

# VetAgro Sup

## Mémoire de fin d'études d'ingénieur

La dynamique de lutte contre la pollution  
lumineuse au sein du territoire du Parc  
naturel régional des Préalpes d'Azur

Alice KLOBUT

Option EcoTerr

2018 - 2019



# VetAgro Sup

## Mémoire de fin d'études d'ingénieur

### La dynamique de lutte contre la pollution lumineuse au sein du territoire du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur

Vers la prise en compte de la biodiversité nocturne dans l'aménagement et le développement du territoire

Alice KLOBUT

Option EcoTerr

2018 – 2019

Maître de stage : Remco LERMET (Parc naturel régional des Préalpes d'Azur)

Enseignante référente : Marion GUILLOT (VetAgro Sup)



*« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en ce cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »*

## Résumé

La pollution lumineuse apparaît comme un nouvel enjeu environnemental dans les territoires. En particulier, la lumière artificielle qui fragmente les habitats naturels des espèces nocturnes est étudiée comme nouvelle barrière au sein des continuités écologiques identifiées à travers les trames verte et bleue des lois Grenelle. Du fait de leurs exigences écologiques spécifiques, les chiroptères, espèces nocturnes, sont estimées comme étant de très bons bioindicateurs de la qualité de certains habitats et composantes paysagères. L'étude de leur sensibilité à l'éclairage artificiel et de leurs habitats naturels menacés permettra de cartographier des ruptures de continuités écologiques nocturnes au sein du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur. Ces conflits entre l'éclairage public et les espèces nocturnes sur le territoire feront l'objet d'un plan d'action afin d'atteindre un objectif de restauration et de maintien de cette biodiversité. Ce plan d'action passera par une hiérarchisation des enjeux afin d'identifier des actions prioritaires sur le territoire, et par des outils d'accompagnement technique pour la mise en conformité des éclairages communaux avec les enjeux de la « trame nocturne ». Ces outils techniques d'accompagnement devront être animés dans le temps par des outils de sensibilisation qui se baseront sur des démarches déjà amorcées par le Parc, comme son engagement dans les labellisations « Villes et villages étoilés » et « Réserve internationale de ciel étoilé » qui permettent de consolider la dynamique de lutte contre la pollution lumineuse.

**Mots clés :** Pollution lumineuse, continuités écologiques, trame nocturne, éclairage public, chiroptères, labellisations.

## Summary

Light pollution is emerging as a new environmental issue in the territories. In particular, the artificial light that fragments the natural habitats of nocturnal species is studied as a new barrier within the ecological continuities identified through the green and blue network of the Grenelle laws. Due to their specific ecological requirements, chiroptera, nocturnal species, are considered as very good bioindicators of the quality of certain habitats and landscape components. The study of their sensitivity to artificial lighting and their threatened natural habitats will make it possible to map breaks in nocturnal ecological continuity within the Préalpes d'Azur Regional Natural Park. These conflicts between public lighting and nocturnal species on the territory will be the subject of an action plan to achieve a goal of restoration and maintenance of this biodiversity. This action plan will go through a prioritization of the issues in order to identify priority actions on the territory, and by technical support tools for the compliance of communal lighting with the challenges of the "night network". These technical support tools will have to be animated over time by awareness-raising tools that will be based on the initiatives already initiated by the Park, such as its commitment to the "Villes et villages étoilés" and "International Dark Sky Reserve" labels to consolidate the fight against light pollution.

**Key words :** Light pollution, ecological continuities, "night network", public lighting, chiroptera, labels.

## Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier l'équipe du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur pour m'avoir accueillie au sein de la structure durant 6 mois sur un sujet passionnant.

En particulier, merci à mon maître de stage, Remco Lernet, pour m'avoir accompagnée tout au long de mon stage avec des conseils précieux et pour m'avoir laissé une certaine liberté dans mes choix en m'aidant toujours à aller plus loin dans ma démarche. J'ai pu m'approprier le sujet et l'approfondir selon mon projet professionnel et notamment mon grand intérêt pour la protection de la biodiversité. Remco m'a également permis de rencontrer une multitude d'acteurs du territoire en lien avec mon sujet de stage.

