

# DARKSKYLAB, LES CHASSEURS DE POLLUTION LUMINEUSE

Sébastien Vauclair, astrophysicien, Christophe Plotard, géomaticien et Philippe Deverchère, ingénieur, de DarkSkyLab.

*Fondé en 2014, ce bureau d'études toulousain est spécialisé dans l'étude de l'éclairage artificiel et de ses effets.*

*Grâce à un outil de modélisation et de cartographie de la pollution lumineuse, il aide les décideurs publics et opérateurs privés à réduire la production de lumière, pour mieux protéger les hommes et la biodiversité, diminuer les consommations énergétiques, et rendre à la nuit son ciel étoilé.*

Comment produit-on des tomates en France en hiver ? En les faisant pousser sous des serres chauffées et... éclairées la nuit. La puissance lumineuse de ces installations est telle qu'elle est aisément détectable sur les images satellites nocturnes et constitue une source de nuisances majeures pour la biodiversité, les riverains et les astronomes.

Le bureau d'études DarkSkyLab a participé à la mise en évidence de ce phénomène et a permis de quantifier ses impacts. Fondé à Toulouse en 2014 par Sébastien Vauclair et Michel Bonavitacola, puis rejoint ensuite par Philippe Deverchère qui a permis le développement de ses outils de simulation et de métrologie, DarkSkyLab est spécialisé en mesure, analyse, modélisation et cartographie de la pollution lumineuse. Le bureau d'études a notamment développé le moteur de simulation de la pollution lumineuse Otus, sans équivalent connu à ce jour dans le monde, et de Ninox, un système de mesure en continu de la luminance zénithale.

## Simuler la brillance du ciel

Les simulations de pollution lumineuse visent à représenter sous forme cartographique, en chaque point d'un territoire d'études, la brillance du fond de ciel nocturne au zénith, ou luminance zénithale, telle qu'elle serait perçue par un observateur au sol.

La lumière produite par l'éclairage public et industriel, et dans une moindre mesure par l'éclairage résidentiel privé, est diffusée par les molécules de gaz de l'atmosphère et par les aérosols en suspension. Cette diffusion est à l'origine de la formation de halos lumineux au-dessus des agglomérations, halos qui peuvent être visibles à de grandes distances.

Les simulations de pollution lumineuse sont donc réali-

sées en modélisant par ordinateur cette diffusion des flux lumineux provenant de multiples sources.

