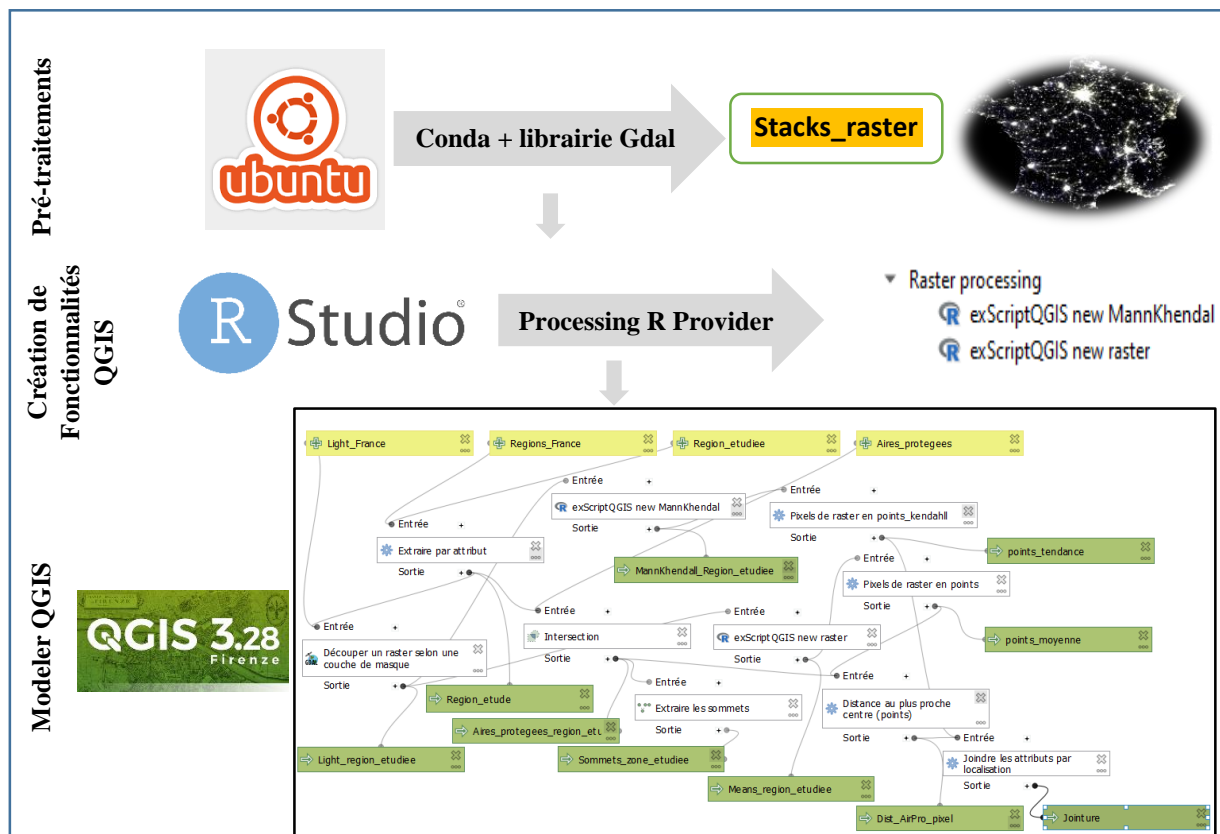


## 1. Introduction

La pollution dite lumineuse (Sordello, 2017 ; Kyba *et al.*, 2017) occasionne des impacts importants sur la biodiversité (Rich et Longcore, 2006), en particulier la faune et la flore. En effet, elle engendre la dégradation de la qualité des habitats des espèces animales (Picchi *et al.*, 2013), les pièges écologiques (Longcore *et al.*, 2013), la modification des cycles d'espèces végétales en ville (Ffrench-Constant *et al.*, 2016, Sordello *et al.*, 2018), le déséquilibre entre les rapports proies-prédateurs (Minnaar *et al.*, 2014). Face à ces enjeux, ce phénomène est reconnu et fait actuellement l'objet d'intérêts de décideurs et scientifiques. Par exemple, dans l'Eurométropole de Strasbourg, une étude (Vauglin *et al.*, 2022) a mis en évidence les effets de la pollution lumineuse dans les zones à forts enjeux environnementaux (réservoirs de biodiversité inhérents à la Trame Verte et Bleue). La présente étude s'inscrit dans ce contexte et cherche à comprendre comment se manifeste le phénomène de pollution lumineuse sur le territoire du département de la Bretagne, en particulier les aires protégées.