Je remercie également Elisabeth Gallien, directrice du Parc, pour m'avoir également apporté son soutien pour l'aboutissement de mon travail. Merci à Muriel Cary, ma colocataire de bureau, pour m'avoir transmis ses connaissances précieuses sur la biodiversité et les milieux naturels afin de m'aider dans mon projet.

Merci à Florent Bailleul, référent local de l'association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement nocturne dans les Alpes Maritimes, pour m'avoir encadrée dans ma mission d'accompagnement des communes au concours Villes et villages étoilés. Ses connaissances sur les enjeux liés à la pollution lumineuse et les solutions existantes ont grandement enrichi mon travail.

Enfin, merci de nouveau à toute l'équipe du Parc pour être si accueillante et m'avoir permis de passer d'agréables moments au bureau.

Table des matières	
<b>Table des abréviations</b> .....	<b>9</b>
<b>Table des figures</b> .....	<b>10</b>
<b>Table des tableaux</b> .....	<b>10</b>
<b>Table des cartes</b> .....	<b>11</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>I. Contextualisation : le Parc naturel régional des Préalpes d’Azur et son engagement dans la préservation de l’environnement nocturne</b> .....	<b>2</b>
1. Approche bibliographique sur la pollution lumineuse et ses enjeux .....	2
1.1. Enjeux sur l’astronomie.....	2
1.2. Enjeux sur la biodiversité .....	3
1.2.1. Impacts sur la mobilité des espèces.....	3
1.2.2. Fragmentation des habitats naturels.....	3
2. Le territoire face à la pollution lumineuse.....	4
2.1. L’identité du territoire du Parc naturel régional des Préalpes d’Azur .....	4
2.1.1. Un espace rural et montagnard surplombant le littoral urbanisé .....	4
2.1.2. Un chaînon d’une « ceinture verte » d’espaces protégés de la Camargue vers l’Italie .....	5
2.1.3. Territoire d’une biodiversité nocturne notable et menacée .....	5
2.2. Un fort engagement dans la lutte contre la pollution lumineuse .....	6
2.2.1. Des activités de sensibilisation au monde nocturne .....	6
2.2.2. Un territoire dynamisé par des « Villes et Villages étoilés ».....	6
2.2.3. Un territoire engagé dans un projet de « Réserve Internationale de Ciel Etoilé ».....	7
3. Une volonté de structurer la démarche de lutte contre la pollution lumineuse dans les Préalpes d’Azur .	8
3.1. Problématisation et déroulement du stage .....	8
3.1.1. Choix d’orientation du mémoire.....	8
3.1.2. Les missions de stage associées.....	9
3.2. Les « trames nocturnes » comme nouveaux outils territoriaux .....	9
<b>II. Intégrer la pollution lumineuse dans l’aménagement du territoire à travers la prise en compte des réseaux écologiques nocturnes</b> .....	<b>11</b>
1. L’approche d’une trame nocturne en lien avec les chiroptères .....	11
1.1. Présentation des espèces choisies et leurs habitats.....	11
1.1.1. Comportement vis-à-vis de la lumière artificielle .....	11
1.1.2. Structures paysagères et habitats associés .....	12
1.2. Application du territoire du Parc : identification des différentes sous-trames écologiques nocturnes associées aux chiroptères .....	13
1.2.1. La trame bleue et ses ripisylves.....	13
1.2.2. Les zones de protection des chiroptères .....	14
1.2.3. Les parcelles agricoles.....	15
1.2.4. Les cavités naturelles.....	16