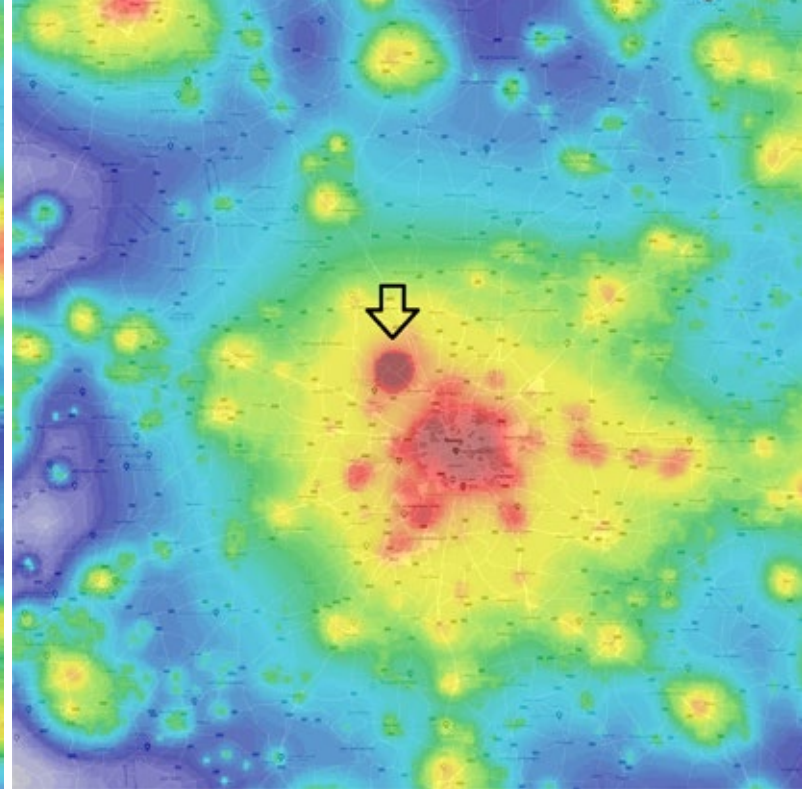
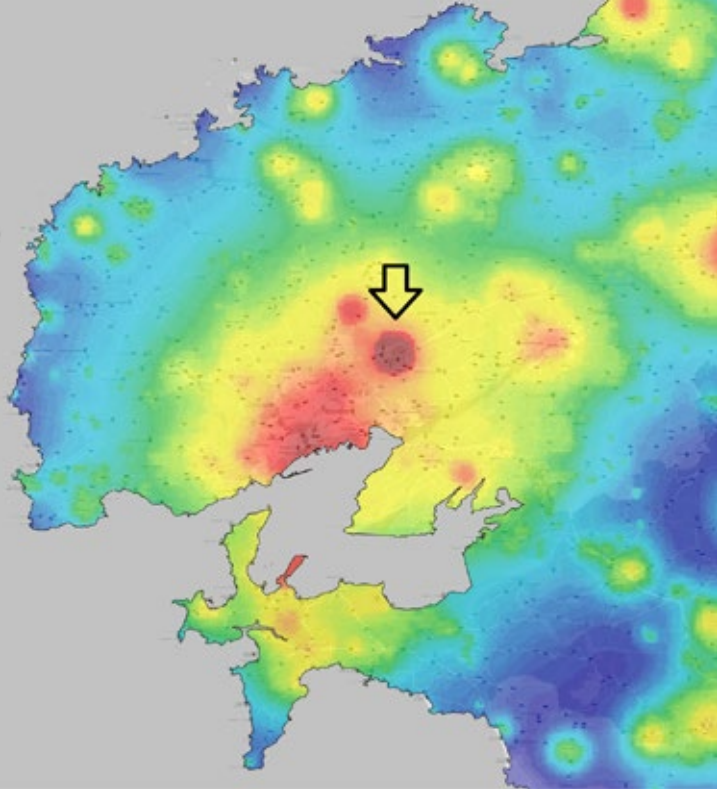
Exprimée en magnitudes par seconde d'arc au carré ( $\text{mag/arcsec}^2$ ), la luminance zénithale permet de définir la qualité d'un ciel : une valeur de  $17 \text{ mag/arcsec}^2$  sera ainsi caractéristique d'un ciel très lumineux (centre d'une grande ville), alors qu'une valeur de  $22 \text{ mag/arcsec}^2$  sera typique d'un ciel extrêmement sombre (lieu qui serait très éloigné de toute source de lumière).

Pour réaliser ces simulations et produire des cartes de pollution lumineuse, DarkSkyLab s'appuie sur diverses données permettant de localiser les sources de lumière et quantifier leurs émissions : des images satellites de nuit, des mesures réalisées sur le terrain, ou encore des bases de données de points d'éclairage public ou privé (comportant les caractéristiques techniques de chaque point telles que le type de lampe employé, la puissance lumineuse et la température de couleur de la lampe).

Dans le cas des serres à tomates éclairées artificiellement, les données satellites ont d'abord permis d'évaluer que certaines nuits d'hiver, le flux lumineux qu'elles produisent est jusqu'à 40 fois plus puissant que celui généré par un centre-ville. Ensuite, la simulation de pollution lumineuse a montré que la diffusion de la lumière artificielle à partir de ces installations avait le pouvoir de dégrader la qualité du ciel nocturne non pas seulement dans leurs environs immédiats, mais bien dans un rayon de plusieurs kilomètres voire dizaines de kilomètres autour d'elles.

