Cerema

AUBE

Aménagement, urbanisme, biodiversité, éclairage

Adapter l'éclairage aux enjeux de biodiversité du territoire

La série de fiches « AUBE » incite à concevoir l'éclairage différemment, par l'intégration conjointe des enjeux de biodiversité, d'usage et d'économie d'énergie. Elle décrypte aussi l'arrêté ministériel du 27 décembre 2018 portant sur les nuisances lumineuses afin de vous aider dans sa mise en œuvre.

Elle s'adresse aux élus et techniciens des collectivités territoriales, gestionnaires, aménageurs et bureaux d'études des domaines de l'éclairage et de l'écologie, et aux gestionnaires d'espaces naturels.

Pour leur survie, l'objectif des espèces à mœurs nocturnes est de répondre à cette problématique :

« comment vivre la nuit, sans nuit ? »

Au fil de l'évolution et de la sélection naturelle, depuis environ 4 milliards d'années, les espèces se sont adaptées à l'alternance jour/nuit (également appelé rythme nycthéméral). Certaines de ces espèces (environ 30 % des vertébrés et 60 % des invertébrés, d'après Holker, 2010) se sont adaptées à la vie nocturne en adoptant des stratégies efficaces pour ce type de vie (bioluminescence, gros yeux, augmentation du nombre de cellules photoréceptrices de l'œil, développement de l'odorat, du toucher ou des ultrasons chez les chiroptères...).

Cette fiche permettra de découvrir ce que les recherches déjà nombreuses (mais qui doivent être complétées) disent sur les interactions entre la biodiversité et la lumière artificielle. Elle décrit les principaux effets connus de l'éclairage sur les espèces et propose des recommandations à mettre en œuvre dans le cadre d'un plan de gestion de l'éclairage adapté aux enjeux de biodiversité à l'échelle d'un territoire.

Adaptation des yeux du Hibou grand-duc aux conditions nocturnes

Fiche n° 01 - Septembre 2020

Collection | Connaissances

Impacts de l'éclairage artificiel sur les espèces

Ce chapitre fait la synthèse, par groupe d'espèces, des principaux effets connus de l'éclairage artificiel. Il n'est pas exhaustif et se concentre sur les effets les plus marquants et/ou sur lesquels il est possible d'agir. Sur ce sujet qui suscite l'intérêt des territoires en écho à la parution de l'arrêté ministériel relatif à la prévention, la réduction et la limitation des nuisances lumineuses du 27 décembre 2018*, de nombreuses connaissances restent à acquérir pour compléter et préciser ce premier état des lieux.

Point réglementaire

* www.cerema.fr/fr/actualites/decryptage-arrete-ministeriel-nuisances-lumineuses-contexte

Voir également la fiche n°04 de la présente série de fiches, qui porte spécifiquement sur ce texte.

Impacts sur les insectes

À la base de nombreuses chaînes alimentaires, les insectes sont par ailleurs particulièrement sensibles aux effets de la lumière. Ainsi, la diminution des populations d'insectes sous l'effet de la pollution lumineuse pourra avoir de graves conséquences sur l'ensemble des prédateurs de la chaîne alimentaire considérée. Différents effets de la pollution lumineuse sur les insectes sont documentés, et ces effets portent sur l'ensemble du cycle de vie (reproduction, croissance, développement, déplacements...).

Cinq sortes d'impacts sur les insectes (au niveau individuel) ont été proposés par Owens en 2018.

Désynchronisation (1)

Les activités des insectes sont habituellement synchronisées par la durée du jour, son évolution dans l'année, l'apparition/disparition de la lumière du jour, etc. L'introduction de lumière artificielle modifie ces durées/horaires et altère les rythmes biologiques et l'horloge interne des individus, affectant les fonctions reproductives, et l'état physiologique des insectes. Elle affecte également les interactions entre espèces (pollinisation, rapport proie/prédateur, etc.).

Désorientation (2) et attraction (3)

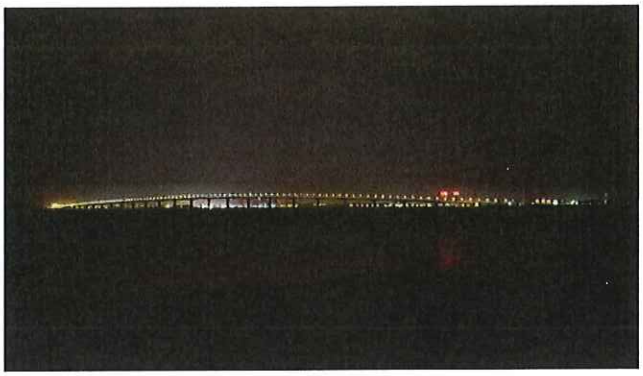
Les repères naturels les plus visibles des paysages nocturnes sont la lune, les étoiles, et la lumière lunaire polarisée par l'atmosphère. L'introduction de sources lumineuses artificielles altère ces repères en attirant par exemple dans des zones inadaptées certains insectes, qui confondent ces lampes avec la lune ou les étoiles, et risquent ainsi la mort. De très nombreux insectes volants sont ainsi fortement attirés par l'éclairage artificiel, en particulier les diptères (ex.: mouches), coléoptères (scarabées et hannetons) et lépidoptères (papillons). 30 à 40 % des insectes s'approchant d'une source lumineuse meurent en peu de temps, du fait d'une collision, de déshydratation, de surchauffe ou de prédation. Certains restent captifs de cette source lumineuse (cf. « effet puits » ci-après). Les déplacements étant altérés par les phénomènes de puits, on a également des effets sur les croisements génétiques entre populations, qui peuvent se retrouver isolées les unes des autres par des réseaux denses d'éclairage. Ce phénomène d'isolement est aussi lié à l'effet barrière, décrit plus bas.

Effet puits des sources lumineuses pour les insectes

Les espèces sont « aspirées » depuis leur habitat vers les sources lumineuses. Les insectes sont attirés par la lumière à une distance des lampadaires variant de 400 à 700 m (Siblet, 2008 d'après Eisenbeis et Hassel, 2000).

Cette attraction concerne dans 99 % des cas des moustiques, papillons, mouches et coléoptères (Siblet, 2008 d'après Kolligs, 2000). Il existe par ailleurs une relation directe entre l'intensité lumineuse, le spectre émis et le nombre d'insectes attirés (Eisenbeis, 2006).

On constate que les insectes sont attirés autour du point lumineux les rendant sujets à une plus forte prédation et à un épuisement. Ce sont autant d'insectes adultes qui ne se reproduisent pas et ne contribuent plus à la survie, plus large, des espèces concernées.



Effet barrière des alignements de points lumineux

La disposition régulière et rapprochée des points lumineux, comme sur ce pont, constitue une barrière infranchissable pour nombre d'espèces.

Les UV

Les insectes sont fortement attirés par les ultratsviolets (UV) émis par les lampes, notamment par celles à Vapeur de Mercure, de couleur « blanche », tandis que les lampes « jaunes » les attirent moins. La seule présence des UV dans le spectre émis, même à des niveaux très faibles, est suffisant pour attirer fortement les insectes (Barghini, 2012). Les insectes sont ainsi sensibles aux courtes longueurs d'ondes (cf. fiche n° 03 portant sur les spectres d'émissions).

