



**ETUDE DE POLLUTION LUMINEUSE DANS LE CADRE DE LA
CONSTRUCTION D'UNE MAISON D'ARRÊT SUR LA COMMUNE DE
RIVESALTES (66)**

**Document de synthèse
État initial de l'environnement**



Etat initial de l'environnement nocturne

La pollution lumineuse est un phénomène anthropique induit par une mise en lumière via un éclairage artificiel durant la période nocturne.

« L'introduction d'un agent chimique, physique ou biologique au sein d'un milieu à l'origine de dégradations est défini comme une pollution ». À ce titre, la pollution lumineuse désigne toute forme de présence lumineuse, durant la nuit, à l'origine d'impacts, de nuisances ou de gênes pour l'Homme et son environnement.

La présence d'éclairage artificiel diminuant la qualité de l'obscurité normale induit une artificialisation spatiale et temporelle de l'environnement nocturne, transformant une période naturelle d'obscurité et de repos en une période de jour et d'activité simulée par une présence omniprésente de lumière.

Version intermédiaire :

Ce document de synthèse est une version intermédiaire. Certaines analyses pourront potentiellement évoluer ponctuellement avec la poursuite de l'étude.





L'état initial de l'environnement nocturne poursuit l'objectif d'établir un état des lieux de la composante nocturne de l'environnement au sein du périmètre avant la réalisation du projet. Cet état initial servira de référence dans l'étude du projet qui sera ensuite comparée avec la simulation prédictive pour définir les incidences négatives du projet sur l'environnement nocturne.

Cet état initial est établi selon 3 étapes :

1. La collecte de données : sources d'éclairage proches et qualité de l'obscurité sur site. La collecte des données est réalisée par des prises de mesures directement effectuée sur le terrain au cours d'une nuit.
2. La modélisation de l'éclairage et de la pollution lumineuse à l'état initial. La modélisation est construite à partir des données récoltées sur le terrain ainsi que par l'étude de diverses sources de données accessible (notamment images satellites). Il découlera une analyse globale de la pollution lumineuse sur le périmètre du projet et notamment l'analyse du halo lumineux qui est influencé par des sources se trouvant hors du périmètre du projet.
3. La caractérisation des enjeux sur les contextes de biodiversité et de santé humaine. Les enjeux sont établis à partir des données produites dans le cadre de l'inventaire faune/flore, de l'étude de l'occupation du sol et du bâti. Elles sont complétées par des observations issues de la phase de terrain.

Campagne de mesures

La campagne de mesures a été réalisée la nuit du 16 au 17 novembre 2020, entre 19h45 et 2h00 du matin. Deux types de mesures ont été effectuées : des mesures d'éclairage (sous chaque point lumineux rencontrés au sein du

périmètre d'étude élargi) et des mesures d'obscurité grâce au SQM et SQM LU DL.

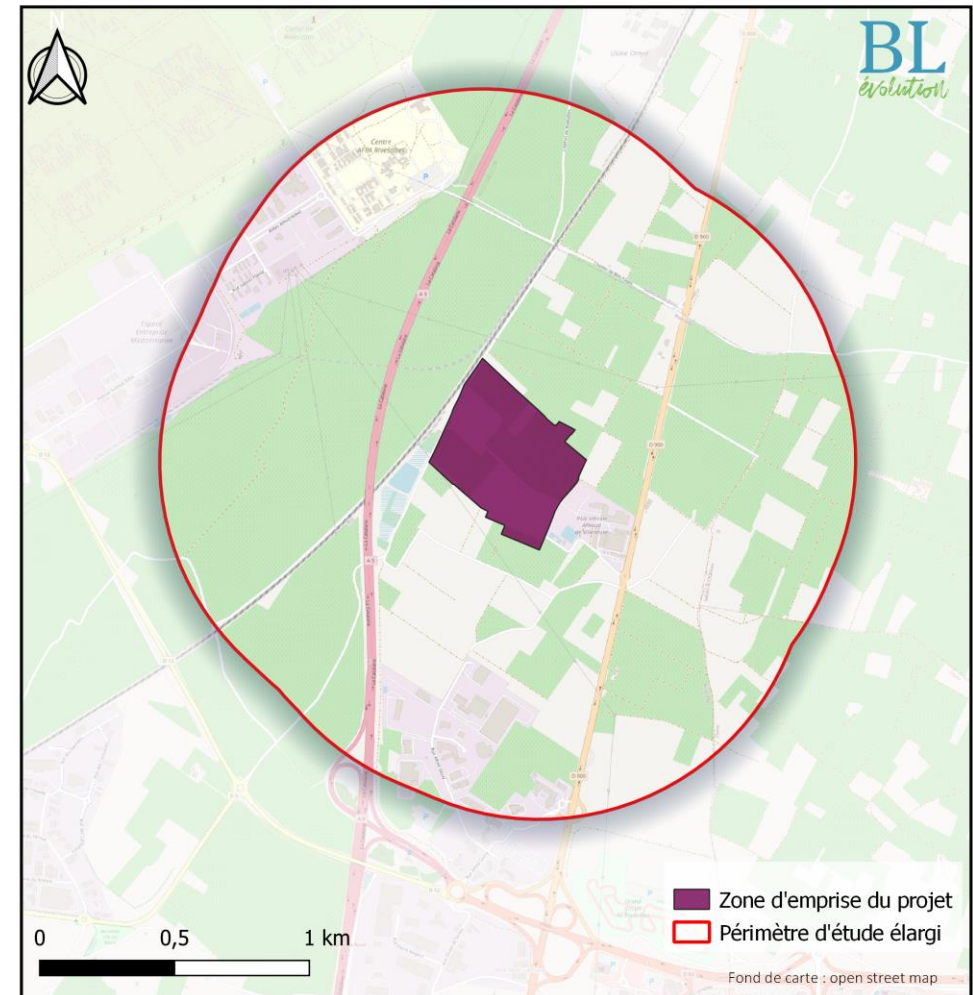
Concernant les mesures de la qualité de l'obscurité, le choix de la date d'exécution de la campagne de terrain a suivi la stratégie suivante :