## Des «trames noires» pour la biodiversité

Quelles sont les applications d'un tel outil ? L'objectif général de DarkSkyLab est d'aider à la diminution de la pollution lumineuse et de ses impacts négatifs. Le bureau



Localisation de serres à tomates sous éclairage artificiel en périphérie de Brest (à gauche) et Rennes (à droite), grâce aux cartes de simulation de pollution lumineuse de DarkSkyLab. La couleur rouge foncé indique un niveau de pollution lumineuse extrêmement élevé.

d'études intervient donc pour réaliser des diagnostics de parcs d'éclairage, fournir des préconisations pour réduire ou supprimer certaines émissions de lumière, simuler des scénarios de modification de l'éclairage pour en prédire les bénéfices, évaluer la pollution lumineuse d'une future installation, etc.

De manière concrète, la société est par exemple sollicitée par des collectivités locales désireuses de s'engager dans une démarche de « trame noire ». Il s'agit d'identifier les zones d'un territoire qui sont particulièrement importantes pour la vie et les déplacements des animaux nocturnes (chauve-souris, grenouilles, anguilles, etc.), et qui doivent donc bénéficier de la meilleure obscurité possible. La simulation de pollution lumineuse, croisée aux connaissances disponibles sur les espèces et leurs comportements, permet dans ce cas d'identifier précisément les espaces sombres qui doivent le rester, et surtout les espaces soumis à d'importants niveaux de lumière et où des actions de restauration de l'obscurité naturelle doivent être engagées en priorité.

Sur la base de ces informations, les communes sont alors encouragées à transformer tout ou partie de leur parc d'éclairage public (utiliser des lampes LED avec des températures de couleur basses, orienter davantage les flux lumineux vers le sol) et, mieux encore, à mettre en place des mesures de réduction de puissance ou d'extinction de l'éclairage, au minimum durant le cœur de la nuit (c'est-à-dire typiquement entre 23 h et 5 h du matin).