Lumière utilisée pour piéger les insectes sur la montagne de Kaw en Guyane.

Désensibilisation (4)

Certains insectes possèdent des organes visuels adaptés à de très faibles niveaux lumineux, qui saturent quand ils sont exposés à une lumière artificielle beaucoup plus puissante: ils sont éblouis, voire aveuglés de manière permanente, ce qui empêche l'alimentation, la recherche de partenaire sexuel, etc.

Reconnaissance de l'environnement (5)

Dans certains cas (puissance et longueurs d'ondes spécifiques), l'éclairage artificiel va améliorer la perception de l'environnement par certains insectes nocturnes. Il peut permettre à des insectes diurnes ou crépusculaires de prolonger leur activité la nuit. Cependant, il peut aussi altérer la capacité à distinguer les couleurs, et donc à détecter les congénères ou les prédateurs (pression accrue sur certaines populations).

Impacts sur les oiseaux

Les effets constatés de la pollution lumineuse sur ce groupe d'espèces sont nombreux et sont constatés à l'échelle du rythme journalier, comme à l'échelle saisonnière, lors des migrations par exemple.

Les effets sur le comportement et l'activité

La lumière artificielle affecte les périodes et durées de chant journalier chez les oiseaux chanteurs (Musters et al., 2009). Ainsi, un allongement de la période d'activité chez le Merle noir en condition d'éclairage artificiel (Russ, 2014), peut affecter son métabolisme, sa production hormonale, sa fonction reproductive (Dominoni, 2013).

À l'inverse, certaines espèces tireraient des bénéfices, du moins à court terme, de la lumière artificielle. À titre d'exemple, certains passereaux étendent leur activité de chasse sur la période nocturne (Byrkjedal et al., 2012).

Néanmoins, la part de biodiversité capable de tirer parti de l'éclairage artificiel (espèces diurnes) reste minime par rapport à l'ensemble du vivant.

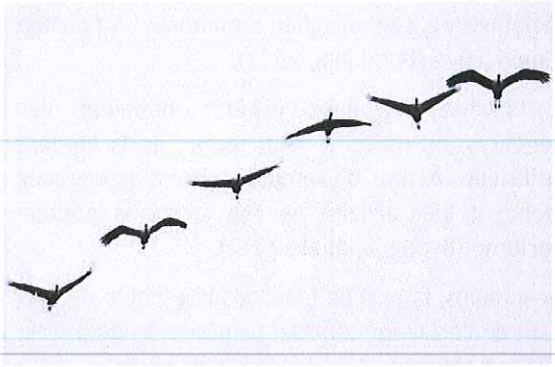
Les effets sur la reproduction et les juvéniles

En période de nidification, Le Corre (2002) constate que les adultes et juvéniles du Pétrel de Barau sont attirés par les éclairages, ce qui les empêche de regagner leur nid ou de trouver leur direction.

On constate un retard de croissance des oisillons de Mésange charbonnière (Raap, 2016) et une perturbation de la reproduction chez le merle noir (Dominoni, 2013). Depuis plus d'un siècle, on a fait le constat que la reproduction des poules d'élevage peut être stimulée en dehors des périodes naturelles par l'allongement artificiel de la durée du jour (Shoup, 1918).

Les effets sur l'avifaune en migration

En déplacement migratoire, fréquemment nocturne, les édifices éclairés (phares, tours...) provoquent une mortalité par collision, épuisement ou prédation, en particulier par des conditions météorologiques défavorables (mauvaise visibilité). La visibilité des étoiles et de la lune est nécessaire pour de nombreuses espèces en migration. Les halos/dômes lumineux surplombant les villes piègent et désorientent de nombreux oiseaux migrateurs. Les faisceaux lumineux, même de faible puissance, perturbent fortement les routes de vol. Siblet (2008), Bruderer et al. (1999) estiment que l'influence d'un faisceau lumineux dirigé vers le haut peut se faire sentir jusqu'à 1 km. L'exposition d'oiseaux à une source de lumière artificielle pendant l'hiver en conditions naturelles (hors laboratoire) provoque par ailleurs un décalage dans la migration (Musters et al., 2009). Les premières publications sur le sujet de l'effet de la lumière sur la faune portait sur la migration de l'avifaune dès le début du XXe siècle suite aux collisions d'oiseaux sur les phares maritimes (Squires & Hanson, 1918).



Migration de Grues cendrées, qui peut être ponctuellement nocturne

Point réglementaire

Exemples de prescriptions de l'arrêté ministériel du 27/12/18 favorables aux oiseaux migrateurs :

Art. 2 : Extinction en cours de nuit obligatoire pour certaines nouvelles installations d'éclairage (patrimoine, parcs et jardins, bâtiments non résidentiels, vitrines, parcs de stationnement annexés à une zone d'activité, chantiers...)

Art. 3 II 3°: Température de couleur < 3000° K pour certaines installations d'éclairage

Art. 4 IV : Interdiction des canons à lumière et rayons lasers dans certaines zones naturelles ou dédiées à l'astronomie

Impacts sur les mammifères terrestres

Même si l'évitement des zones éclairées a été régulièrement constaté chez les mammifères terrestres (Siblet, 2008), il existe une grande variabilité inter-espèce. En effet, certaines espèces préfèrent se déplacer voire sont attirées par ces zones éclairées alors que d'autres les évitent (Musters et al., 2009), les secondes appartenant plutôt en général à la catégorie des espèces-proies.

Les mammifères terrestres (hors micro-mammifères) restent l'un des groupes les moins étudiés sur le sujet de la pollution lumineuse. Cependant, dans une étude menée au Parc Naturel Régional du Quercy, une légère tendance à l'évitement a pu être observée pour le chevreuil, quand le sanglier semble plutôt attiré (Drouglazet, 2016). Une étude très récente confirme cette tendance d'évitement de la lumière par les ongulés (Ciach & Frölich, 2019).

Le Hérisson privilégiera les endroits sombres pour se déplacer et s'alimenter

Il est également constaté une modification des comportements de chasse avec plusieurs effets différents :

- une meilleure détection des proies pour certaines espèces (MEB-ANPCEN, 2015) ;
- une alimentation diminuée en zone éclairée pour les micro-mammifères (Brown, 1988; Bird, 2004) ;
- une modification du régime alimentaire des hérissons par changement de la composition de la faune urbaine des arthropodes, sous l'effet de l'éclairage (Obrtel & Olisova, 1981).

La production de mélatonine est fortement affectée par les lumières émettant dans le bleu (cf. fiche n° 03 relative au spectre) chez les mammifères (Musters et al., 2009) ce qui peut avoir des effets sur le pelage et la reproduction (MB-ANPCEN, 2015).

Impacts sur les mammifères volants (chiroptères)

Les effets sur les chiroptères (chauves-souris) sont les plus documentés, pour différentes raisons : ce groupe est globalement en déclin malgré la protection de l'ensemble des espèces et parallèlement les technologies permettant leur étude ont considérablement évolué. Les études indiquent que l'éclairage artificiel a des conséquences néfastes sur l'ensemble de ces espèces, même celles réputées tolérantes à la lumière ou pouvant profiter de l'effet puits de cette dernière sur les insectes. Azam (2016) a ainsi démontré que des espèces communes et considérées comme relativement tolérantes à la lumière (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Noctule de Leisler et Sérotine commune) étaient également négativement affectées par l'éclairage artificiel. La Pipistrelle commune préfère les secteurs sombres des villes pour ses déplacements (Hale et al., 2015).

