

L'ESSENTIEL

> La nuit, la lumière d'origine artificielle est de plus en plus présente, même dans des régions éloignées des grandes agglomérations.

> Les impacts de cette pollution lumineuse sur la faune n'ont commencé à être étudiés que récemment.

> La lumière artificielle nocturne perturbe des

mécanismes hormonaux, les comportements des animaux, leurs interactions, leur orientation... Elle est probablement un facteur important de déclin de la biodiversité.

> Pour la limiter, plusieurs voies d'action sont possibles.

LES AUTEURS



EMMANUEL DESOUHANT
professeur à l'université Lyon-1, chercheur au Laboratoire de biométrie et biologie évolutive

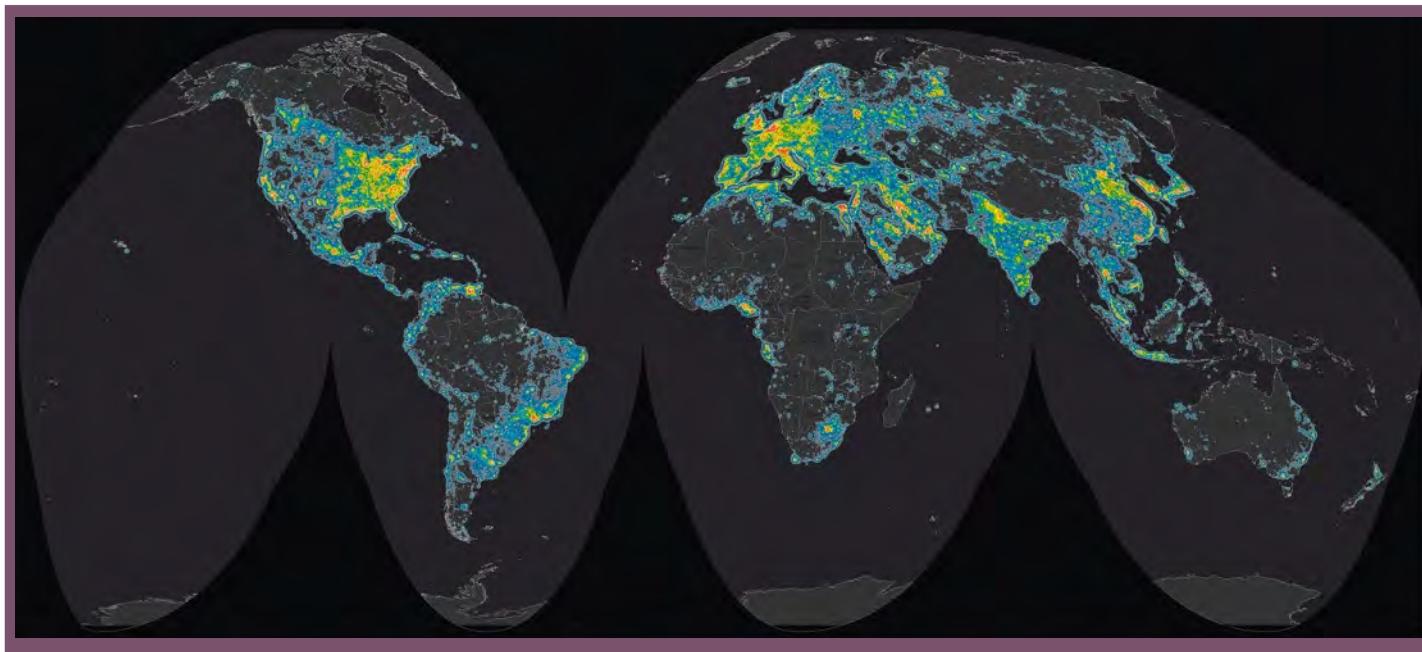


THIERRY LENGAGNE
chargé de recherche du CNRS au Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés, à l'université Lyon-1



NATHALIE MONDY
maîtresse de conférences à l'université Lyon-1, chercheuse au Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés

La lueur des agglomérations urbaines (ici Tarbes, vue de l'observatoire du pic du Midi de Bigorre), en étant diffusée par l'atmosphère et les nuages, crée un halo lumineux, ou *skyglow*, qui est perceptible jusqu'à plusieurs dizaines, voire centaines de kilomètres de distance. Cette pollution lumineuse affecte donc des milieux naturels même éloignés.



> phénomène et s'intéressent de près à ses conséquences sur la faune, voire sur la flore.

Depuis, les études se multiplient, et nous présenterons ici quelques-uns de leurs résultats. Au-delà de l'impact de la lumière artificielle nocturne sur les espèces vivant en ville, l'enjeu actuel des recherches consiste à comprendre les effets, sur la biodiversité, des faibles intensités lumineuses présentes dans les milieux naturels distants des centres urbains.