- **L'absence de lune.** La lune, qui reflète la lumière du soleil, est à l'origine de la création d'une ambiance lumineuse plus ou moins forte en fonction de la phase (premier croissant, premier quartier, pleine lune...). La lumière naturelle de la lune joue un rôle sur la qualité de l'obscurité d'un environnement nocturne. C'est pourquoi, de nombreuses espèces ont un comportement différent en présence de la lune, notamment au cours des périodes se rapprochant de la pleine lune. La présence de la lumière de la lune est captée par les instruments de mesures SQM, c'est pourquoi nous avons privilégié un nuit sans lune.
- **Une nuit avec pas (ou peu) de nuages.** Les nuages agissent la nuit comme une barrière à la diffusion de la lumière. Ainsi, les halos lumineux issus des agglomérations urbaines proches ou éloignées peuvent être reflétés par les nuages et ainsi influencer le périmètre d'étude, ce qui peut perturber la prise de mesure. *La nuit du 16 au 17 novembre a été marquée par la **présence de nuages en début de soirée**. La prise longue effectuée grâce au SQM LU DL permet d'identifier la tendance générale au cours de la nuit et l'influence des nuages sur la période identifiée pour ainsi corriger les résultats mesurés ponctuellement.*



La pollution lumineuse étant un phénomène qui se diffuse et qui est issu de la concentration et l'addition de sources d'éclairages artificiels pouvant se situer à plusieurs kilomètres, son étude ne peut être limitée au stricte périmètre du projet (22ha). De plus, les incidences attendues auront un effet sur une distance dépassant ce périmètre. Dans ce sens, l'expertise a nécessité la définition d'une zone d'étude élargie (500ha). La pertinence de la définition de cette aire s'est appuyée principalement sur la prise en compte des habitations situées à proximité du futur projet.

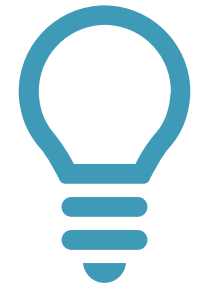
Pour cette réalisation, le périmètre d'étude étendu correspond à une « zone tampon » d'un kilomètre autour de l'emprise initiale du projet fournie.



Analyse des éclairages

*Les éclairages directs représente un impact que l'on nomme **pollution lumineuse directe**.*

C'est-à-dire l'influence directe du flux lumineux sur l'environnement nocturne, qui est à l'origine d'impacts importants mais localisés sur la biodiversité et la santé humaine





Les sources d'éclairage

La réalisation de l'état initial de l'environnement nocturne s'intéresse à l'étude des éclairages publics qui sont présents au sein du périmètre d'étude élargi.

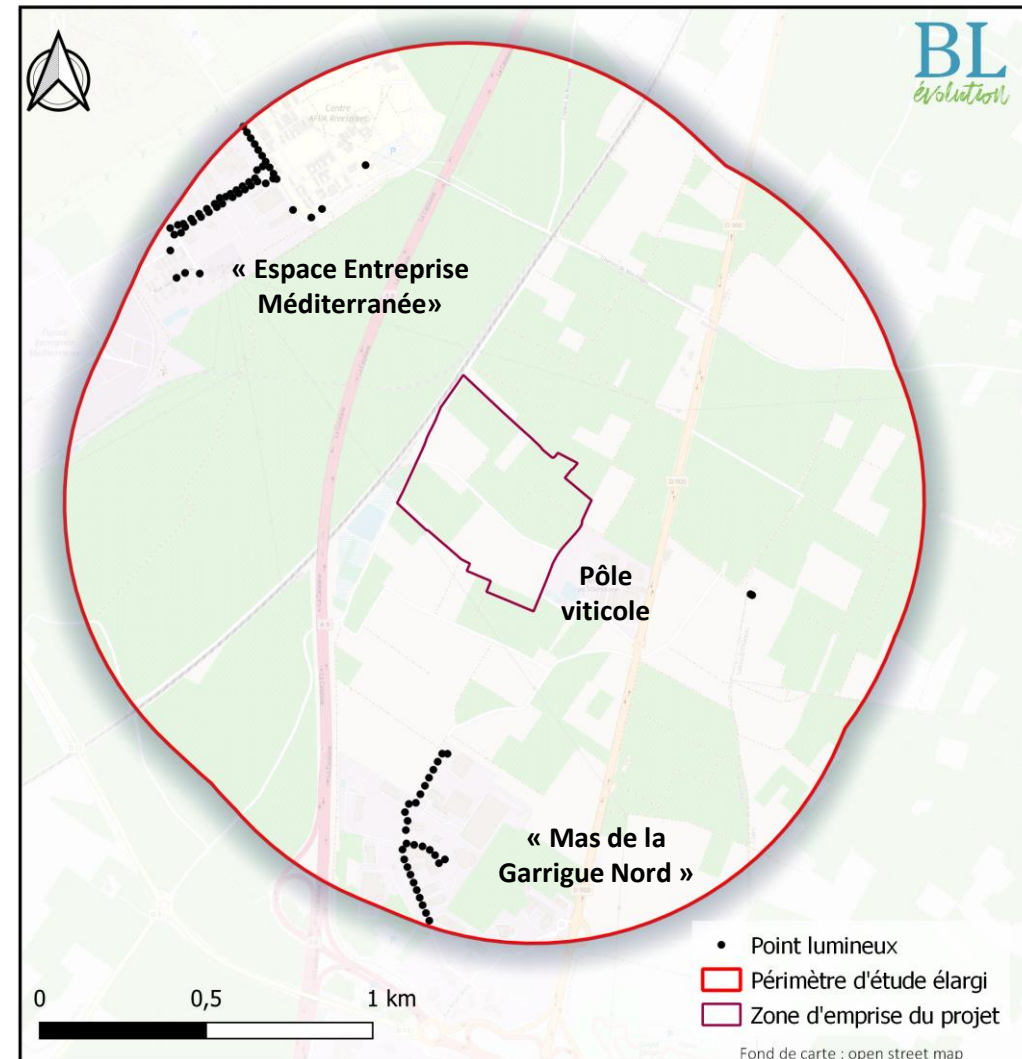
Chaque point lumineux a fait l'objet d'un recensement :

- De sa localisation (GPS)
- Des paramètres des points lumineux (type de lampadaire, ULOR, hauteur, type d'ampoule et températures de couleurs pour les LED)
- Des caractéristiques des flux (éclairage (luxmètre) au sol et distance maximale d'influence)

Résultats sur le périmètre :

Au total **83 sources lumineuses** sont présentes sur le périmètre d'étude élargi. Ce chiffre se veut être le plus exhaustif possible, il exclut cependant les possibles éclairages appartenant au domaine privé inaccessible, ou des sources qui n'étaient pas en état de fonctionnement au cours de la collecte. Par exemple des spots sont présents à l'intérieur de l'enceinte du pôle viticole « Arnaud de Villeneuve », mais n'ont pas pu faire l'objet de mesures (inaccessibilité du site).