Les chauves-souris sont particulièrement sensibles à l'éclairage artificiel

Enfin, qu'elles soient ou non affectées par la pollution lumineuse dans leur activité de chasse, les chauves-souris peuvent l'être au niveau de leur gîte, si celui-ci est éclairé : Downs (2003) constate en effet dans ce cas un décalage de l'heure de sortie de gîte de Pipistrelles pygmées, et Boldogh et al. (2007) a répété cette observation sur Grand Rhinolophe, Murin à oreilles échancrées et petit Murin, et a constaté un retard de développement physiologique des jeunes, et dans certains cas, la désertion de gîte si ce dernier se retrouve éclairé.

Les impacts ont été montrés sur tout le cycle de développement des chiroptères (avec des variations entre les espèces, et selon leur sexe et stade de développement) (Siblet, 2008), (Musters et al., 2009), (Stone et al., 2009), (MEB-ANPCEN, 2015), (Azam et al., 2016) : reproduction, hibernation, repos, déplacements/orientation, alimentation, exposition à la prédation.

Les espèces de chauves-souris dites lucifuges, qui évitent les zones éclairées, sont donc non seulement privées d'une partie de leurs habitats de chasse (effet direct de l'éclairage artificiel) mais elles souffrent également du départ de leurs proies vers les zones éclairées (effet indirect).

Impacts sur les poissons

L'éclairage affecte la croissance, la reproduction, la sédation de certaines espèces de poissons (MEB, ANPCEN, 2015). Il modifie également la composition des communautés d'invertébrés marines qui vivent sur le fond marin (Davies, 2015). Certaines espèces fuient la lumière (ex. : jeunes Anguilles – Bardonnet, 2005), d'autres sont attirées par elle (Musters et al., 2009). La lumière modifie également leur organisation dans l'eau – formation de bancs. Elle est d'ailleurs exploitée dans certaines techniques de pêche. Du fait de l'interdépendance des espèces aquatiques, les rapports proies-prédateurs sont donc fortement affectés par ces différents effets.

Point réglementaire

Prescription de l'arrêté ministériel du 27/12/18 favorable aux espèces aquatiques et marines :

Art. 4 V : Interdiction d'éclairage direct des cours d'eau et surfaces en eau et des parties terrestres et maritimes du Domaine Public Maritime.

Impacts sur les amphibiens et les reptiles

La lumière artificielle agit par effets directs sur les amphibiens, effets qui peuvent persister à tous les stades de la vie (Dananay et Bernard, 2018). Elle attire ou repousse la majorité des grenouilles et crapauds (Musters et al., 2009), désoriente

Reproduction de Dendropsophus sp. sur la montagne de Kaw en Guyane

les juvéniles de tortues marines et repousse les femelles de tortues marines (Witherington & Martin, 1996, 2003), à l'exception des lampes à Sodium Basse Pression (Musters et al., 2009). Elle peut aussi fragmenter l'espace nocturne pour ces espèces, par exemple dans le cas de crapauds en migration (Van Grusven et al., 2017) (= effet barrière déjà évoqué). La réponse à la lumière peut être différente entre individus d'une même espèce en fonction du stade de développement (Wise et Buchanan, 2006).

Ponte de Tortue Luth sur la plage de Rémire-Montjoly en Guyane

Enfin, de nombreuses espèces habituellement diurnes ont été listées par Perry et al. en 2008, qui exploitent la « niche écologique » de la nuit artificiellement éclairée.

Impact sur la flore

Par manque de connaissances, l'impact de l'éclairage artificiel sur la flore est rarement pris en compte alors que les enjeux associés sont importants. Les travaux du Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CNRS/MNHN), ont démontré les impacts de la lumière artificielle sur la pollinisation des fleurs (Knop et al., 2017). En éclairant une prairie 24h/24, ils ont en effet observé une diminution de 62 % des visites de pollinisateurs nocturnes et une réduction de 13 % de la production de fruits du Cirse maraîcher, malgré de nombreuses visites des pollinisateurs diurnes. Ces travaux démontrent ainsi que la pollinisation est un lien particulier entre un insecte et une plante (lien souvent issu d'une co-évolution) et que les effets de la lumière sur les pollinisateurs nocturnes ne peuvent être compensés par les pollinisateurs diurnes.

Une étude anglaise (French-Constant et al., 2016), réalisée à grande échelle, a montré que le débourrement (émergence des bourgeons) intervenait avec une avance de 7,5 jours pour les arbres soumis à l'éclairage artificiel (effet de la température ou de l'humidité pris en compte). Il est donc prouvé que la phénologie des essences arborées peut être affectée par la pollution lumineuse. Les auteurs suggèrent que les petites plantes poussant sous les lampadaires sont encore plus susceptibles d'être affectées.

Recommandations pour réduire les impacts de l'éclairage artificiel sur les espèces et milieux naturels

Recommandations pour limiter les impacts au niveau des interfaces et corridors de déplacement

Chaque espèce réagit différemment à la lumière artificielle, et les connaissances sur ces interactions sont très limitées pour beaucoup d'entre elles. Il est donc nécessaire d'agir sur la quantité et la qualité globale de lumière émises par la ville pour limiter les impacts. Cependant, les zones à enjeux, où cette lumière peut être particulièrement impactante, concernent notamment les interfaces entre la ville et les zones plus naturelles: cours d'eau, étangs, littoral, forêts, haies, zones agricoles, etc.

Doivent être également considérés comme des zones à enjeux, les corridors écologiques (ex.: couloir de déplacement des espèces entre une zone de nourrissage et une zone de repos), qu'ils soient fonctionnels ou non, avec un objectif de maintien en fonctionnement ou de rétablissement de continuités écologiques. Il est par exemple essentiel de préserver les couloirs sombres pour atténuer les effets de la lumière artificielle sur les chauves-souris, tous les types de lumière pouvant avoir un impact sur une espèce de ce groupe (Zeale et al., 2018).

Pollution lumineuse issue d'une zone urbaine et impactant une zone naturelle à proximité.

Ces zones d'interfaces et de corridors méritent un traitement particulier en termes d'éclairage :

- éviter tout éclairage direct dans ou vers ces zones ;
- limiter l'éclairage indirect en réduisant la puissance des éclairages en place, en limitant la diffusion lumineuse, en appliquant un ULR = 0 (cf. fiche n°04 portant sur l'arrêté ministériel, et fiche n° 06 à venir sur les pratiques de gestion de l'éclairage), en favorisant un positionnement horizontal, avec des masques/caches, en concentrant le flux lumineux vers la surface utile à éclairer...
- programmer l'extinction ou la réduction de puissance (ou du nombre de points lumineux) en cours de nuit (le plus tôt possible), voire utiliser des dispositifs à détection de présence pendant tout ou partie de la nuit, en fonction de l'usage de la zone (cf. fiche n° 06 sur les modes de gestion de l'éclairage, à paraître) ;
- privilégier les technologies les moins impactantes : LED ambrées sous réserve de démonstration d'impact limité, Sodium Haute Pression, à adapter néanmoins en fonction des systèmes envisagés (programmation, détection de présence, etc.) (cf. fiche n° 03 sur spectre lumineux);
- tenir compte du fait que les sols clairs réfléchissent fortement la lumière, et réduire fortement les flux lumineux en conséquence ;
- sensibiliser privés et professionnels sur les enjeux locaux de biodiversité nocturne.