## 2. Méthode

La méthode (Figure 1) adoptée dans la compréhension de la manifestation de la pollution lumineuse dans le département de la Bretagne, regroupe un ensemble de données (raster sur la pollution lumineuse de la France de 1992 à 2012 ; fichier .shp des aires protégées et les vecteurs de découpage administratifs de la France) qui sont par la suite successivement intégrés dans des logiciels (Ubuntu, RStudio et QGIS).

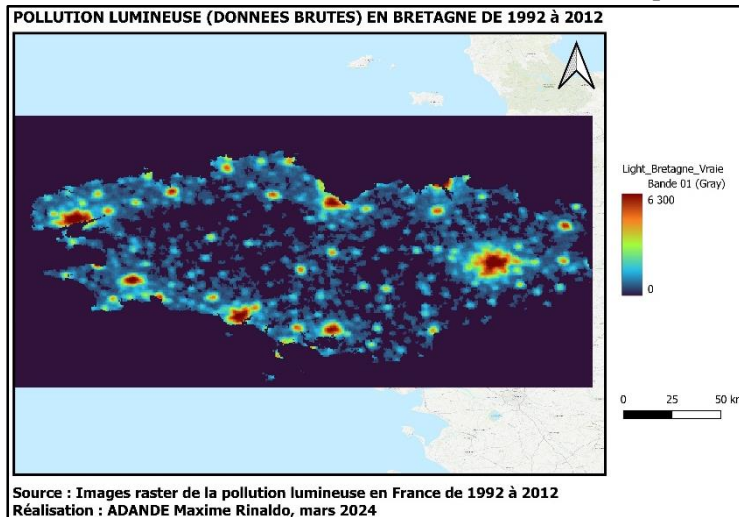


**Figure 1 : Schéma méthodologique de traitement**

Les images raster brutes de la Lumière Artificielle Nocturne (LAN) sont regroupées en stacks de bandes pour toute la France grâce à la librairie Gdal dans l'environnement CONDA du logiciel Ubuntu. Par la suite, les scripts permettant de calculer les moyennes et tendances de Mann Kendall de la LAN, sont générés à partir du logiciel RStudio et de l'extension Processing R Provider installée sous QGIS. Par ailleurs, grâce à un modeler mis en place avec QGIS, les moyennes, tendances de Mann Kendall et les distance de propagation de la LAN sont calculés, sans oublier un fichier .csv final de jointure résumant les différents paramètres calculés. Enfin, sous RStudio, deux (02) graphiques sont générés pour comprendre l'évolution moyenne et tendancielle de la LAN sur un pas de 10km autour des aires protégées de la Bretagne, afin d'en mesurer l'influence potentielle de la pollution par la lumière artificielle nocturne sur la zone tampon de ceinture des écosystèmes protégés du milieu d'étude.

