@chu.ulg.ac.be