Point réglementaire

Art. 2 VI : Possibilité d'adaptations plus restrictives par le Préfet pour préserver les espèces et les continuités écologiques.

Art. 3 II 1° et 2°: pour certaines installations d'éclairage, (1°) proportion de lumière émise au-dessus de l'horizon (ULR) limitée à 4 % et (2°) proportion du flux lumineux émis dans un cône de 151° de l'hémisphère inférieur > 95 %.

Il faut par ailleurs noter que, sauf exceptions, depuis le 27/12/2018, l'éclairage direct des surfaces en eau (cours d'eau, étangs, lacs, mer + partie terrestre du domaine public maritime) est proscrit pour toutes les installations neuves. Cette interdiction s'applique également et rétroactivement aux anciennes installations depuis le 01/01/2020.

Éclairage artificiel du littoral à éviter

Recommandations liées aux espèces/groupes d'espèces

L'éclairage artificiel, quelles que soient ses caractéristiques, aura nécessairement un impact sur les espèces. Lors de la préconisation de recommandations, il peut être intéressant d'avoir recours à une espèce « Totem » ou « Parapluie » permettant d'orienter les choix de gestion et favoriser l'acceptabilité des mesures proposées.

Recommandations pour les insectes

- Éviter les configurations linéaires denses pouvant générer un effet de « barrière lumineuse », notamment à proximité des sites d'émergence des insectes (cours et plans d'eau, bois, prairies...).
- Espacer les points lumineux en utilisant préférentiellement les lampes à grande longueur d'onde émettant dans le rouge.
- Supprimer les lampes qui émettent le plus d'ultraviolet, notamment celles à vapeur de mercure (ou les LED de type blanc froid qui émettent fortement dans le bleu) ;
- Éviter d'éclairer les espaces naturels, les haies, les zones agricoles, etc.
- Limiter la visibilité des points lumineux par encastrement des sources, pose de caches sur les lampes, mise en place de masques végétaux ou pare-vue à proximité des zones à enjeux (ex. : autour des habitations).

Papillon de nuit attiré par une lumière intérieure de maison

Point réglementaire

Art.2 VIII : Une réflexion concertée concernant l'évaluation des possibilités d'extinction des installations d'éclairage est encouragée. L'exemple ci-dessus de la Réunion pourrait le mobiliser.

Art 4.V : En zone littorale, les points lumineux devront être masqués ou orientés de manière à ne pas être perceptibles depuis la mer.

Les « nuits sans lumière » à La Réunion

Depuis plusieurs années, se met en place à l'Île de La Réunion l'action des « nuits sans lumière » en faveur du Pétrel de Barau et du Pétrel Noir : de nombreuses installations d'éclairage publiques et privées sont éteintes pendant plusieurs semaines en période d'envol des jeunes Pétrels de Barau.

Recommandations pour les oiseaux

De manière générale, toutes les dispositions conseillées pour la diminution de la pollution lumineuse seront favorables aux oiseaux. L'enjeu particulier pour ce groupe semble se concentrer lors des migrations (effet connu de longue date mais peu documenté), étape cruciale de la vie de beaucoup d'espèces. Il convient donc d'être vigilant sur la perceptibilité du point lumineux depuis le ciel et l'absence de halos lumineux. C'est donc par un travail sur l'ULR = 0 (pas de diffusion de lumière au-dessus de l'horizontale) et sur la limitation de la puissance lumineuse que l'on pourra réduire l'impact des nuisances lumineuses sur ce groupe (ces points faisant partie des obligations s'appliquant à nombre de nouvelles installations d'éclairage suite à l'arrêté du 27/12/18). Plus globalement les zones à enjeux migratoires doivent faire l'objet d'une attention accrue (littoral, vallée, fleuves, cols et sommets...).

- Éviter, notamment en période de migration, les éclairages de « mise en valeur » qui éclairent vers le ciel.
- Mettre en place des mesures d'extinction lumineuse en période d'envol/de migration.

Recommandations pour les mammifères terrestres

Compte tenu des conséquences de l'éclairage pour ce groupe, il est recommandé d'éviter l'installation de luminaires, notamment dans les zones à enjeux de déplacement des espèces concernées. Ces espèces évitant globalement la lumière et étant positionnées au sol (strate basse voire très basse), un travail sur les surfaces éclairées peut être important pour limiter l'effet de perte et de fragmentation des habitats. Pour ce groupe, travailler sur l'ULR en rabattant le flux lumineux vers le sol peut augmenter les impacts s'il n'est pas accompagné d'une diminution des puissances.

Les études montrent que les chevreuils ont tendance à fuir les zones éclairées de nuit.

Recommandations pour les mammifères volants (chiroptères)

L'usage de lumières à longueur d'onde courte, qui attirent donc moins d'insectes, est par voie de conséquence moins pénalisant pour les chauves-souris qui s'en nourrissent. Néanmoins, compte tenu des spécificités très nocturnes de ce groupe et de l'effet repoussoir global que peut avoir l'éclairage artificiel sur toutes les espèces de chauves-souris, la meilleure solution reste de diminuer au maximum voire de supprimer l'éclairage artificiel. Pour cela, on peut agir à la fois sur le nombre de points lumineux, les puissances des lampes ou encore sur la temporalité.

Recommandations pour les poissons

L'éclairage direct des cours d'eau et des surfaces en eau est interdit par l'art.4 V de l'arrêté ministériel du 27/12/18, qui prévoit cependant des exceptions, notamment dans le cadre des Autorisations d'Occupation Temporaires (AOT) du domaine public. C'est donc dans ces AOT qu'il conviendra de tenir compte des enjeux locaux de biodiversité aquatique pour adapter les dispositifs d'éclairage (ex.: proscrire l'éclairage direct, adapter la puissance, l'orientation du flux, la temporalité de l'éclairage...).

Recommandations pour les amphibiens et reptiles

Ces groupes d'espèces bénéficieront particulièrement des mesures suivantes:

- ne pas éclairer les surfaces en eau (lacs, étangs, mais aussi fossés, étiers, roubines) et le littoral (conformément à la réglementation);
- privilégier des lampes à température de couleur chaude voire rouge, au spectre le plus étroit possible (ex.: sodium basse pression, LED Ambrée à spectre étroit);
- mettre en place des masques (qui peuvent être végétaux et ainsi créer un espace de déplacement pour certaines espèces) entre les surfaces en eau et les points lumineux, et/ou masquer ces derniers pour qu'ils ne soient pas perceptibles depuis l'eau/la plage;
- éteindre au maximum l'éclairage pendant les périodes de migration des amphibiens; prévoir des périodes d'extinction à partir d'une certaine heure de la nuit (voire toute la nuit), pendant les périodes de pontes de tortues marines, sur les zones de pontes les plus potentielles.
- laisser des espaces suffisants entre points lumineux (ou éteindre un point lumineux sur deux) pour permettre une perméabilité des infrastructures routières, de façon permanente ou a minima en période de migration.

