



HAL
open science

Les enjeux de la pollution lumineuse

Mathilde Mauger Vauglin, Eric Maire, Anne Puissant, Grzegorz Skupinski, Adine Hector, Mina Charnaux, Sébastien Wehrle, Marion Vilain

► **To cite this version:**

Mathilde Mauger Vauglin, Anne Puissant, Grzegorz Skupinski, Adine Hector, Mina Charnaux, et al. (Dir.).
Les enjeux de la pollution lumineuse. 28, 2022. <hal-03968864>

HAL Id: hal-03968864

<https://hal.science/hal-03968864v1>

Submitted on 1 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Les enjeux de la pollution lumineuse : Etat des lieux de la trame noire à l'Eurométropole de Strasbourg

La pollution lumineuse n'est pas un problème récent. Ce sont les astronomes qui, les premiers, constatent, s'inquiètent et alertent de la disparition du ciel nocturne causée par un éclairage artificiel de plus en plus gênant. Nous savons aujourd'hui que ce phénomène a également des conséquences dramatiques sur la faune, la flore et la santé humaine. Dans ce contexte, la Ville de Strasbourg a acheté une image satellite nocturne à très haute résolution spatiale de son territoire, prise le 25 mars 2020 à environ 22 heures. Cette image a été analysée et couplée à deux bases de données de l'éclairage public pour établir un premier état des lieux de la pollution lumineuse sur le territoire.

L'image satellite

L'étude se base donc principalement sur l'analyse de l'image nocturne prise par le satellite chinois Jilin. La résolution spatiale de cette image est de 74 cm

et elle couvre une superficie totale de 600km², correspondant à la quasi-totalité du territoire de l'Eurométropole (33 communes). Seules les communes de Osthoffen, Kolbsheim, Blaesheim et Breuschwickersheim situées à l'extrême ouest de la zone, en rouge sur la Figure 1, ne sont pas ou que partiellement couvertes par l'image.

Il est important de relever la date de l'image et de souligner que, quelques jours auparavant, la France entrait dans le premier confinement strict dû à l'épidémie de Covid-19. D'une part, le nombre de voitures était donc drastiquement réduit et à cette période de l'année, les arbres n'ont pas encore leurs feuilles qui peuvent représenter un barrage pour la lumière observée vue du ciel. D'autre part, cette image composée de trois bandes (rouge, vert, bleu) permet de distinguer les différents types d'éclairages (sodium, LED, fluorescent) grâce à leurs différences d'émission spectrale. Cela permet d'objectiver les émissions dans des longueurs d'onde à effets biologiques sur la biodiversité et également sur l'humain (longueurs d'onde plus prononcées dans le bleu - principalement émise par les lampes LED à haute température).

Les analyses réalisées pour cette étude ont porté d'une part sur l'identification des zones-clés sources de pollution lumineuse et sur la proportion que représente l'éclairage privé. D'autre part, un diagnostic de l'état de la pollution lumineuse dans des zones à fort enjeux environnementaux (réservoirs de biodiversité inhérents à la Trame Verte et Bleue) a été exploré à travers des analyses de la propagation de la lumière sur le terrain et sa

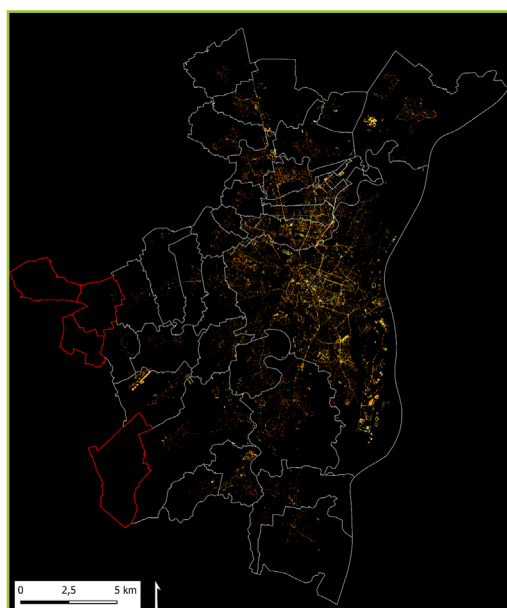


Figure 1 : Communes couvertes par l'image satellite Jilin - Sources : ING ; Jilin



contribution à la pollution.