UN NOUVEL ACTEUR ENVIRONNEMENTAL

La lumière artificielle nocturne provient des activités humaines et des éclairages variés que nos sociétés ont mis en place : lampadaires urbains et routiers, phares des véhicules, panneaux publicitaires, éclairages domestiques et des lieux de travail... Ces éclairages directs, localisés, engendrent aussi un éclairage indirect et plus diffus, de faible puissance mais ayant une forte emprise spatiale : c'est l'origine du halo lumineux, ou *skyglow*, créé par la lumière des agglomérations et visible dans le ciel jusqu'à plusieurs dizaines, voire centaines, de kilomètres de la zone ciblée par les éclairages directs. Un halo lumineux que certaines conditions atmosphériques, telles qu'une couverture nuageuse, accentuent en favorisant la diffusion de la lumière.

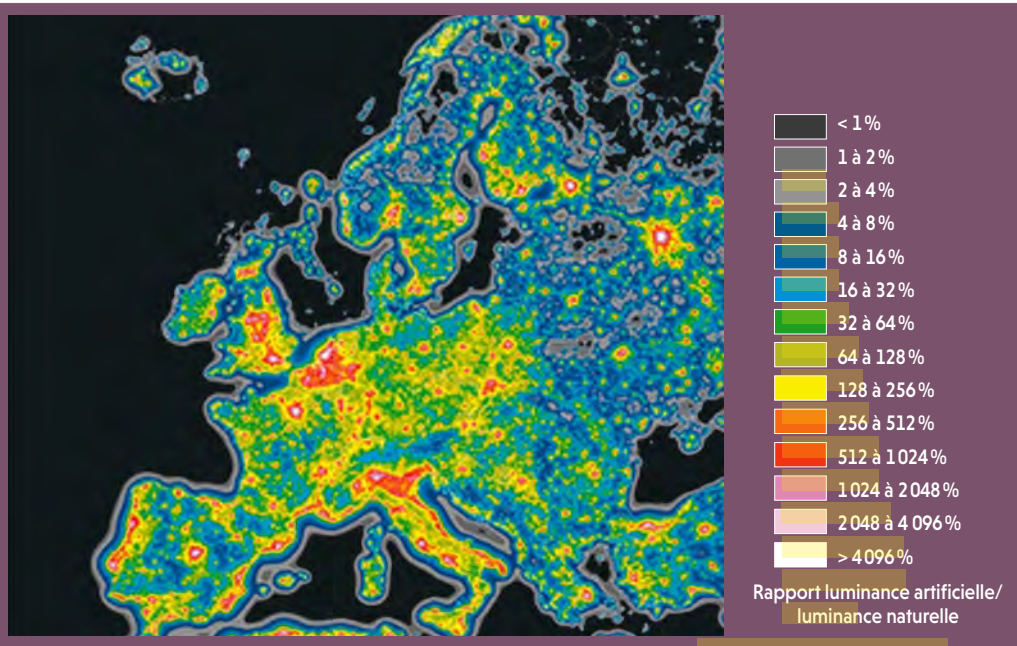
L'intensification des éclairages avec le développement de l'urbanisation constitue une nouvelle perturbation environnementale. L'expansion de la lumière artificielle nocturne est rapide, les superficies touchées s'accroissant d'environ 6% par an. En 2016, en tenant compte de la diffusion du halo lumineux, environ 23% de la surface totale des continents et

0,2% des surfaces océaniques étaient soumises à cette perturbation lumineuse.

Ces estimations ont été obtenues à partir de données satellitaires, qui ont permis à un groupe de physiciens réunis autour de Fabio Falchi, de l'Institut de science et technologie de la pollution lumineuse, à Thiene, en Italie, de réaliser un atlas mondial de la lumière artificielle nocturne (sa dernière version a été publiée en 2016).

Les données rassemblées par ces chercheurs montrent par exemple que l'intensité lumineuse nocturne en Europe varie d'un facteur 6800 entre la région la moins polluée par la lumière artificielle et la plus polluée. Et qu'en France métropolitaine, il n'existe plus de zones où le ciel est vierge de pollution lumineuse, c'est-à-dire où la luminosité nocturne a augmenté de moins de 1% par rapport à la lumière naturelle. Cette situation n'est pas propre à la France métropolitaine, mais concerne la plupart des pays développés (*voir les cartes ci-dessus*) : les endroits où l'on peut profiter d'une nuit noire pour admirer la voûte céleste et la Voie lactée se font bien rares !