Recommandations pour la flore

L'activité des pollinisateurs nocturnes est utile voire indispensable pour certaines espèces de flore. En cas d'enjeux pour la flore, les recommandations faites pour les insectes sont transposables.

L'éclairage direct des arbres, parfois utilisé pour leur « mise en valeur » en plongée ou contre-plongée est à éviter, pour respecter la phénologie des espèces. Un arbre éclairé ne prépare pas correctement sa mise en dormance hivernale, il est donc plus sensible aux diverses agressions, notamment le gel.

L'éclairage nocturne fragilise les arbres

Synthèse des impacts et recommandations associées

Au-delà de l'application des prescriptions de l'arrêté sur la pollution lumineuse de décembre 2018, le tableau ci-après décrit, par groupe, les actions complémentaires qui peuvent être envisagées, étant entendu que l'extinction de l'éclairage est la meilleure des solutions pour tous les groupes.

Groupe	Impacts	Obligations générales*/Obligations dans des cas particuliers*/ Recommandations
Insectes	▪ Effet piège/puits à l'échelle locale ▪ Effet barrière par attraction, à l'échelle paysagère	▪ Éviter les alignements denses de luminaires ▪ Espacer les points lumineux ▪ Pas d'émissions dans l'ultra-violet et éviter les émissions dans le bleu
Oiseaux	▪ Effet sur l'accouplement ▪ Effet sur la nidification ▪ Effet sur la dispersion des juvéniles ▪ Effet sur la chronobiologie ▪ Effet sur la migration	▪ Ulr = 0 ▪ Limiter la puissance des points lumineux pour agir sur l'effet de halo (par réflexion sur les matériaux du sol ou de façade) ▪ Pas de lumière directe émise vers la mer ▪ Mesures d'extinction en période de migration/d'envol ▪ Éviter l'éclairage sur des points hauts (tours...) ▪ Éviter les éclairages de type lasers, canons à lumière etc souvent dirigés vers le ciel et visibles à des kilomètres ▪ Éclairer le moins possible les parcs et jardins et y éviter les lumières blanches (limiter les émissions de l'ultra-violet au bleu) ▪ Pas d'éclairage de mise en valeur sur des bâtiments abritant, ou ayant abrité, des colonies d'espèces protégées
Mammifères terrestres	▪ Effet barrière par répulsion à l'échelle paysagère ▪ Effets sur l'alimentation ▪ Effet sur la chronobiologie	▪ Pas d'émissions dans le bleu ▪ Limiter voire supprimer l'éclairage dans les zones de continuités écologiques terrestres ▪ Réduire les surfaces et quantités de lumières émises vers le sol
Mammifères volants	▪ Évitement de la lumière pour toutes les espèces à une échelle globale (réduction des aires de répartition) ▪ Avantage pour l'alimentation au niveau local pour certaines espèces (du fait de l'attraction des insectes) ▪ Effets sur la chronobiologie	▪ Toutes mesures visant à réduire voire supprimer la pollution lumineuse (nombre, intensité, couleur, positionnement des points lumineux, orientation)
Poissons	▪ Effet attraction ▪ Effet répulsion ▪ Effets sur l'alimentation ▪ Effets sur la reproduction ▪ Effets sur la croissance	▪ Pas d'éclairage direct des cours d'eau et surfaces en eau
Amphibiens et reptiles	▪ Effet attraction ▪ Effet répulsion ▪ Effet barrière en période migratoire. Effet sur la reproduction.	▪ Pas d'éclairage direct des cours d'eau et surfaces en eau, et du domaine public maritime (dont plage) ▪ Températures de couleur chaudes et spectres étroits ▪ Extinction en période de migration ▪ Laisser des trouées noires pour rendre les infrastructures perméables
Flore	▪ Effet sur la croissance et le cycle de vie (chute des feuilles, ouvertures des bourgeons...) ▪ Effet sur la reproduction (pollinisation)	▪ cf. Insectes ▪ Proscrire les éclairages en contre-plongée ▪ Éviter les éclairages de « mise en valeur » des végétaux dans les parcs ▪ Limiter les éclairages en milieux naturels/agricoles/forestiers

* Ces obligations sont celles prévues dans l'arrêté ministériel du 27/12/2018. Elles peuvent ne s'appliquer que dans certains espaces. Il est également possible de prévoir de nouvelles obligations par arrêté préfectoral dans certains cas.

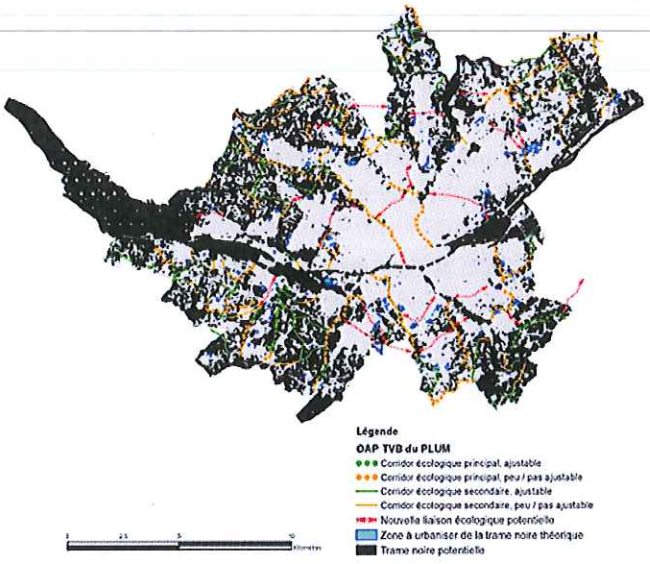
Adapter son plan d'éclairage aux enjeux de biodiversité

Des enjeux de biodiversité du territoire à déterminer

Méthode de détermination des enjeux par l'occupation du sol

Sur le sujet de la pollution lumineuse (comme sur d'autres sujets liés à la connaissance des espèces et de leurs écosystèmes), les ambitions de départ se confrontent à un principe de réalité, celui de la disponibilité des données. Les données « espèces » sont souvent insuffisantes (données anciennes, peu précises au regard du protocole utilisé ou sur un territoire trop restreint compte tenu de la zone d'étude) voire inexistantes. L'utilisation des données d'occupation du sol pour caractériser un potentiel d'enjeux de biodiversité peut être une première approche intéressante. Les données d'occupation du sol sont ici entendues au sens large (milieux, habitats, paysage, continuités écologiques), qu'il conviendra d'utiliser selon le principe de l'emboîtement d'échelles, de la donnée la moins précise vers la donnée la plus précise. L'expérience montre que, couplées à une bonne connaissance du parc d'éclairage (type de source d'éclairage, température de couleur, modulation de l'éclairage), les données d'occupation du sol sont une première base de travail intéressante.

Cerema Trame noire théorique et continuités écologiques Nantes Métropole



Cette carte représente la trame noire théorique calculée à l'aide d'un potentiel de pollution lumineuse déterminé par le croisement entre la classification de la luminance zénithale (lumière renvoyée vers le ciel issu du traitement de l'orthophotographie nocturne), une base de donnée d'occupation du sol et la base de données des équipements lumineux de Nantes Métropole. Y sont associés :

- les zones à urbanisation future qui intersectent la trame noire théorique et dont l'occupation du sol actuelle peut être favorable pour les espèces ;
- les corridors écologiques (actuels et potentiels) de l'Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) TVB.