1.2.5.	L'îlot cœur de la Réserve internationale de ciel étoilé : la vallée de l'Estéron .....	16
1.2.6.	L'appui des inventaires de terrain des chiroptères.....	16
2.	Identification des secteurs à enjeux et des points de conflits lumineux sur le territoire.....	17
2.1.	Identification des facteurs de discontinuités à traiter afin d'identifier les points de conflits.....	17
2.1.1.	Les points lumineux et leurs caractéristiques .....	17
2.1.2.	La pollution lumineuse et son identification .....	18
2.2.	Les points de conflits à l'échelle des points lumineux .....	19
2.2.1.	Les conflits entre points lumineux et corridors nocturnes.....	19
2.2.2.	Les conflits entre points lumineux et les gîtes de chiroptères .....	21
2.3.	Les points de conflit à l'échelle des halos lumineux .....	22
2.3.1.	Modélisation de la pollution lumineuse au sein du Parc .....	22
2.3.2.	Fragmentation du territoire par les halos lumineux.....	22
2.3.3.	Les halos lumineux et la trame nocturne .....	23

### **III. Renforcer la dynamique de lutte contre la pollution lumineuse : comment restaurer les corridors nocturnes sur le territoire du Parc ?.....**

1.	Quel plan d'action mener afin de répondre aux enjeux de la trame nocturne ?.....	24
1.1.	Les leviers d'action possibles sur les caractéristiques de l'éclairage .....	24
1.1.1.	La température de couleur des lumières .....	25
1.1.2.	L'orientation des luminaires.....	25
1.1.3.	La temporalité de l'éclairage .....	25
1.2.	La mise en conformité de l'éclairage par rapport aux enjeux de la trame nocturne.....	26
1.2.1.	Des recommandations formalisées à travers un plan de gestion de l'éclairage.....	26
1.2.2.	Mettre en application les recommandations à l'échelle locale .....	27
1.3.	Du territoire global aux communes : définir des priorités d'action.....	29
1.3.1.	Niveau 1 : priorité d'action à l'échelle du territoire et de la trame nocturne.....	29
1.3.2.	Niveau 2 : priorité d'action à l'échelle des luminaires .....	32
1.3.3.	Niveau 3 : prise en compte des deux échelles dans la définition des priorités d'action des communes.....	33
2.	Mobiliser autour de la question de la pollution lumineuse.....	34
2.1.	Initier un changement d'état d'esprit chez les élus.....	34
2.1.1.	Analyser les freins à l'engagement.....	34
2.1.2.	Adapter son discours .....	35
2.2.	Les labellisations comme leviers d'action pour fédérer les acteurs locaux autour de la préservation de l'environnement nocturne .....	36
2.2.1.	Enclencher une dynamique à travers la labellisation RICE.....	36
2.2.2.	Faire vivre la RICE à travers la dynamique des villes et villages étoilés.....	37
2.3.	Au-delà des labellisations : que peut faire un Parc pour mobiliser ses communes ?.....	38
2.3.1.	Vers la redécouverte du monde nocturne : sensibiliser les acteurs locaux.....	38
2.3.2.	Les plans locaux d'urbanisme comme leviers d'action et de sensibilisation.....	38
2.3.3.	Développement d'une filière d'astro-tourisme liée à la découverte du monde nocturne ....	39

<b>Conclusion.....</b>	<b>40</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>41</b>
<b>Table des annexes .....</b>	<b>43</b>

## Table des abréviations

Ademe :	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
ANPCEN :	Association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement nocturnes
GCP :	Groupe chiroptères de Provence
IDA :	International Dark Sky Association
INPI :	Institut national de la propriété industrielle
PACA :	Provence Alpes Côte d'Azur
PLU :	Plan local d'urbanisme
RICE :	Réserve internationale de ciel étoilé
SAGE :	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SQM :	Sky Quality Meter
SRCE :	Schéma régional de cohérence écologique
ULOR :	Upward Light Output Ratio

## Table des figures

**Figure 1.** Deux observatoires, sans et avec pollution lumineuse. (*ASCEN*)

**Figure 2.** Illustration du pouvoir attractif de la lumière artificielle associée au comportement des insectes. (*R. Sordello*)