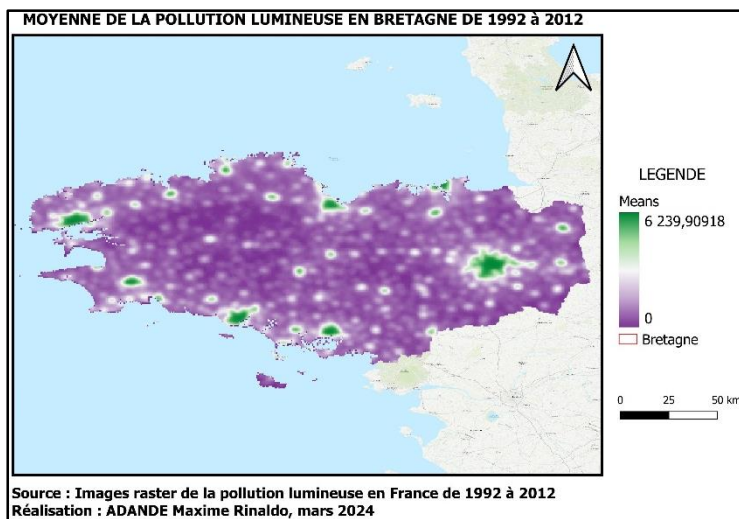
### 3. Résultats

Les résultats obtenus à l'issu des divers traitements sont présentés en cartes géographiques et graphiques.



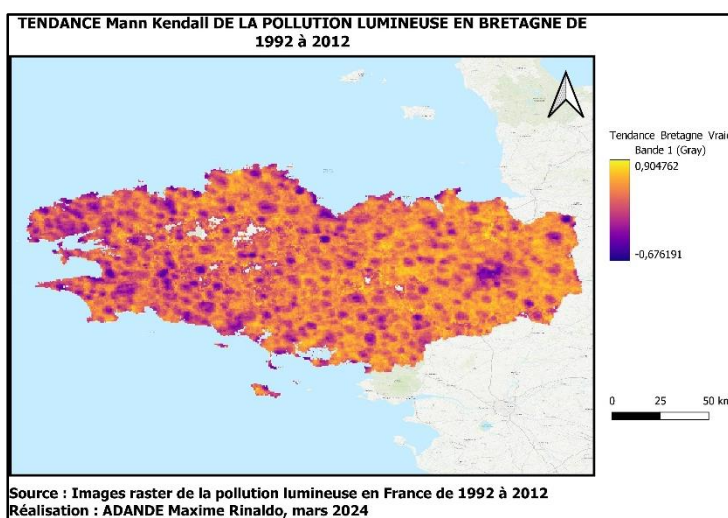
D'ouest en Est de la zone d'étude, nous remarquons une distribution hétérogène de la pollution à la lumière artificielle nocturne avec des degrés prononcés (6300 pixels) principalement à l'ouest, au sud et à l'Est et un peu au Nord de la Bretagne. Il faut remarquer que deux grands types d'aires protégées (Parc régional d'Armorique à l'Ouest et parc naturel régional du Golfe du Morbihan) couvrent la zone d'étude, et les manifestations de la LAN sont aigues principalement à l'extérieur de ces espaces protégés.

**Figure 2 :** Aperçu de la pollution lumineuse nocturne en Bretagne



La cartographie de la moyenne de distribution de la lumière artificielle nocturne sur l'aire géographique de la Bretagne montre une propagation similaire aux données brutes cartographiées plus haut. Les pics (plages de couleurs vertes) remarqués sur la figure 3 indique une moyenne élevée (approximativement 6239,90 pixels) de la LAN. Elle demeure faible pour tout le reste du territoire. La moyenne élevée à l'Ouest du territoire est probablement due à la présence de l'université de Rennes dans les environs, témoignant d'une importante activité liée à la LAN.

**Figure 3 :** Moyenne de la pollution lumineuse nocturne en Bretagne



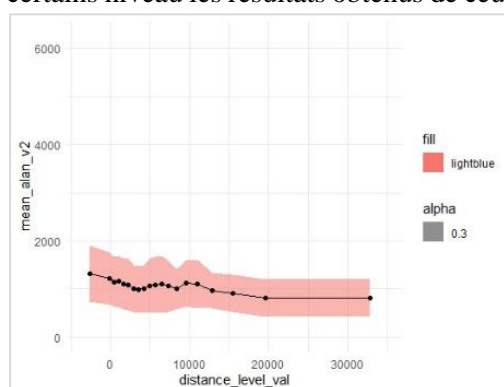
La tendance de Mann Kendall de la manifestation de la lumière artificielle nocturne sur le territoire de la Bretagne affiche une distribution élevée suivant le gradient, pour la majeure partie de la zone. La tendance de pollution à la lumière artificielle nocturne est alors forte (avoisinant 0.90) dans le département de la Bretagne. La tendance de pollution à la LAN étant prononcée sur le territoire, cela témoigne d'une présence humaine plus ou moins marquée. Aussi, le secteur d'étude est réputé pour le tourisme balnéaire.