Méthode de détermination des enjeux par espèces et groupes d'espèces

Lorsque les données sont disponibles, le travail sur les espèces permet in fine la préconisation de mesures réellement adaptées et pertinentes pour chaque groupe considéré, comme évoqué plus haut dans cette fiche.

En premier lieu, il convient d'identifier les espèces nocturnes présentes (espèce dont tout ou partie du cycle de vie est dépendant de l'obscurité et perturbé par la lumière artificielle). Il faut identifier également celles qui transitent à proximité du secteur considéré (commune, quartier, rue faisant l'objet d'une réflexion sur la question de l'éclairage, etc.).

L'identification de ces espèces nocturnes peut être obtenue par différentes approches :

- l'analyse des données et cartes existantes, disponibles dans les bases de données administrées par l'Etat (ex. : INPN), des associations/organismes de protection et/ou de connaissance de l'environnement (ex. : Conservatoires botaniques, LPO, CEN, etc.), ou auprès de personnes ressources. Certaines espèces végétales constituant l'habitat ou la ressource alimentaire parfois exclusive de certaines espèces animales, plusieurs sources de données peuvent utilement être croisées.
- l'acquisition de données grâce à des inventaires spécifiques, en faisant appel aux bureaux d'études naturalistes locaux et/ou aux organismes cités précédemment. Il existe des financements spécifiques pour des démarches d'Atlas de la Biodiversité Communale (ABC), outils qui peuvent intégrer la question de la biodiversité nocturne. L'Office Français de la Biodiversité soutient financièrement des ABC.

Les données ainsi acquises pourront aussi être mobilisées par l'EPCI compétent lors de l'établissement ou de la révision du plan local d'urbanisme, et complétées sur la biodiversité diurne, pour être intégrées à la partie « évaluation environnementale » et dans le PADD (Projet d'Aménagement et de Développement Durable). Elles pourront également être valorisées dans des documents de planification portant sur des territoires plus larges (SCoT, SAR, SRADDET, etc.). Pour plus d'informations sur les possibilités de prise en compte des enjeux de biodiversité nocturne dans la planification, il faut se reporter à la fiche n° 02 relative aux outils de l'urbanisme mobilisables.

Il conviendra par ailleurs de déterminer les secteurs importants dans la partie nocturne de leur cycle de vie (ex.: lieux de gîtes, d'alimentation, corridors de déplacement) et de croiser cette analyse avec les zones éclairées.

L'importance d'élargir le regard

En termes d'analyse spatiale, il ne faut pas se limiter strictement au secteur considéré mais tenir compte également de la « zone d'influence ».

En effet, certaines espèces se déplacent la nuit pour s'alimenter, se reproduire ou rejoindre un site de repos, parfois sur de grandes distances. Un secteur très éclairé, dont elles sont absentes aujourd'hui, pourrait les accueillir ou les (re)voir transiter à l'avenir, sous réserve de leur prise en compte dans la rénovation du parc d'éclairage.

Il faut aussi considérer l'impact de la pollution lumineuse à distance de la source lumineuse : selon sa configuration/ technologie/ puissance, un point lumineux peut par exemple attirer des insectes à plusieurs centaines de mètres, voire des kilomètres. Une réflexion est donc nécessaire sur la perception des futurs points lumineux depuis les zones voisines du projet, en particulier depuis les zones naturelles et agricoles, les surfaces en eau, les points hauts ou bas (régions montagneuses), etc.

Il faut aussi considérer que la perception du dispositif d'éclairage est propre à chaque espèce et est souvent très éloignée de la perception humaine (plus forte sensibilité, spectre perçu et points de vue différents, etc.).

L'étape de caractérisation des éléments d'occupation du sol, d'habitats et de continuités écologiques ainsi que des espèces associées doit, à ce stade, être croisée avec les impacts de la pollution lumineuse sur les espèces considérées. En découleront des préconisations de gestion adaptée.

Des besoins d'éclairage à déterminer

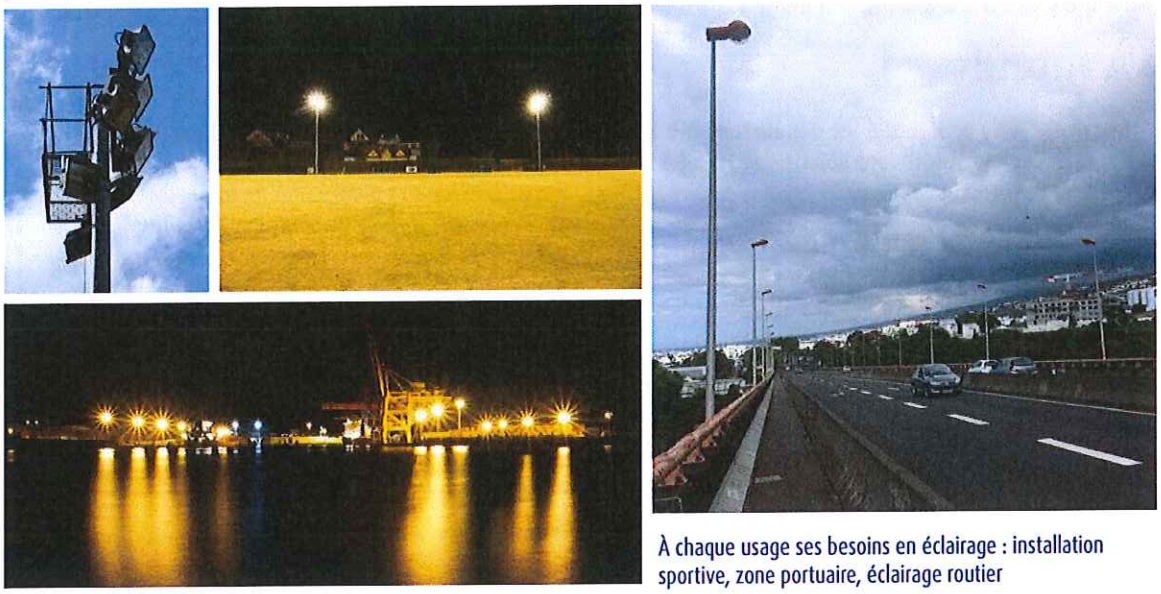
La définition des besoins en éclairage et le dimensionnement d'une installation varient en fonction d'un nombre important de paramètres, dont:

- l'usage du site à éclairer (sport ou loisir, déplacement piéton ou automobile, mise en valeur de patrimoine, zone commerciale, résidentielle...);
- l'emplacement du site (centre urbain, zone peu peuplée, chaussée ou trottoir, parking, etc.);
- les caractéristiques du matériau qui est éclairé (enrobé, béton ou façade, terre battue, sable) et notamment la manière dont il réfléchit la lumière;
- l'heure de la soirée ou de la nuit (début de soirée, milieu ou fin de nuit), et l'activité humaine qui correspond à ces périodes;
- l'environnement lumineux (les zones à proximité d'un secteur très éclairé paraissent plus sombres);
- les objectifs de réduction de consommation énergétique;
- la fonction principale qu'on souhaite donner à l'éclairage (fonctionnelle, mise en valeur, cheminements piétons...);
- la réglementation, notamment la loi biodiversité (« Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde [...] de l'environnement, y compris nocturne ») et l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses, etc.