Les sources lumineuses se concentrent notamment au sud du projet (Mas de la Garrigue Nord) et au nord-ouest (Espace Entreprise Méditerranée). Deux points lumineux ont été identifiés à proximité d'une habitation à l'est du périmètre d'étude.

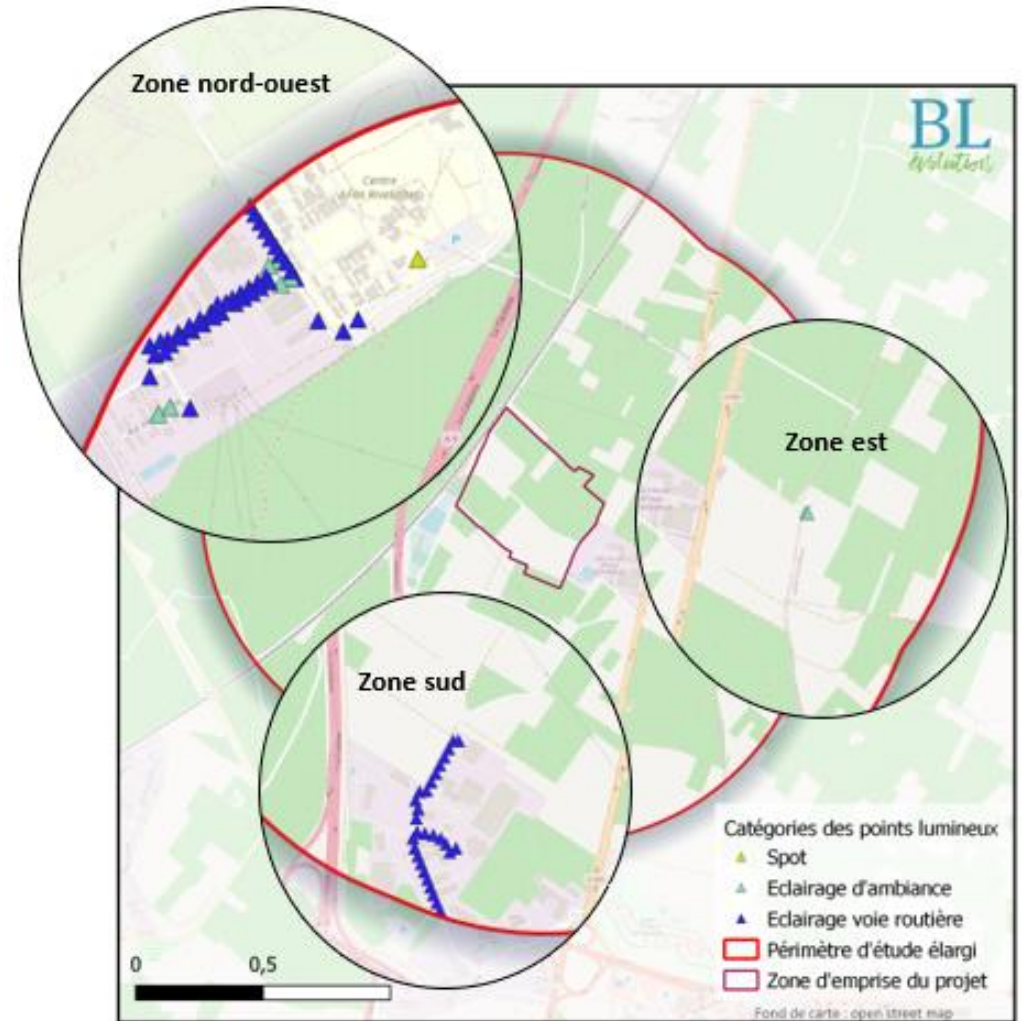




Le types de lampadaires :

On retrouve 3 grandes catégories de lampadaires sur le périmètre élargi, on notera que dans chaque catégories il existe plusieurs types distincts. Pour chacune des catégories, nous présentons l'indice moyen production de pollution lumineuse incluant notamment la notion de non-maîtrise des flux (ULOR [éclairage en direction du ciel]), la couleur des flux, l'intensité et la diffusion horizontale (cône de flux). Cet indice peut être variable selon les types de lampadaires au sein de chaque catégories.

Exemple	Catégories de lampadaire	Nombre
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Éclairage voie routière : il s'agit d'éclairages classiques qui sont destinés à éclairer principalement les routes en zones urbaines. La hauteur est généralement assez importante (>8m) mais l'ULOR est bien maîtrisé (rarement plus de 10%) <p>On retrouve plusieurs types d'éclairages de voie routière sur le territoire d'étude.</p> <p>Indice de production de pollution lumineuse : faible à moyen</p>	- 74 sources
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Éclairage d'ambiance : il s'agit de lampadaires destinés à éclairer des places, parkings, parcs et jardins. Ils ont la particularité d'être à une hauteur plutôt faible (5 mètres), d'éclairer à 360° et dispose bien souvent d'un ULOR élevé (pouvant aller jusqu'à 90% pour les boules) <p>3 types d'éclairages d'ambiance sont présents sur le périmètre d'étude (colonnes 5 spots, boules et soucoupe).</p> <p>Indice de production de pollution lumineuse : moyen à fort</p>	- 6 sources
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Spots : il s'agit de spots qui peuvent être installés sur des mâts (le cas dans cette étude) ou directement au sol pour éclairer une zone précise (souvent utilisé pour des zones décoratives ou des points stratégiques : sorties de parkings). Ces éclairages sont généralement puissants et l'influence ULOR est particulièrement variable selon la direction de l'éclairage (100% si on éclaire en direction du ciel, 0% si on éclaire du haut vers le bas). <p>Un seul spot à été identifié au nord du périmètre.</p> <p>Indice de production de pollution lumineuse : très variable (Ici faible)</p>	- 1 source





L'éclairage :