**Figure 3.** Différentes espèces de chauves-souris présentes dans les Préalpes d'Azur (*CEN PACA, GCP*)

**Figure 4.** Les réservoirs et corridors formant les trames écologiques. (*Sordello, 2017*)

**Figure 5.** Illustration de la démarche d'intégration de la pollution lumineuse dans les trames écologiques. (*Sordello, 2014*)

**Figure 6.** Exemple de profil de brillance du ciel sur une commune du territoire de la Réserve internationale de ciel étoilé à partir de données recueillies par un Ninox. (*Dark Sky Lab*)

**Figure 7.** L'effet de la distance à l'eau, de l'intensité lumineuse et de la surface urbanisée sur la probabilité de présences des espèces de chauves-souris *Pipistrellus nathusii* et *Myotis daubentonii*. (*Azam, 2018*)

**Figure 8.** Illustration de l'impact de l'orientation des luminaires (ULOR) sur la visibilité du ciel nocturne et les halos lumineux. (*PNR de Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2016*).

**Figure 9.** Modèle transthéorique du changement de Prochaska et Di Clemente adapté au comportement attendu envers les élus et proposition de leviers possibles pour dépasser les différents stades. (*Bidaud, 2017*).

## Table des tableaux

**Tableau 1.** L'échelle de Bortle et son code couleur. (*ASCEN*)

**Tableau 2.** Classement des espèces de chiroptères présentes en Provence Alpes Côte d'Azur en fonction de leur sensibilité à la lumière artificielle. (*GCP, 2016*)

**Tableau 3.** Les bandes spectrales des éclairages « à éviter » par groupe d'espèces. (*MEB, ANPCEN, 2015*)

**Tableau 4.** Caractéristiques des différentes sources d'éclairages publics et impacts connus sur les chiroptères. (*GCP, 2016*)

**Tableau 5.** Les recommandations du plan de gestion de l'éclairage dans le cadre de la candidature à la Réserve internationale de ciel étoilé.

**Tableau 6.** Recommandations sur l'éclairage public en vue de former une trame nocturne, comparées à celles émises pour la zone cœur et la zone tampon de la Réserve internationale de ciel étoilé.

**Tableau 7.** Recommandations sur l'éclairage public prenant en compte les besoins de la commune et la biodiversité nocturne dans le cadre d'un projet de relanternage.

**Tableau 8.** Evaluation des priorités d'action des communes du Parc en fonction des enjeux écologiques nocturnes du territoire.

**Tableau 9.** Evaluation des priorités d'action des communes du Parc en fonction des enjeux écologiques nocturnes du territoire et des pratiques de l'éclairage.

## Table des cartes

**Carte 1.** Cartographie de la pollution lumineuse en France. (*ANPCEN*)

**Carte 2.** Situation géographique du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur au sein du département des Alpes Maritimes et de la région Provence Alpes Côte d'Azur.

**Carte 3.** Les 47 communes adhérentes et les intercommunalités (EPCI) du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur.

**Carte 4.** Le Parc naturel régional des Préalpes d'Azur au sein du réseau des parcs naturels régionaux et des parcs nationaux de la région Provence Alpes Côte d'Azur.

**Carte 5.** Les communes du Parc labellisées « Villes et Villages étoilés » lors des éditions 2015 et 2017 du concours.

**Carte 6.** Le projet de Réserve internationale de ciel étoilé « Alpes Azur Mercantour » et ses trois îlots cœurs. (*Communauté de communes Alpes d'Azur, Parc naturel régional des Préalpes d'Azur, Parc national du Mercantour*)

**Carte 7.** La trame bleue (cours d'eau et zones humides) au sein du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur.

**Carte 8.** Les zones de protection des chiroptères au sein du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur.

**Carte 9.** Les parcelles agricoles au sein du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur.

**Carte 10.** La zone cœur de Réserve et les cavités naturelles au sein du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur.

**Carte 11.** Carte bilan des enjeux liés aux chiroptères sur le territoire du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur.