Outre l'apport de lumière pendant une période où les êtres vivants évoluent normalement dans l'obscurité, la lumière artificielle nocturne soumet ces organismes à des longueurs d'onde lumineuses différentes de celles provenant du Soleil, de la Lune ou des étoiles. Par exemple, les anciens lampadaires à vapeur de sodium ont un spectre d'émission plutôt étroit, dans l'orangé, tandis que les nouveaux dispositifs d'éclairage composés de diodes électroluminescentes (les LED à lumière blanche) ont un spectre d'émission large qui s'étend dans le bleu. De ce fait, les espèces



Ces cartes publiées en 2016 représentent par niveaux de couleur la brillance, ou luminance, du ciel nocturne due à la lumière artificielle, rapportée à la luminance naturelle (supposée être de 174 microcandelas par mètre carré). Le noir correspond à un rapport luminance artificielle/luminance naturelle inférieur à 1 %, le gris foncé à un rapport compris entre 1 et 2 %, puis la fourchette de rapports double d'une couleur à la suivante. Le blanc correspond à un rapport supérieur à 4 100 %. Dès que ce rapport dépasse environ 400 %, la Voie lactée n'est plus discernable...

vivantes sont exposées à des longueurs d'onde lumineuses peu ou jamais rencontrées pendant toute leur évolution, et l'on peut donc légitimement s'interroger sur leur capacité d'adaptation à ces nouvelles composantes.

LA MÉLATONINE, PRINCIPALE CIBLE HORMONALE

La lumière artificielle nocturne représente ainsi un nouveau facteur environnemental qui pose la question de la réaction et de l'adaptabilité, vis-à-vis de ce facteur, des animaux (dont les humains) et des végétaux.

La réponse à cette question suppose de savoir sur quoi agit la lumière artificielle nocturne. On sait aujourd'hui que, chez les animaux, elle perturbe les rythmes circadiens qui régulent la chronologie de diverses activités telles que l'alimentation, la sexualité, la veille et le sommeil..., mais aussi le métabolisme énergétique. Par exemple, en 2018, Morgane Touzot, doctorante à l'université Lyon-1, a montré qu'une pollution lumineuse nocturne de 5 lux (voir le tableau ci-dessous) induit chez le crapaud commun (*Bufo bufo*), dès la première nuit d'exposition, une diminution drastique (-56 %) de l'activité locomotrice des mâles en période de reproduction, ainsi qu'une augmentation de leur métabolisme énergétique de base (+28 %).

Ces rythmes circadiens dépendent d'un ensemble de gènes dont le fonctionnement est

largement modulé par une hormone, la mélatonine. Or celle-ci est la principale cible hormonale de l'éclairage artificiel nocturne. La mélatonine est généralement sécrétée la nuit par la glande pinéale, dans le cerveau, sa synthèse à partir d'un acide aminé (le tryptophane) étant inhibée par la lumière le jour. Même si la durée et l'intensité de libération de cette hormone varient selon les espèces, la sécrétion de mélatonine reflète la longueur de la nuit et est donc un marqueur de la photopériode, c'est-à-dire de la durée de l'éclairage du jour.

Par exemple, en 2016, l'équipe de Marcel Visser, à l'Institut d'écologie des Pays-Bas, a révélé que la production de mélatonine est supprimée ou diminuée chez des mésanges charbonnières exposées à une lumière nocturne variant de 0,05 à 5 lux. On retrouve des résultats similaires chez de nombreux oiseaux et mammifères, comme le wallaby de l'île Eugène (*Macropus eugenii*), un petit marsupial nocturne du sud de l'Australie, et chez certains poissons comme la perche soleil (*Lepomis gibbosus*).

Détaillons un peu le cas du wallaby de l'île Eugène. Chez cette espèce très sensible à la longueur du jour, la naissance des jeunes est synchronisée par la lumière naturelle et a lieu la sixième semaine après le solstice d'été. Or dans une étude publiée en 2015 par Kylie Robert, de l'université La Trobe, à Melbourne ➤

Les valeurs de l'éclairement (intensité lumineuse reçue par unité de surface) associé à quelques sources de lumière naturelles et artificielles. L'éclairement est exprimé en lux, sachant que 1 lux correspond à une intensité lumineuse de 1 lumen reçue sur 1 mètre carré. (À titre indicatif, une LED de 4,5 watts, à usage domestique, a un flux lumineux d'environ 500 lumens.)

Plein soleil	Partiellement ensoleillé	Ciel nuageux en journée	Habitations (intérieur)	Lampadaires urbains (routes)	Lampadaires urbains (zones résidentielles)	Plein lune (conditions claires)	Halo lumineux (skyglow)	Nuit étoilée (sans lune)
103 000	50 000	1 000 - 10 000	100 - 300	~10 - 40	5 - 10	0,3	~ 0,15	~ 0,001