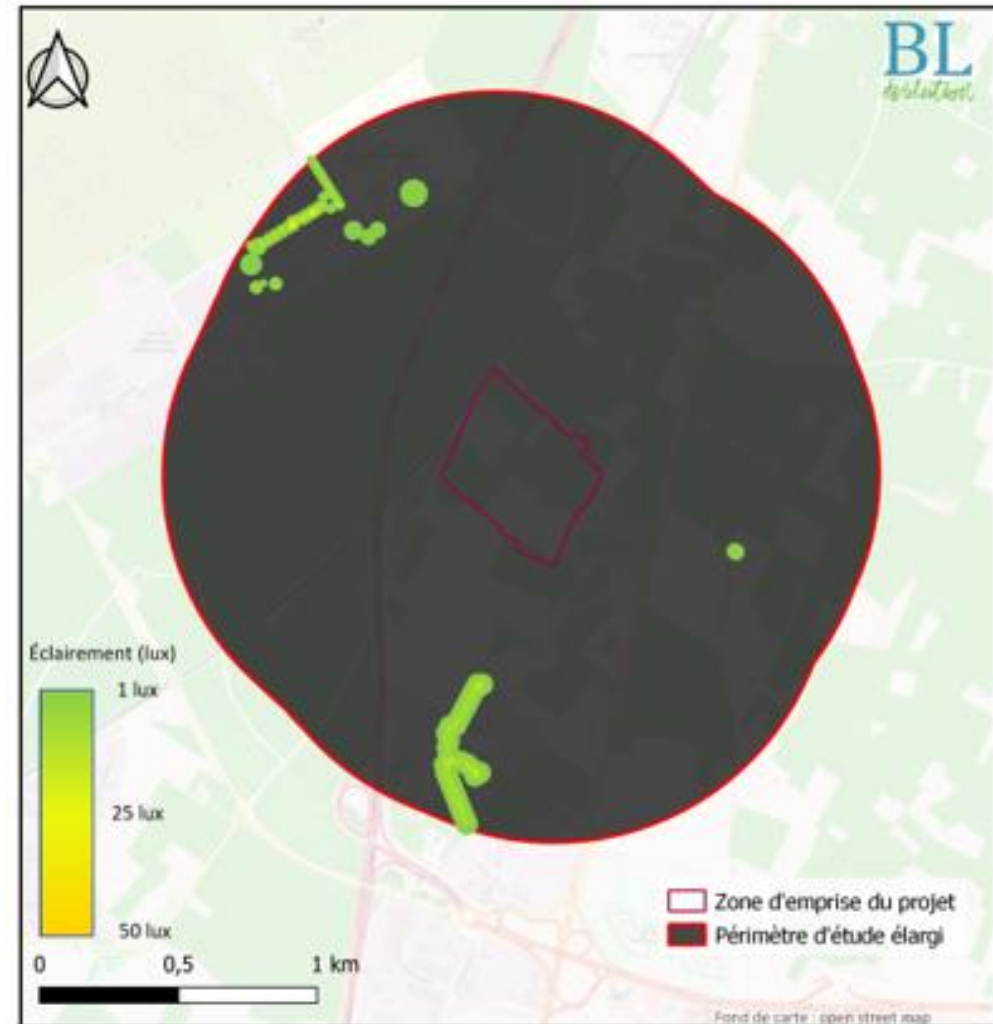
L'éclairage représente la quantité de lumière émise par une source sur une surface. Mesuré en lux (par un luxmètre) directement sur le sol au pied des points lumineux, l'éclairage est un des facteurs qui permet d'expliquer la production de lumière parasite qui alimente le halo lumineux, notamment par réverbération de flux avec un éclairage important.

La modélisation de l'éclairage traite et présente l'éclairage au sol, d'une part à partir des relevés effectués sur le terrain et en tenant compte que la diffusion de l'éclairage est inversement proportionnelle au carré la distance. C'est-à-dire que si on double la distance, l'éclairage est divisé par 4.

À partir de ces données, une carte des éclairages au sol est créée depuis un SIG (Système d'Information Géographique). Cette carte montre donc l'éclairage en lux et son influence directe (jusqu'à 0,1 lux mesuré).

Résultats :

Les résultats montrent que le périmètre élargi est particulièrement épargné par la pollution lumineuse directe et que les seules sources se situent particulièrement loin de la zone d'emprise, la source la plus proche pouvant être relevée se situe à 400 mètres du périmètre.



Analyse de la qualité de l'obscurité



*L'ambiance lumineuse qui interfère à la qualité naturelle de l'obscurité représente un impact que l'on nomme **pollution lumineuse indirecte**.*

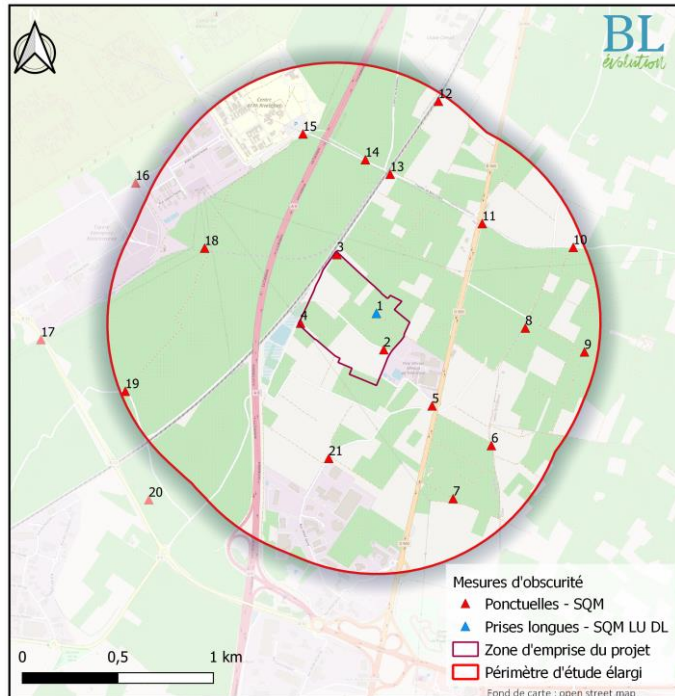
Ce phénomène est induit par la concentration de lumière et l'éclairage direct ou par réverbération dans l'environnement et vers le ciel. La forte concentration et l'émission de lumière en direction du ciel crée des halos lumineux qui englobent les agglomérations et peuvent altérer la qualité de l'obscurité à plusieurs dizaines (voir centaines) de kilomètres.