Principales sources de pollution lumineuse

L'étude de cette image satellite a permis dans un premier temps d'identifier un certain nombre de zones fortement émettrices de pollution lumineuse. Pour mettre en évidence ces zones, l'image a été classifiée. En télédétection, la classification d'images satellite a le plus souvent pour objectif de différencier plusieurs types d'occupation du sol. Ce traitement permet donc de regrouper dans une même classe les pixels ayant les mêmes caractéristiques. Pour les images nocturnes, le processus est différent

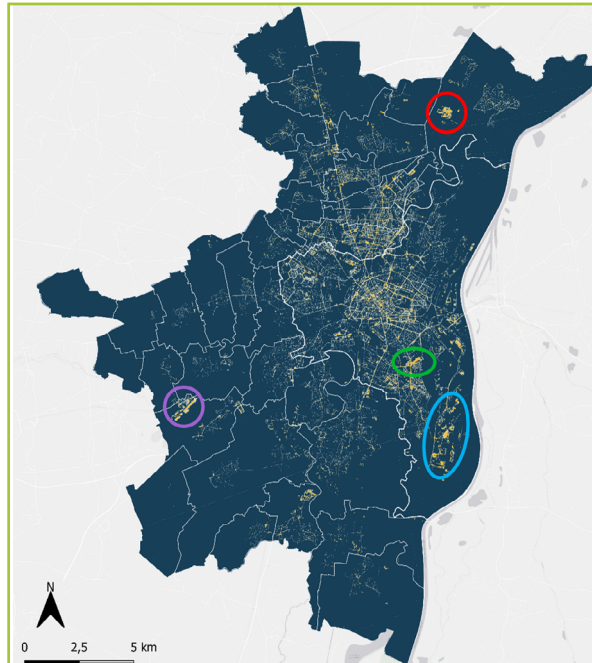


Figure 3 : Mise en évidence de zones sources de pollution lumineuse élevée - Sources : EMS ; Jilin

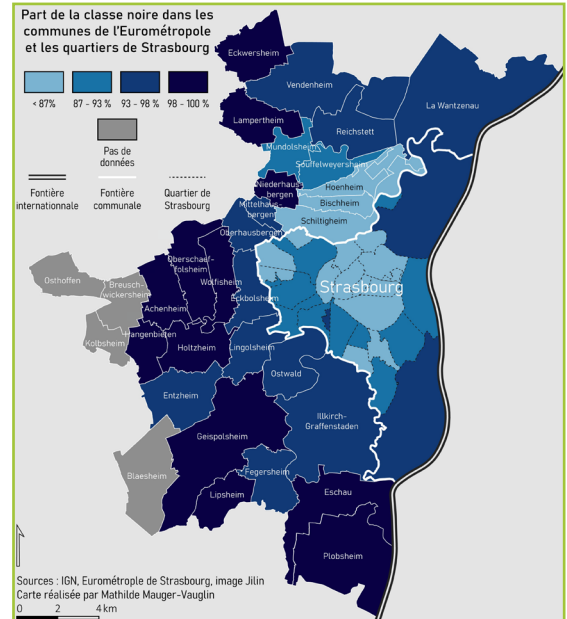


Figure 4 : Proportion de la classe noire dans les communes de l'Eurométropole et dans les quartiers de Strasbourg Sources : IGN ; EMS