La nécessaire prise en compte des cycles biologiques

La dimension temporelle est particulièrement importante à prendre en compte pour certaines espèces sensibles à l'éclairage:

- la saisonnalité (ex.: période de reproduction chez les amphibiens, où ils se déplacent sur des distances importantes; migration de certains poissons, oiseaux, etc.);



À chaque usage ses besoins en éclairage : installation sportive, zone portuaire, éclairage routier

- la temporalité, car certaines phases, comme l'aube et le crépuscule, sont des périodes charnières « chronotones » (d'après Sordello, 2018) avec des pics d'activité pour de nombreuses espèces.

Une modulation temporelle de l'éclairage peut ainsi permettre d'éclairer certains secteurs à enjeux, à des périodes de moindre sensibilité (cf. exemple évoqué page 8 des Nuits sans lumière à La Réunion).

PNR du Gâtinais

Dans le Parc Naturel Régional du Gâtinais, en période estivale, l'éclairage public de certaines communes n'est pas allumé du tout, considérant l'heure tardive de l'obscurité, les enjeux de biodiversité élevés à cette époque, et les besoins humains moins importants si tard en soirée.

Avec les nouvelles technologies, une modulation de l'intensité lumineuse est également facilitée en fonction de l'heure de la nuit (cf. fiche n° 06 sur les modes de gestion de l'éclairage, à paraître).

Le Schéma Directeur d'Éclairage : un outil qui permet de croiser planification de l'éclairage et enjeux de biodiversité

Lors de la mise en place ou de la rénovation d'un parc d'éclairage, une hiérarchisation des besoins en éclairage artificiel peut être établie par la réalisation d'un schéma directeur d'éclairage (cf. fiche n° 02 sur les outils de planification mobilisables), schéma volontaire qui représente la première couche de représentation des zones éclairées et à éclairer. Ce SDE peut être établi en intégrant les enjeux de biodiversité, et proposer des actions sur les couleurs/températures de lumière, temporalité, etc.

L'objectif n'est pas d'éteindre l'éclairage artificiel dès que la biodiversité est présente, mais de hiérarchiser les secteurs et les besoins d'éclairage en intégrant ce paramètre (concertation en fonction des enjeux et des usages).

L'éclairage public est conçu en tenant compte des besoins humains, exemples :

- une faible densité de points lumineux en zone peu peuplée ;
- des hauteurs de mâts plus faibles en zone piétonne ;
- un éclairage puissant sur un terrain de tennis extérieur en soirée.

De la même manière, il serait vertueux de tenir compte des espèces animales et végétales impactées par cet éclairage artificiel, pour les espèces présentant un enjeu de conservation très fort (espèces patrimoniales, en voie de disparition, etc.) comme pour la biodiversité ordinaire sensible aux nuisances lumineuses.

À retenir

Les espèces se sont adaptées depuis toujours à l'alternance jour/nuit. Tout éclairage artificiel aura un impact sur le vivant.

Des espèces sensibles à l'éclairage peuvent n'utiliser que certaines parties d'un territoire considéré, et nécessiter des adaptations spécifiques de l'éclairage (technologie, spécificités techniques de l'installation, aménagements de l'environnement du point lumineux, horaires, etc.). Une réflexion sur un éclairage respectueux de l'environnement devra donc se baser autant que possible sur un inventaire local des espèces sensibles à l'éclairage (ou sur une analyse des données existantes et une évaluation de la potentialité des milieux). Cette réflexion devra tenir compte de l'utilisation du territoire par ces espèces en fonction des cycles journaliers (ex. :lieu de repos vers lieu d'alimentation) et des cycles annuels (ex. : lieu d'hivernage vers lieu de reproduction). Elle devra également se baser sur une étude à large échelle des possibilités de déplacements offertes à la faune (continuités écologiques).

Références bibliographiques

- F. HOLKER, C. WOLTER, E. K. PERKIN et K. TOCKNER, 2010 : Light pollution as a biodiversity threat. Trends in ecology & evolution, 25(12):681-682.
- J.P SIBLET, 2008 : Impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité, synthèse bibliographique. Rapport MNHN-SPN /MEEDDAT n°8 : 28 p.

Insectes

- G. EISENBEIS, 2002 : Artificial night lighting and insects in Germany. Conference Ecological Consequences of Artificial Night Lighting.
- D. KOLLIGS, 2000 : [Conséquences écologiques des sources artificielles de lumière sur les insectes nocturnes, en particulier les papillons (Lepidoptera)]. (en allemand) Faunistisch-Ökologische Mitteilungen Suppl 28 : 1-136.
- G. EISENBEIS, 2006 : Artificial night lighting and insects : attraction of insects to streetlamps in a rural setting in Germany. Pp. 281-304, in Ecological consequences of artificial night lighting (C. RICH and T. LONGCORE, eds.). Island Press : Washington D.C., 458 pp.
- A.C.S OWENS, S.M. LEWIS, 2018 : The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. Ecol Evol. 2018;00:1–22.
- A. BARGHINI, B.A.S de MEDEIROS, 2012 : UV Radiation as an Attractor for Insects. Leukos Vol 9 n°1 July 2012 – 47-56.

Oiseaux

- C. MUSTERS et al. (2009).— The Effects of Coloured Light on Nature. Institute of Environmental Sciences. Leiden University. 43 pp.
- A. RUSS., 2015. Seize the night: European Blackbirds (Turdus merula) extend their foraging activity under artificial illumination. Journal of Ornithology, Vol. 156, pp.123-131
- D. DOMINONI et al., 2013. Urban-like night illumination reduces melatonin release in European blackbirds (Turdus merula). Frontiers in Zoology 2013, 10:60
- I. BYRKJEDAL et al., 2012.Do passerine birds utilise artificial light to prolong their diurnal activity during winter at northern latitudes? Ornis Norvegica (2012), 35: 37-42.
- M. LE CORRE et al., 2002. Light-induced mortality of petrels : a 4-year study from Réunion Island. Biological Conservation. Numéro 105. Pages 93-102.
- T. RAAP et al., 2016. Artificial light at night disrupts sleep in female great tits (Parus major) during the nestling period. Environmental Pollution 215:125-134
- G. SHOUP, 1918. Artificial Lighting of Poultry Houses in Washington. Journal of the American Association of Instructors and Investigators of Poultry Husbandry.Vol 4, Issue 6, pp. 44-47
- B. BRUDERER et al., 1999. Behaviour of migrating birds exposed to X-band radar and a bright light beam. Journal of Experimental Biology. Numéro 202. Pages 1015-1022.
- W. SQUIRES, H. Hanson, 1918. The Destruction of Birds at the Lighthouses on the Coast of California.The Condor, Vol. 20, Issue 1, pp 6-10

Mammifères terrestres

- M. DROUGLAZET, 2016. Élaboration d'un protocole d'étude de l'impact de l'éclairage artificiel sur les déplacements des mammifères terrestres nocturnes. PNR des Causses du Quercy, rapport de M2. 114 pages.
- M.CIACH et al., 2019. Ungulates in the city: light pollution and open habitats predict the probability of roe deer occurring in an urban environment. Urban Ecosystems 22:513–523
- MEB-ANPCEN, 2015. Éclairage du 21e siècle et biodiversité. Les cahiers de Biodiv'2050 : Comprendre. 72 pages

Suite ●●●

- J. BROWN, 1988. The effects of owl predation on the foraging behavior of desert rodents. Oecologia (1988) 76:408-415
- B. BIRD, 2004. Effects of Coastal Lighting on Foraging Behaviorof Beach Mice. Conservation Biology 18(5):1435 - 1439
- R. OBRTEL & V. HOLISOVA (1981).- The Diet of Hedgehogs in an Urban Environment. Folia. Zool.30 (3): 193-201.