Il s'agit d'un impact diffus.



Mesures de la qualité de l'obscurité

Localisation des points de mesures effectués au SQM :



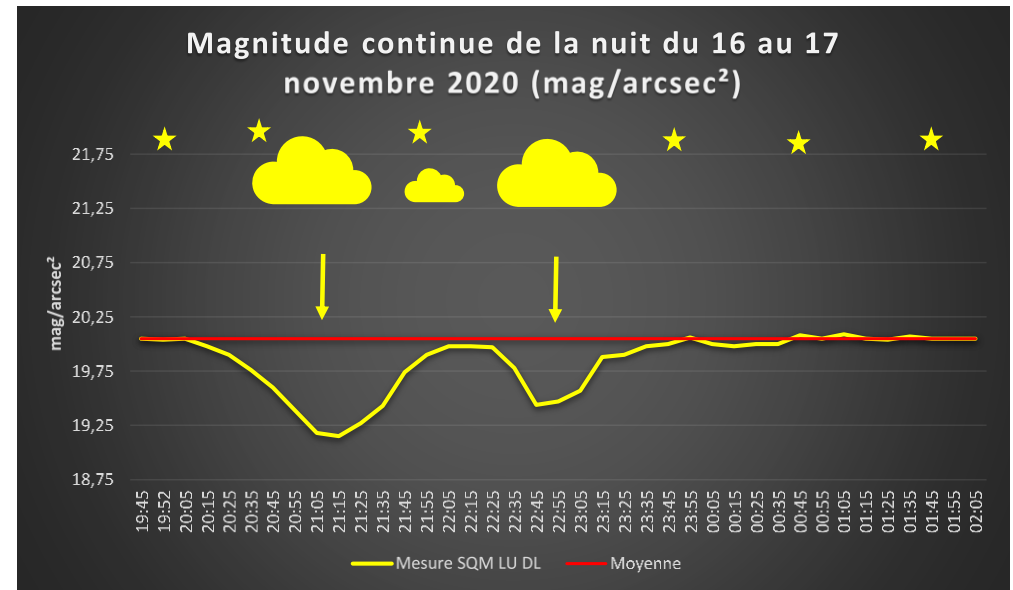
Chaque point de mesure est déterminé par un identifiant unique utilisé tout au long de cette étude.

Prise de mesure en continu

La réalisation d'une prise de mesure en continu (prise longue) sur l'ensemble de la nuit va permettre de connaître l'évolution de la qualité de l'obscurité tout au long de la phase de collecte et de corriger et ajuster les données en

fonction des phénomènes pouvant se présenter. Cette mesure a démarré à 19h45 et s'est terminée à 02h25 (pas de temps de 05 mn entre chaque prises).

L'analyse des résultats montre que **deux périodes nuageuses** ont été captées en première période de nuit, le ciel s'est ensuite dégagé et les données se sont stabilisées autour d'une moyenne de 20,05 mag/arcsec² (moyenne de 19h45 à 20h15 et 23h55 à 02h25).



L'ensemble des mesures ponctuelles effectuées durant ces passages nuageux sous-estime donc la qualité réelle de l'obscurité. Le différentiel sera donc appliqué pour chaque mesures ponctuelles effectuées lors de ces phénomènes.



Correction des mesures

Le différentiel correspond à la magnitude influencée par les nuages. Ce différentiel permet de déterminer la correction à appliquer aux mesures ponctuelles :

- Entre 20h05 et 22h05, une couverture nuageuse qui peut impliquer un différentiel jusqu'à 0,9 mag/arcsec² par rapport à la moyenne (mesure de 21h15).
- Entre 22h25 et 23h35, impliquant un différentiel pouvant atteindre jusqu'à 0,61 mag/arcsec² par rapport à la moyenne (mesure de 22h45).

Les résultats corrigés montrent que le minimum mesuré est de 18,7 mag/arcsec² (mesure la plus au sud), la valeur la plus haute mesurée atteint 20,06 mag/arcsec² (mesure la plus au nord-est) du périmètre.

Il s'agit d'un ciel typique des zones de transition des paysages urbains vers des zones plus rurales où la production directe de halo lumineux s'affaiblit mais l'influence de celles à proximité est encore palpable. Ces zones présentent une obscurité dégradée comprise entre 19 et 20,5 mag/arcsec² et qui peut ponctuellement être détériorée par la présence d'éclairages intenses au sein de zones commerciales ou industrielles.

C'est le cas au sud du projet et à l'est.



Numéro d'identifiant	Heure de prise de mesure	Magnitude brute : (mag/arcsec ²)	Différentiel appliqué	Magnitude corrigée : (mag/arcsec ²)
#1	19:45:00	20,05	--	20,05
#2	19:48:00	19,98	--	19,98
#3	20:01:00	20,02	--	20,02
#4	20:09:00	19,94	0,07	20,01
#5	20:29:00	19,49	0,29	19,78
#6	20:41:00	19,2	0,45	19,65
#7	21:00:00	18,4	0,8	19,2
#8	21:30:00	19,21	0,78	19,99
#9	21:45:00	20,35	0,35	20
#10	22:00:00	20,1	0,07	20,03
#11	22:10:00	20,09	0,07	20,02
#12	22:30:00	19,86	0,2	20,06
#13	22:45:00	19,41	0,61	20,02
#14	22:50:00	19,44	0,57	20,01
#15	23:00:00	19,56	0,4	19,96
#16	00:00:00	19,71	--	19,71
#17	00:41:00	19,94	--	19,94
#18	01:10:00	19,95	--	19,95
#19	01:25:00	19,92	--	19,92
#20	01:35:00	19,54	--	19,54
#21	02:00:00	18,7	--	18,7