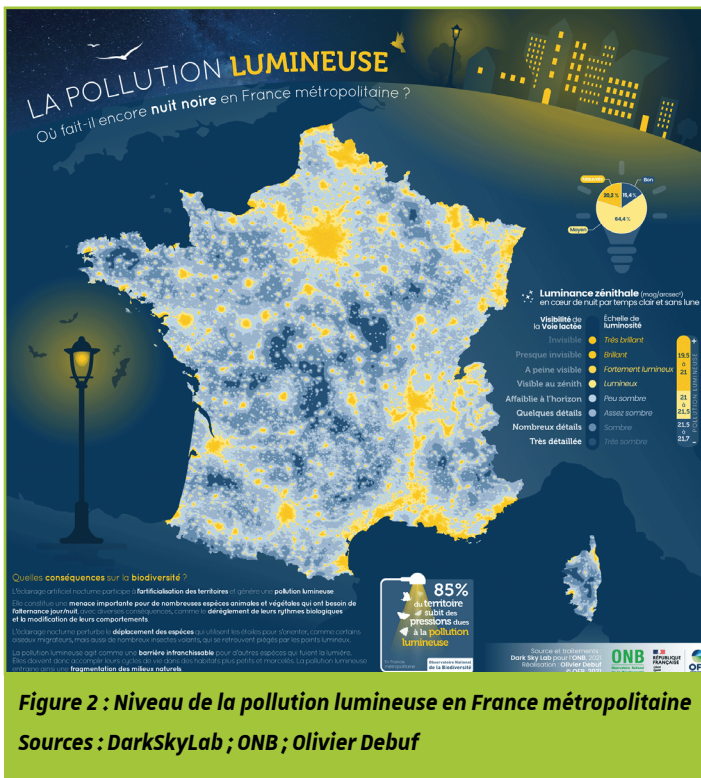


Figure 2 : Niveau de la pollution lumineuse en France métropolitaine Sources : DarkSkyLab ; ONB ; Olivier Debuf

car il s'agit de classer les différents types d'éclairages en fonction de leur intensité lumineuse. Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de créer quatre classes par analogie avec la carte de la pollution lumineuse à l'échelle nationale, réalisée par DarkSkyLab pour l'Observatoire National de la Biodiversité (ONB), présentée en Figure 2.

Pour cette classification, trois des classes correspondent à différents niveaux d'intensité lumineuse et la quatrième correspond à la classe noire regroupant les zones émettant une intensité lumineuse très faible voire nulle.

La classification opérée sur le territoire de Strasbourg a permis de faire ressortir des zones sources de pollution lumineuse intense. Les principales sont mises en évidence sur la Figure 3 sont : l'aéroport d'Entzheim, la zone d'activité Sud du Port Autonome de Strasbourg, le site Seveso d'Arlanxéo et un dépôt de la CTS (Compagnie des transports strasbourgeois).

La classification de l'image a également abouti à la création d'une carte (Figure 4) présentant l'état des lieux de la pollution lumineuse dans les communes de l'Eurométropole et dans les quartiers de Strasbourg. Sur cette carte, est représentée la part de la classe noire dans chaque commune et quartier.

Ce résultat fait clairement ressortir un gradient spatial entre les

communes de la 2ème couronne et les communes de la 1ère couronne de Strasbourg. En effet, dans les communes les plus éloignées la classe noire représente une part du territoire plus importante que dans les communes voisines de Strasbourg. Ce même gradient spatial s'applique également aux quartiers de Strasbourg : les quartiers de l'hypercentre ont une faible part de classe noire par rapport aux quartiers éloignés du centre. Ce gradient est fortement corrélé avec la densité de population (Figures 4 et 5): plus la densité de population est importante, plus l'éclairage augmente donc moins la classe noire est représentée. Les usages et l'activité nocturne sont directement corrélés à la densité de la population.

L'éclairage privé

La question de la proportion de l'éclairage privé dans le cadre d'études sur la pollution lumineuse est complexe. En effet, en France les sources d'éclairage privé ne sont pas recensées par les acteurs publics de l'aménagement qui ne savent donc pas quelle part représente cet éclairage sur les territoires ni où il se situe sur le territoire. En l'occurrence, l'image satellite nocturne peut fournir des informations précieuses sur ces questionnements. Cette partie de l'étude cherche à répondre à la question : quelle part de l'éclairage nocturne les sources privées représentent-elles ?

Pour répondre à cette question, deux méthodes ont été explorées. Dans les deux cas, il s'agit de comparer les points d'éclairage public connus avec les halos lumineux extrait de l'image satellite. Pour la première méthode, si les halos peuvent être associés à des points d'éclairage public alors ils sont considérés comme d'origine publique sinon il s'agit de sources privées. La deuxième méthode se base sur la surface des

halos lumineux.