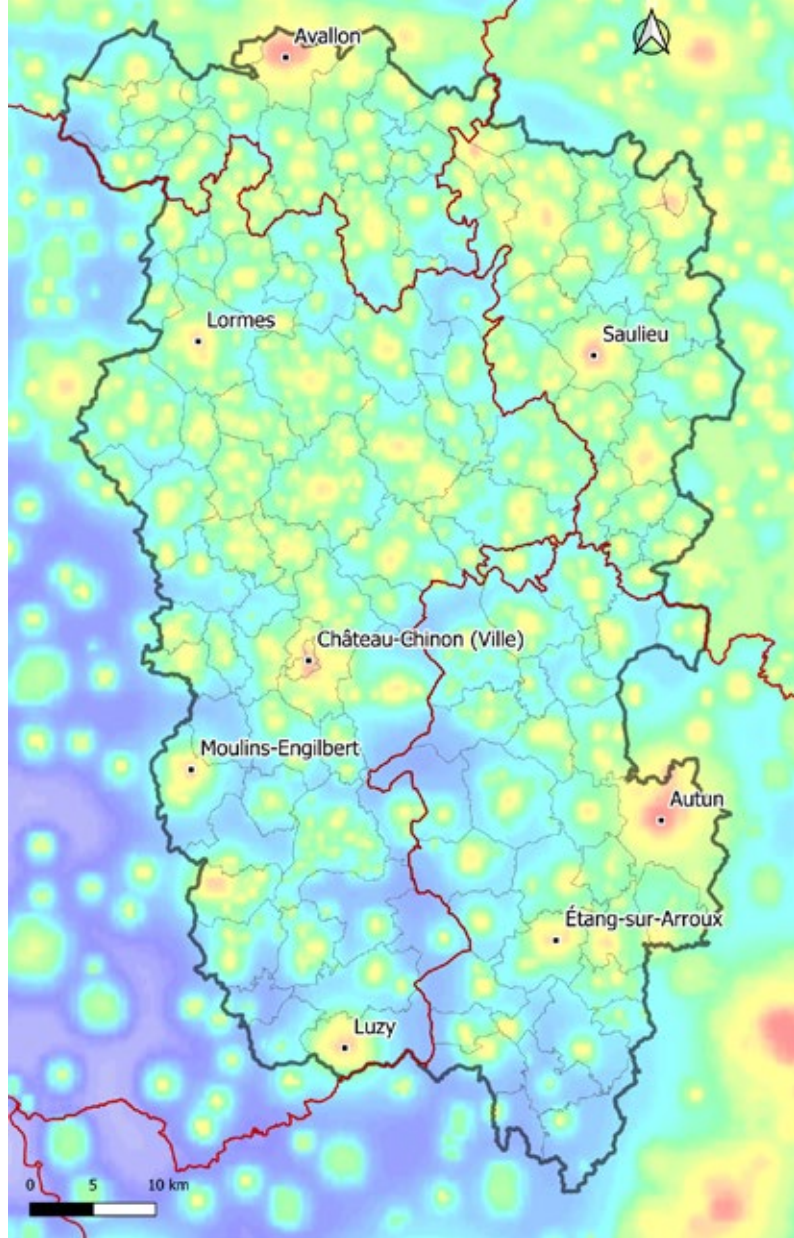
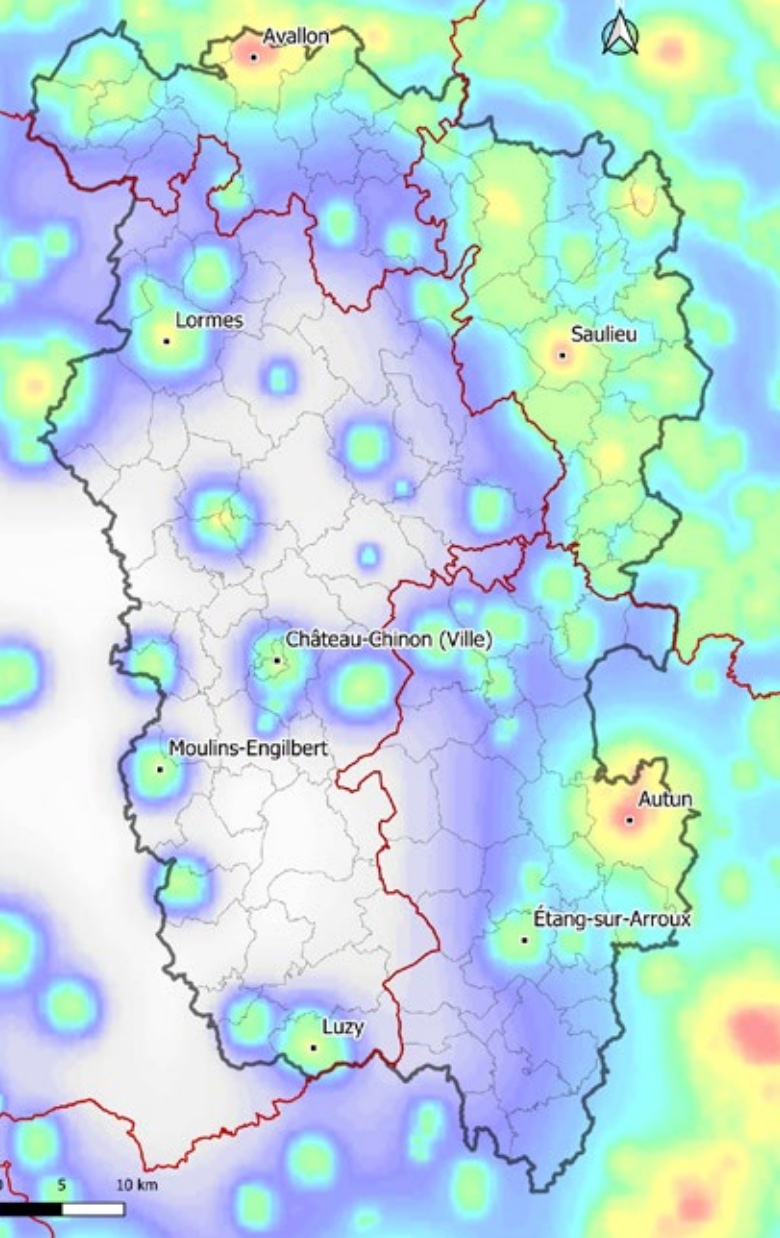
## Éteindre les lumières pour rallumer la nuit