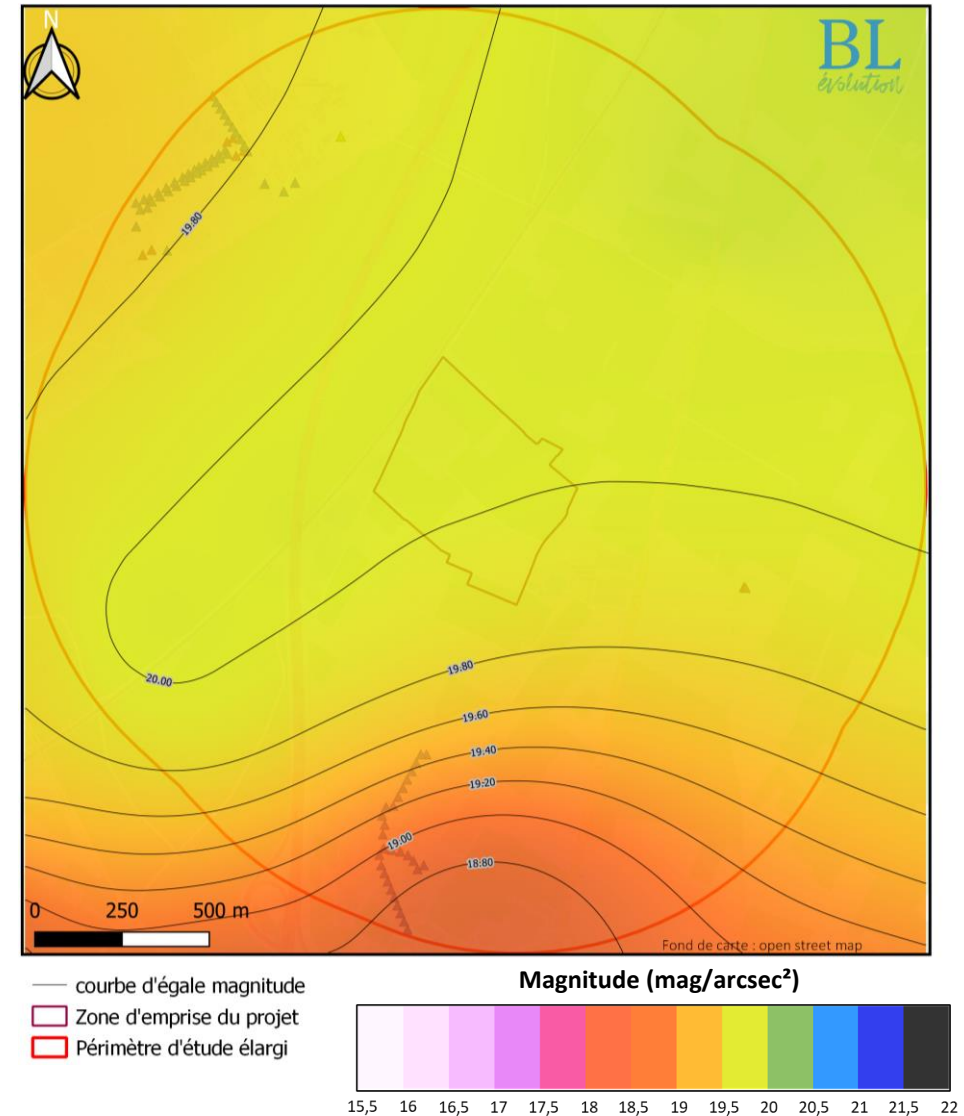


Correction des mesures

La modélisation de l'obscurité (ou du halo lumineux) du site est donc la retranscription des mesures SQM, relevées sur le terrain et corrigées, traitées par une interpolation comprenant une régression selon le coefficient de Garstang (issue du modèle simplifié de Duriscoe qui a permis notamment la réalisation de l'atlas mondial). Une méthode permettant de définir des données entre les points de mesures tenant compte de l'influence (poids) des points adjacents.

Concernant le périmètre élargi, trois grandes séquences se distinguent :

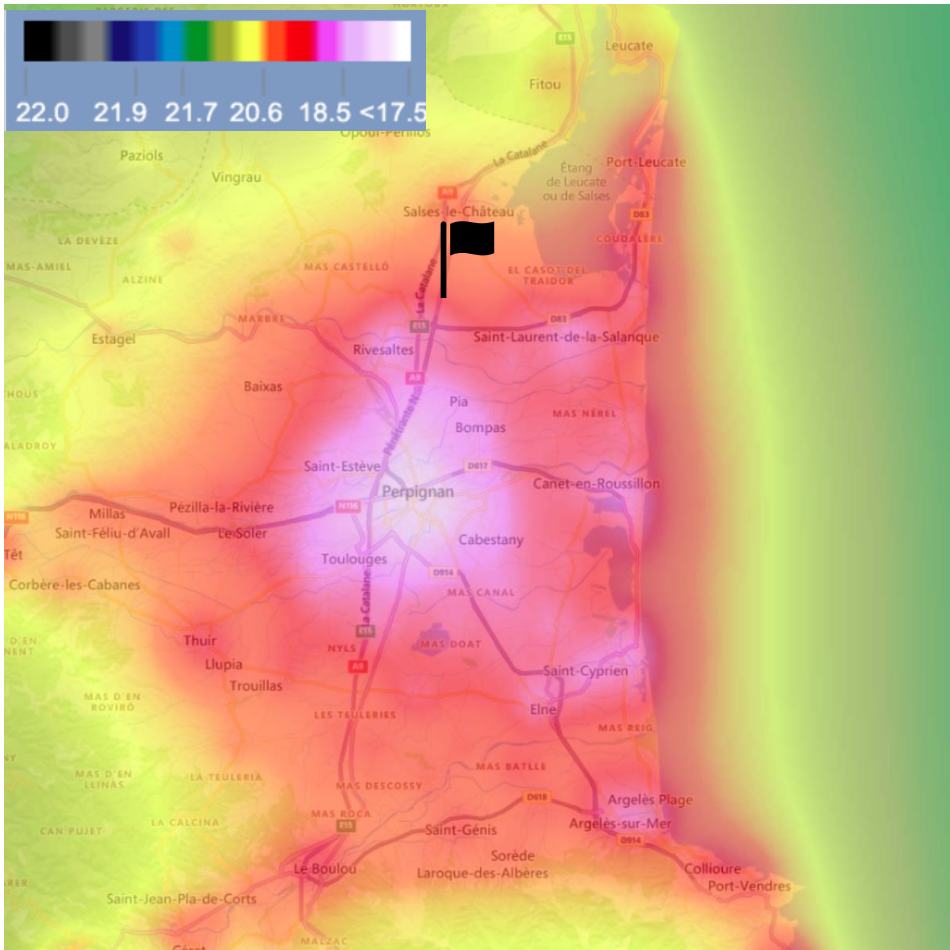
- **Au sud** : cette zone est la plus touchée par la pollution lumineuse (18,70 mag/arcsec²) avec des influences directes au niveau du Mas de la Garrigues Nord, qui s'explique par la présence de la zone d'activité et la zone commerciale. Cette comprend aussi l'influence indirecte de l'urbanisation de Rivesaltes, où la concentration de lumière est encore bien perceptible.
- **Au nord-ouest**, avec l'Espace Entreprises Méditerranée. Bien qu'éclairée, l'influence de la concentration de points lumineux est moins perceptible sur cette zone. Ce qui donne une obscurité légèrement dégradée par rapport au centre de la carte (19,75 mag/arcsec²).
- **Au nord-est** : en direction du nord-est l'obscurité s'améliore, en s'éloignant notamment du halo lumineux des agglomérations du nord de Perpignan. On notera que les deux éclairages situés à l'est du territoire n'ont pas d'influence sur le halo lumineux du périmètre élargi.