Les deux méthodes ont abouti à un résultat similaire : sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg, on peut estimer que 25% de l'émission lumineuse correspond à de l'éclairage privé. Ce travail permet à l'Eurométropole d'affiner ses interventions sur les questions de l'éclairage d'un niveau de planification (PLUi) à un volet opérationnel (accompagnement des privés via la Charte Tous unis pour plus de biodiversité).

Diagnostic de la pollution lumineuse dans des zones à fort enjeux de biodiversité

Dans une perspective plus écologique, cette étude a exploré l'impact que cette pollution a sur les zones protégées que sont les réservoirs de biodiversité de la Trame Verte et Bleue. Ces réservoirs sont définis comme étant « des zones dans lesquelles la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée ». Dans ces réservoirs, il est considéré que les espèces peuvent effectuer la totalité ou une partie de leur cycle de vie car la zone d'habitat est suffisamment grande et diversifiée pour répondre à leurs besoins primaires (voir Figure 6).

Dans cet axe de l'étude, il est question de donner une vision globale de l'état de la pollution lumineuse dans des zones à fort enjeux écologiques et d'étudier la pollution lumineuse réellement perçue par la faune sur le terrain. Pour obtenir une représentation précise de la visibilité des sources lumineuses sur le terrain, des traitements sur la diffusion de la lumière ont été réalisés. Ces traitements

permettent de simuler la propagation de la lumière dans l'environnement urbain en fonction de la position d'éventuels obstacles tels que les arbres ou les bâtiments.

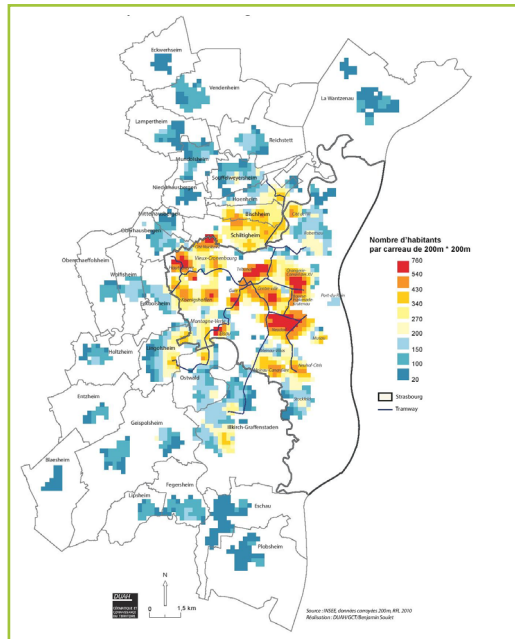


Figure 5 : Densités lissées de population sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg en 2010

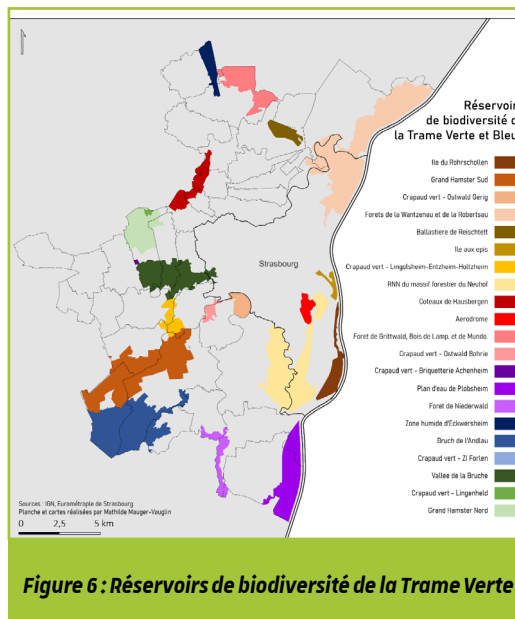


Figure 6 : Réservoirs de biodiversité de la Trame Verte

La diffusion de la lumière est un facteur très important à prendre en compte lorsqu'il est question de pollution lumineuse. En effet, lors de leur trajet dans l'atmosphère, les rayons lumineux subissent des interactions avec les molécules gazeuses (N₂, O₂, CO₂...) et les particules (aérosols, gouttelettes d'eau, poussières), c'est le phénomène de diffusion atmosphérique. Cette diffusion peut créer des halos lumineux visibles et gênants sur des kilomètres. Ainsi même si ces réservoirs abritent/accueillent eux-mêmes très peu de sources lumineuses, le phénomène de diffusion de la lumière peut s'y avérer très gênant pour la biodiversité nocturne.