**Figure 4 :** Tendance de la pollution lumineuse nocturne en Bretagne

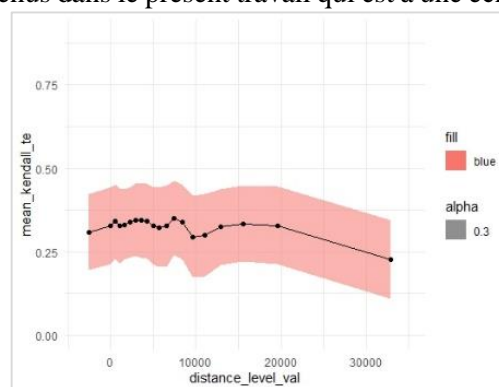
De ces constats, nous pouvons dire que la Bretagne est exposée à une pollution à la LAN avec des tendances prononcées sur son territoire.

## 4. Discussion

L'observation de la Lumière Artificielle Nocturne (LAN) a des variations spatiale et temporelle en fonction et à l'intérieur d'un espace géographique (Elvidge *et al.*, 2014). Cela confirme les résultats (figure 2) de la présente étude. La moyenne (figure 5) de la LAN observée à pas de 10000 mètre autour des Aires Protégées (AP) du département de la Bretagne indique une allure décroissante qui devient constante au-delà de 10 km de rayon. De même, la tendance de Mann Kendall observé par rapport à la distance, montre une courbe (figure 6) à allure abaissante. La LAN est alors plus manifeste autour des 10 km de rayon ceinturant les AP, et insignifiant au-delà de ce rayon. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Guette *et al.* (2018) qui concluent que les aires protégées semblent jouer le rôle de défense contre l'action humaine. De même Gaston *et al.* (2015) ont conclu que l'extérieur des AP est plus exposé aux effets de la LAN, à la différence que leur étude a considéré un rayon de 25km par rapport à celui de 10km analysé dans le présent dossier. Ce qui fait plus ou moins différer les différents résultats qui s'inscrivent quand même dans la même dynamique de conclusion. Certaines espèces luciphiles se verraient piéger par rapport à leurs habitats écologiques, du fait de la forte présence de la LAN autour de leur espace naturel de vie. Ce qui pourraient entraver les migrations et échanges interspécifiques. En gros, l'article de Guette *et al.* (2018) s'inscrit dans une approche globale sinon planétaire, qui écarte à certains niveau les résultats obtenus de ceux parvenus dans le présent travail qui est à une échelle locale.



**Figure 5 :** Moyenne de la Lumière Artificielle Nocturne



**Figure 6 :** Tendance temporelle de la LAN en fonction de la distance (en m) par rapport aux limites des Aires Protégées

Les analyses statistiques (figure 7) effectuées sur les distances observées par rapport à la tendance révélée par la LAN autour des aires protégées du département de la Bretagne.

### Figure 7 : Statistiques descriptives de la moyenne et la tendance temporelle

Les écarts autour de la moyenne calculée varient globalement pour les trois indicateurs (moyennes de la LAN, sa tendance de Mann Kendall, la distance), à la différence que cela est significatif pour le