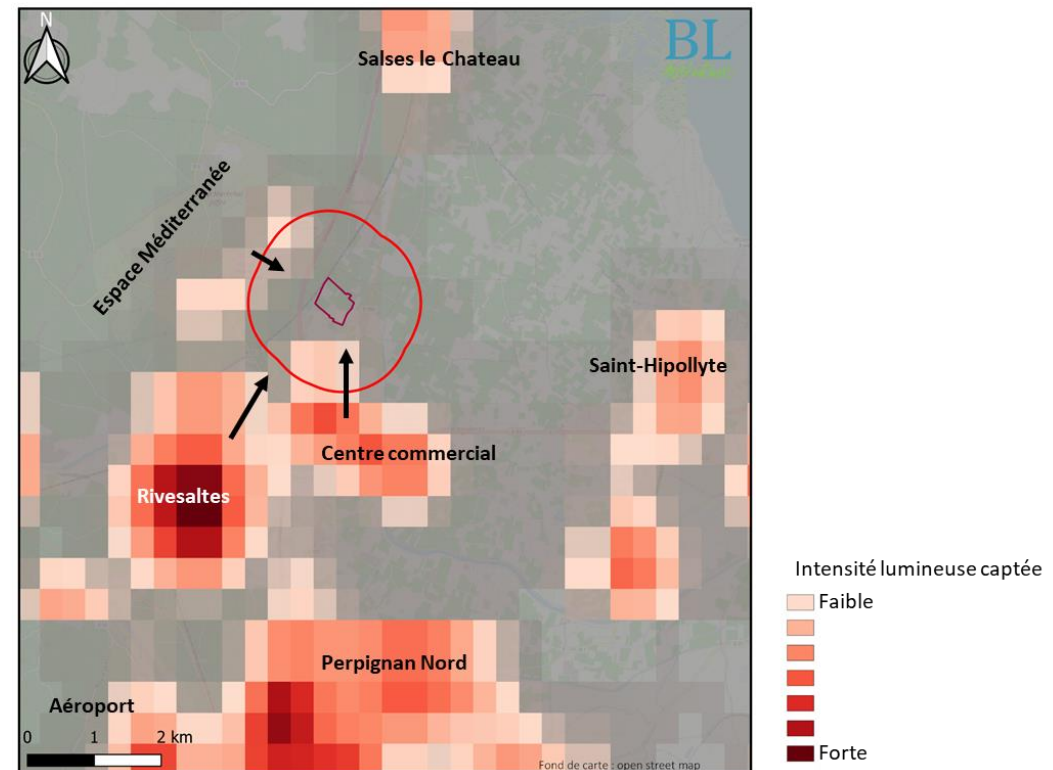
Halo lumineux issu de l'atlas mondial de la pollution lumineuse

Le projet se situe au sein du halo lumineux de Perpignan et son agglomération, où son intensité commence à décroître en direction du nord.



Les sources d'influence de la qualité de l'obscurité

Cette carte montre les émissions uniquement en direction du zénith (verticale), et non la diffusion horizontale, il ne s'agit donc pas de halo lumineux. On distingue cependant l'influence des agglomérations proches et notamment le centre-ville de Rivesaltes, la zone commerciale et l'Espace Méditerranée.



Analyse des enjeux



Parmi les enjeux étudiés à l'état initial, nous nous intéressons à la question des impacts sur la biodiversité et des impacts sur la santé humaine. Dans ce sens, l'analyse des enjeux s'appuie sur l'étude écologique générale établie pour le projet ainsi que sur l'étude de l'habitat proche.



Les enjeux écologiques

L'étude des enjeux écologiques s'appuie sur l'inventaire faune/flore transmis par la maître d'ouvrage et réalisé par Eco-Med. Étude réalisée de janvier à septembre 2020, en période diurne et nocturnes pour certains groupes étudiés. On notera que les inventaires ont été réalisés uniquement sur le périmètre proche du projet.

L'analyse a été réalisée par taxons et compare les enjeux mis en avant par l'inventaire avec les impacts génériques des espèces à la pollution lumineuse. Il est nécessaire de bien tenir compte que la pollution lumineuse affecte toutes les espèces. On notera que la question des reptiles reste aujourd'hui un taxon très peu exploré par les études scientifiques sur la pollution lumineuse. *Aucun enjeu ne peut donc être émis concernant ce taxon.*

Concernant les habitats naturels, l'étude faune/flore en inventorie 4 et précise l'enjeu dans la zone d'étude :

- Vignoble : enjeu très faible
- Friche vivace : enjeu très faible
- Pise : enjeu nul
- Réseau routier : enjeu nul

De plus, aucune zone humide n'a été délimitée au sein de la zone d'étude.

Les enjeux de la mise en lumière du projet portent notamment sur les mammifères (chiroptères), les invertébrés et les oiseaux qui présentent des enjeux retenus à l'issue de l'inventaire et qui sont sensibles à la pollution lumineuse. Les enjeux concernant les habitats restent particulièrement faibles.