Dans l'immense majorité des cas, les pratiques d'extinction ne concernent que l'éclairage public, et pas les sources de lumière d'origine privée (commerces, industries, etc.). Mais l'effet en termes de pollution lumineuse peut déjà être spectaculaire, comme le montre la comparaison de cartes de simulation avec et sans extinction.

Dans le Parc naturel régional du Morvan, par exemple, les extinctions d'éclairage public la nuit dans un très grand nombre de communes permettent d'atteindre un niveau d'obscurité de qualité exceptionnelle en cœur de nuit. À l'inverse, en dehors des périodes d'extinction, c'est-à-dire en soirée et au petit matin (ce qu'on appelle les extrémités de nuit), la carte de pollution lumineuse montre que le ciel est beaucoup moins sombre, ce qui est typique de zones composées de petites villes, bourgs et villages ruraux.

Souhaitant pousser plus loin leur démarche, certains territoires s'engagent dans l'obtention du label de « Réserve internationale de ciel étoilé », qui récompense les espaces où l'obscurité nocturne est de grande qualité. DarkSkyLab est, là aussi, sollicité afin d'accompagner les territoires en phase de candidature puis dans leurs actions en vue de conserver le label à long terme. Le bureau d'études est ainsi appelé à fournir des diagnostics et des préconisations, mais aussi identifier la zone cœur de la réserve, simuler les améliorations potentielles en cas d'extinction complète de l'éclairage public sur l'intégralité du territoire candidat, ou suivre l'évolution de la pollution lumineuse année après année.





Comparaison de cartes de pollution lumineuse dans le Parc naturel régional du Morvan, en cœur de nuit (à gauche) et en extrémité de nuit (à droite). La couleur gris clair indique un niveau de pollution lumineuse extrêmement faible, la couleur verte indique un niveau de pollution lumineuse dit de « transition suburbain-rural ».

## La lutte contre le sur-éclairage en ville

Mais le travail sur la pollution lumineuse n'est pas qu'une affaire de territoires ruraux ou d'espaces naturels. Il concerne également les territoires urbains, y compris les très grandes métropoles, qui cherchent elles aussi à réduire les impacts de la lumière sur leurs habitants, à protéger la biodiversité urbaine et à diminuer leur consommation énergétique. Ce sujet est même en train de devenir l'un des chantiers incontournables de nombreuses villes françaises.

DarkSkyLab vient par exemple de démarrer l'étude de la pollution lumineuse dans le cadre du nouveau marché public de l'éclairage de la ville de Paris. L'objectif de ce marché est notamment le renouvellement complet du parc

d'éclairage de la capitale, qui devra permettre la restauration de zones de relative obscurité pour la biodiversité, ainsi que la réduction de la consommation électrique de 30 % par rapport à l'existant.

En novembre dernier, l'Observatoire national de la biodiversité a publié la première carte de la pollution lumineuse en France métropolitaine, réalisée là encore grâce à l'outil de simulation de DarkSkyLab sur la base d'images satellites<sup>1</sup>. Elle montre que 85 % du territoire hexagonal est soumis à un niveau élevé de nuisances induites par l'éclairage artificiel. Preuve que la chasse à la pollution lumineuse ne fait que commencer.

1 Carte visible sur <https://www.ofb.gouv.fr/actualites/un-nouvel-indicateur-pour-mesurer-la-pollution-lumineuse>.