Statistiques descriptives	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Ecart-type	1 <sup>er</sup> quartile	3 <sup>ème</sup> quartile	Variance	Coefficient de Variation
mean_ALAN	1057.52	746.18	58.27	6239.90	1006.39	507.54	1169.09	1012822	95.16
trend_ALAN	0.32	0.36	-0.67	0.90	0.22	0.18	0.49	0.05	70.78
distance_pa	18819.16	15536.12	23.31819	68362.95	13251.73	8375.379	26842.72	175608338	70.41

paramètre distance. La distance serait alors un facteur non négligeable dans la manifestation de la Lumière Artificielle Nocturne autour des aires protégées du territoire de la Bretagne. Il serait opportun de prendre en compte ce paramètre et de l'étudier de façon approfondie dans les recherches futures. Le territoire, étant une zone attractive, du fait des activités touristiques et autres activités à caractère récréatif, la pollution à la lumière artificielle nocturne se verrait probablement amplifiée à la longue. Le territoire de la Bretagne est sans doute exposé à l'influence de la Lumière Artificielle Nocturne, qui exerce une pression plus ou moins significative dans les rayons des aires protégées et parcs naturels présents sur l'espace géographique de cette partie ouest de la France. La forte présence de la LAN remarquée à l'est du territoire témoigne de la forte artificialisation de certaines parties à forte présence humaine.

### Conclusion

La présente étude a montré que le facteur distance est non négligeable dans l'analyse et la compréhension véritable de la LAN dans le département de la Bretagne. Ce serait d'un intérêt scientifique et écologique que les études futures se penchent sur cet aspect de la recherche, pour traiter et ressortir tous les autres pressions anthropiques et naturelles renforçant l'activité de la LAN.

## Bibliographie

- Elvidge C.D., Baugh K.E., Kroehl H.W., Davis E.R. 1997. Mapping city lights with nighttime data from the DMSP operational linescan system. *Photogramm. Eng. Remote. Sens.* 63, 727-734. [https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/97journal/june/1997\\_jun\\_727-734.pdf](https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/97journal/june/1997_jun_727-734.pdf)
- Falchi F., Cinzano P., Duriscoe D., Kyba C.C.M., Elvidge C.D., Baugh K., Portnov B.A., Rybnikova N.A., Furgoni R. 2016. The new world atlas of artificial night sky brightness, *Science Advances*, Vol. 2, n° 6. 26 p. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600377>
- Gaston, K.J., Duffy, J.P., Bennie, J., 2015. Quantifying the erosion of natural darkness in the global protected area system : decline of darkness within protected areas. *Conserv. Biol.* 29, 1132–1141. <http://dx.doi.org/10.1111/cobi.12462>
- Guette A., Godet L., Juigner M., Robin M. (2018). Worldwide increase in Artificial Light At Night around protected areas and within biodiversity hotspots. *Biological Conservation* 223 (2018) 97–103. [http://laurentgodetpagepersonnelle.a.l.f.unblog.fr/files/2009/05/guette-et-al.-2018\\_alan.pdf](http://laurentgodetpagepersonnelle.a.l.f.unblog.fr/files/2009/05/guette-et-al.-2018_alan.pdf)
- Kyba C.C.M., Kuester T., De Miguel A.S., Baugh K., Jechow A., Holker F., Bennie J., Elvidge C.D., Gaston K.J. & Guanter L. 2017. Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Science Advances*. Volume 3. Numéro 11, 8 p. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701528>
- Mathilde Mauger Vauglin, Eric Maire, Anne Puissant, Grzegorz Skupinski, Adine Hector, Mina Charnaux, Sébastien Wehrle, Marion Vilain. 2022. Les enjeux de la pollution lumineuse. 5 p. <https://hal.science/hal-03968864/>
- Rich C., Longcore T., 2006, Ecological consequences of artificial night lighting, Island Press, Washington D.C. USA, 480 p. <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/38531/1/79.pdf>
- Sordello R. (coord.), Amsellem J., Azam C., Bas Y., Billon L., Busson S., Challéat 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 p. [https://kbnl.ch/wp-content/uploads/2019/02/56\\_1\\_Sordello-et-al-2018.pdf](https://kbnl.ch/wp-content/uploads/2019/02/56_1_Sordello-et-al-2018.pdf)
- Sordello R. 2017. « Pollution lumineuse et trame verte et bleue : vers une trame noire en France ? », *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement* [En ligne], 35 | 2017, mis en ligne le 29 novembre 2017, consulté le 08 mars 2024. URL : <https://journals.openedition.org/tem/4381> ; 25 p. DOI : 10.4000/tem.4381