Groupes	Enjeux retenus de l'inventaire	Impact de la pollution lumineuse
Flore	Nul	Modéré - Croissance
<u>Invertébrés</u>	Faible	Fort - Phototactisme - Mortalité - Dérèglement des photopériodes
Amphibiens	Faible	Modéré - Migration - Reproduction - Horloge circadienne
Reptiles	Modéré	<i>Mal connus</i>
<u>Oiseaux</u>	Modéré	Fort - Désorientation - Régulation hormonale - Horloge circannuelle - Phototactisme - Croissance - Nidification
<u>Mammifères (chiroptères)</u>	Fort	Fort - Horloge circadienne - Relation proie prédateur - Régulation hormonale - Activité - Phototactisme
Habitats	Très faibles	Modéré - Perturbation des habitats



Les enjeux humains

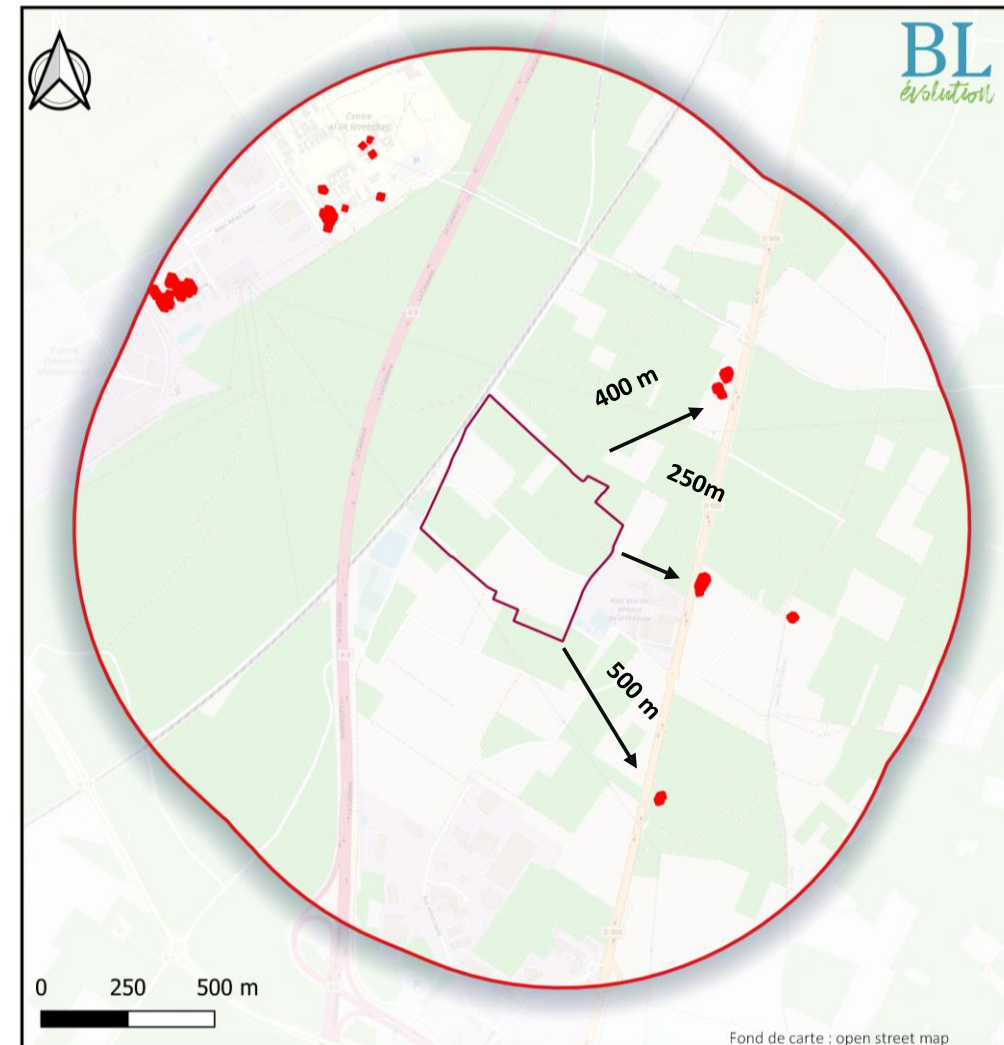
Concernant les enjeux humains, nous cherchons notamment à appréhender la présence d'habitations au sein de l'aire d'étude. Cette démarche est établie pour estimer l'enjeu de la pollution lumineuse sur la santé humaine qui implique notamment des nuisances sur la qualité de vie et le sommeil.

Pour cette étude, l'objectif est d'identifier parmi les bâtiments présents, qui sont majoritairement des zones industrielles ou assimilées, si des habitations sont présentes. Dans ce sens, le traitement consiste à recouper les données carroyées de l'INSEE (Filosofi) qui localisent le nombre de foyer et les bâtiments issus des données de l'IGN (BD TOPO Bâti). On notera que la BD topo bâti ne différencie pas les bâtiments par type (local commercial, ateliers industriels, maisons...), il s'agit donc d'une estimation.

Cette approche permet de localiser les habitations ou les foyers d'habitations.

Concernant les enjeux humains, ils restent particulièrement faibles pour la zone d'étude.

- Les résidences les plus proches se situent entre 250 mètres mais sont protégées de possibles flux directs par la présence du pôle viticole
- Les résidences à 400 et 500 mètres au nord et au sud du projet peuvent représenter un enjeu dans des configurations de flux intenses non maîtrisés
- Les bâtiments au nord-est sont trop éloignés (et séparés par l'autoroute) pour être touchés par la mise en lumière du site.



- Habitations (ou potentiellement des habitations)
- Zone d'emprise du projet
- Périmètre d'étude élargi



Synthèse

L'état initial montre que la pollution lumineuse est un phénomène présent sur l'ensemble du site, faiblissant en direction du nord. Le projet se situe sur cette zone de transition, où l'obscurité est déjà moyenne à médiocre. Cependant, il y a très peu de flux lumineux présent dans l'ensemble de la zone d'étude.

Les enjeux écologiques montrent une zone assez pauvre en termes de biodiversité avec des milieux naturels très anthropisés. On retrouve cependant des espèces à enjeux identifiées par l'inventaire faune/flore et qui présentent aussi des réponses défavorables à la pollution lumineuse.

Concernant les enjeux humains, le site choisi présente peu d'habitations aux alentours. Les résidences les plus proches se situent à une distance déjà importante. Cependant des flux mal maîtrisés peuvent porter une incidence sur plusieurs centaines de mètres.

L'étude d'impact se fixera pour objectifs de déterminer les risques, et d'éviter et réduire les nuisances supplémentaires que le projet pourrait engendrer. Que ce soit pour la biodiversité ou pour la santé humaine, les recommandations d'éclairage s'attacheront à s'orienter en priorité sur une bonne maîtrise des flux et à limiter l'immixtion de lumière dans l'environnement proche.