Chiroptères

- AZAM C. et al. (2016).— Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program. Landscape ecology. Volume 31. Numéro 10. Pages 2471-2483.
- J. HALE et al., 2015. The ecological impact of city lighting scenarios: exploring gap crossing thresholds for urban bats.Global Change Biology (2015)21, 2467–2478
- N. DOWNS et al.., 2003, The effects of illuminating the roost entrance on the emergence behaviour of Pipistrellus pygmaeus, Biological conservation, Vol. 111, pp. 247-252.
- S. BOLDOGH et al. (2007). The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. Acta chiropterologica. Vol.9. N° 2. pp.527-534.
- E. STONE et al.. (2009). Street lighting disturbs commuting bats. Current biology. Numéro 19. Pages 1123-1127.

Poissons

- T. DAVIES et al., 2015 Nighttime lighting alters the composition of marine epifaunal communities. Biology Letters, vol.11
- A. BARDONNET, 2005. Recruitment abundance estimation: Role of glass eel (Anguilla anguilla L) response to light

Amphibiens reptiles

- K. DANANAY, M. BENARD, 2018.Artificial light at night decreases metamorphic duration and juvenile growth in a widespread amphibian. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 285(1882)
- B. WITHERINGTON & R. MARTIN, 1996. Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtle nesting beaches. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2. 3ème réédition, 2003.
- R. VAN GRUNSVEN et al.., 2017, Behaviour of migrating toads under artificial lights differs from other phases of their life cycle, Amphibia-Reptilia, Vol. 38, pp. 49-55.
- S. WISE & B. Buchanan, 2006. The influence of artificial illumination on the nocturnal behavior and physiology of salamanders: studies in the laboratory and field. Chapter 10 in Rich, C. and T. Longcore (Eds). Ecological Consequences of Artificial Night Lighting. Island Press; pp. 221-251.
- G. PERRY et al., 2008. Effects of night lights on urban reptiles and amphibians.the Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Urban Herpetology. 3, pp. 239-256

Flore

- E. KNOP et al., 2017. Artificial light at night as a new threat to pollination. Nature. Volume 548. Pages 206-209.
- R. FFRENCH-CONSTANT et.al, (2016). Light pollution is associated with earlier tree budburst across the United Kingdom. Proceedings of the Royal Society. Vol. 283. Numéro 1833.

Recommandations

- M. ZEALE et al., 2018. Experimentally manipulating light spectra reveals the importance of dark corridors for commuting bats. Glob Change Biol. 2018;24:5909–5918.
- SORDELLO R. (coord.), AMSALLEM J., AZAM C., BAS Y., BILLON L., BUSSON S., CHALLEAT S., KERBIRIOU C., LE VIOL I., N'GUYEN Duy-Bardakji B., VAUCLAIR S., VERNY P. (2018). Construire des indicateurs nationaux sur la pollution lumineuse. Réflexion préliminaire. UMS PatriNat, Cerema, CESCO, DarkSkyLab, IRD, Irstea. 47 pages.
- R. SORDELLO et al., 2014. Effet fragmentant de la lumière artificielle. Quels impacts sur la mobilité des espèces et comment peuvent-ils être pris en compte dans les réseaux écologiques ? Muséum National d'Histoire Naturelle. Rapport SPN 2014 – 50, 32 pages.

Série de fiches « AUBE »

Fiche chapeau	Intégrer la biodiversité dans la planification et la maintenance de l'éclairage
Fiche n° 01	**Adapter l'éclairage aux enjeux de biodiversité du territoire**
Fiche n° 02	Intégrer les enjeux de biodiversité nocturne dans la planification et les outils opérationnels
Fiche n° 03	Choisir une source d'éclairage en considérant l'impact de son spectre lumineux sur la biodiversité
Fiche n° 04	Comprendre l'arrêté ministériel du 27 décembre 2018 relatif aux nuisances lumineuses
Fiche n° 05	Normes, réglementations et recommandations en éclairage public (à paraître)
Fiche n° 06	Concevoir et gérer une installation d'éclairage pour limiter la pollution lumineuse (à paraître)
Fiche n° 07	Moduler l'éclairage artificiel : acceptabilité sociale et responsabilités de chacun (à paraître)
Fiche n° 08	Financer un projet d'éclairage intégrant biodiversité et sobriété énergétique (à paraître)

Mots clés

Pollution lumineuse, éclairage, faune, flore, impact, aménagement, planification, trame noire.

Contributeurs

Rédacteurs : Samuel Busson et Jean-François Bretaud (Cerema), avec l'appui de Romain Sordello (UMS Patrinat).

Relecteurs : Romain Sordello (UMS Patrinat), Hélène Foglar (Athena-Lum), Clarisse Paillard (Nantes Métropole), Céline Villa (Ifsttar), Pauline Chevalier (Métropole Nice Côte d'Azur), Baptiste Faure (Biotope).

Maquettage
Cerema Territoires et ville
Service édition

Impression
Jouve-Print
Mayenne

Contact

biodiversite.eclairage@cerema.fr

Photos et illustrations
Cerema/Jean-François Bretaud
Cerema/Samuel Busson

Date de publication
Septembre 2020
ISSN : 2417-9701
2020/24

Glossaire

ABC : Atlas de la biodiversité communale
ANPCEN : Association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement nocturnes
AOT : Autorisation d'occupation temporaire
CEN : Conservatoire des espaces naturels
CNRS : Centre national de la recherche scientifique
DPM : Domaine public maritime
EPCI : Établissement public de coopération intercommunale
INPN : Inventaire national du patrimoine naturel
LED : Diode électroluminescente
LPO : Ligue de protection des oiseaux
MNHN : Muséum national d'histoire naturelle
PADD : Plan d'aménagement et de développement durable
PLU : Plan local d'urbanisme
SAR : Schéma d'aménagement régional
SCoT : Schéma de cohérence territoriale
SDE : Schéma directeur d'éclairage
SRADDET : Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
TVB : Trame verte et bleue
ULR : Upward light ratio (représente le rapport du flux sortant des luminaires qui est émis dans l'hémisphère supérieur par rapport au flux total sortant des luminaires, lesquels étant dans leur position d'installation).
UV : Ultra violet

Commander ou télécharger nos ouvrages sur
www.cerema.fr

© 2020 - Cerema
La reproduction totale ou partielle du document doit être soumise à l'accord préalable du Cerema.

La collection « Connaissances » du Cerema

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir et approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - www.cerema.fr
Cerema Territoires et ville - 2 rue Antoine Charial - 69426 LYON cedex 03 - Tél. +33 (0)4 72 74 58 00
Siège social : Cité des mobilités - 25 av. François Mitterrand - CS 92803 - 69674 BRON Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30