A titre d'exemple également, la Figure 7 présente le résultat du calcul de diffusion de la lumière dans le réservoir de l'île aux épis. Dans cette zone, la diffusion de la lumière est très importante : elle se propage même jusque sur le Rhin en particulier au niveau du Jardin de Deux-Rives, à l'est de la figure. La friche Napoléon au nord-ouest est, elle, beaucoup plus préservée.

Conclusion

Cette image satellite à très haute résolution spatiale a permis d'appréhender de nombreux aspects de la pollution lumineuse. Les analyses possibles avec une telle image sont très nombreuses. Dans cette étude nous avons spatialisé les zones fortement sources de pollution lumineuse, estimé la part que représente l'éclairage privé et enfin, avec le croisement avec des données écologiques, représenté et visualisé les impacts des sources

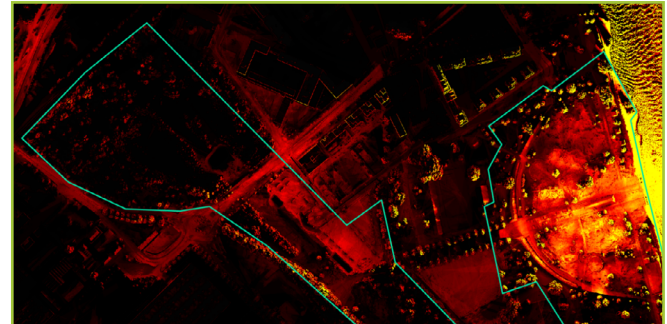


Figure 7 : Diffusion de la lumière dans le réservoir de biodiversité de l'île aux épis - Zoom sur l'Avenue de Vitry-le-François et le Jardin des Deux Rives --Les zones jaunes correspondent aux lieux les plus affectés par la diffusion de la lumière et les zones noires sont les moins affectées

lumineuses sur des zones protégées.

L'amplification de l'éclairage nocturne est devenue problématique et elle se poursuit sur toute la surface du globe. Cependant, dans le contexte actuel de prise de conscience des impacts du changement climatique sur l'environnement, les actions et les projets concrets visant à diminuer la pollution lumineuse se multiplient. Plusieurs métropoles françaises dont celle de Strasbourg et les communes qui la composent, travaillent activement à éclairer leur territoire de manière plus sobre et plus raisonnée. L'idée étant, dans un contexte urbain dense, de concilier au mieux les enjeux écologiques et les usages des habitants (déplacements, vie nocturne, travailleurs en horaires décalés, quartiers sensibles, ...).

Conception graphique : Zone Atelier Environnementale Urbaine, ZAEU, Maison Interuniversitaire des Sciences de l'Homme - Alsace (MISHA) 5, allée du Général Rouvillois, CS 50008
Céline Merlaud - Oxo Mini Agence

Auteurs et contacts

- Mathilde Mauger-Vauglin**, diplômée du Master 2 Géographie Numérique, Université de Lyon (mathilde.vauglin@gmail.com)
- Éric Maire**, Laboratoire Image Ville Environnement (LIVE) UMR CNRS 7362 / Université de Strasbourg (eric.maire@live-cnrs.unistra.fr)
- Anne Puissant**, LIVE UMR CNRS 7362 / Université de Strasbourg (anne.puissant@live-cnrs.unistra.fr)
- Grzegorz Skupinski**, LIVE UMR CNRS 7362 / Université de Strasbourg (grzegorz.skupinski@live-cnrs.unistra.fr)
- Adine Hector**, Ville et Eurométropole de Strasbourg - Ecologie du territoire (Adine.HECTOR@strasbourg.eu)
- Mina Charnaux**, Ville et Eurométropole de Strasbourg - Ecologie du territoire (mina.CHARNAUX@strasbourg.eu)
- Sébastien Wehrle**, Ville et Eurométropole de Strasbourg - Géomatique (Sebastien.WEHRLE@strasbourg.eu)
- Marion Vilain**, Ville de Strasbourg - Eclairage public (Marion.VILAIN@strasbourg.eu)