**Carte 12.** Cartographie des points lumineux de la commune de Bouyon en fonction du type de foyer des luminaires.

**Carte 13.** Les points de conflits entre l'éclairage et la trame bleue en première et deuxième partie de nuit au sein du Parc.

**Carte 14.** Les points de conflits entre l'éclairage et les gîtes de chiroptères en première et deuxième partie de nuit sur les communes de Valderoure, Caille et Andon.

**Carte 15.** Modélisations de la pollution lumineuse (sans et avec extinctions des éclairages publics) au sein du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur.

**Carte 16.** Les halos lumineux fragmentant le territoire du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur (sans extinctions).

**Carte 17.** Représentation de la pollution lumineuse comme obstacle au sein des continuités écologiques nocturnes du territoire (sans puis avec extinctions).

**Carte 18.** Typologie des zones éclairées par l'éclairage public au sein d'un village des Préalpes d'Azur (Briançonnet).

**Carte 19.** La différenciation des lumières blanches et ambrées sur le territoire.

**Carte 20.** Les différents secteurs identifiés pour l'étude des enjeux écologiques nocturnes du territoire.

**Carte 21.** Les pratiques d'éclairage au sein du Parc et les communes labellisées ou candidates au label « Villes et Villages étoilés » 2019.

## Introduction

L'Homme diurne et sa peur de la nuit l'a mené à multiplier la lumière artificielle. Selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), le nombre de points lumineux a augmenté de 30 % en 10 ans et dans la même période, la durée d'éclairage a fortement augmenté, notamment dans les communes de moins de 10 000 habitants (de 1 000 heures /an à 2 600 heures/an) (*FRAPNA et ANPCEN, 2013*). Cependant, l'expansion mal maîtrisée de cet éclairage a peu à peu entraîné un nouveau problème environnemental encore peu abordé : la pollution lumineuse. Cette pollution se définit comme les « émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne (...) », selon l'article 41 de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement dite Grenelle I (*ANPCEN et MEB, 2015*).

L'expansion de la pollution lumineuse soulève de nombreuses inquiétudes concernant ses impacts sur la biodiversité puisqu'il a été estimé que 30 % des vertébrés et 65 % des invertébrés sont nocturnes (*Azam et al., 2018 ; Sordello et al., 2018*). De nombreuses modifications des milieux jouent le rôle de contraintes aux déplacements des espèces : urbanisation, intensification de l'agriculture, barrages, infrastructures de transport. Cependant, les sources de fragmentation causées par la lumière artificielle nocturne sont encore très peu étudiées (*Siblet, 2008*).

Depuis l'élaboration des lois Grenelle I et II, de nombreux pays et collectivités locales se sont engagés dans des politiques de réseaux écologiques pour lutter contre la disparition et la fragmentation des habitats. Ces politiques passent par l'élaboration de divers schémas de planification en vue de préserver et restaurer ces réseaux, à différentes échelles territoriales (*Sordello, 2017a*). À l'heure actuelle, ces outils d'aménagement du territoire visant à favoriser le déplacement des espèces ne prennent pas en compte les impacts de l'éclairage artificiel nocturne sur la biodiversité (*Laforge et al., 2018*).

Cependant, plusieurs territoires ont d'ores et déjà commencé à intégrer les enjeux liés à la lumière artificielle dans leurs projets d'aménagement (plusieurs Parcs naturels régionaux, mais également quelques conseils d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement, ou encore de métropoles). Certains territoires cherchent également à faire reconnaître cet engagement.

Le Parc naturel régional des Préalpes d'Azur s'est emparé de cette problématique afin de consolider l'identité de son territoire. Entre préservation, valorisation et labellisation, le Parc s'inscrit pleinement dans cette transition énergétique et écologique liée aux enjeux de la pollution lumineuse. Dans ce contexte, la structure souhaite développer des outils d'accompagnement afin de fédérer les acteurs du territoire autour de la préservation de la nuit. La problématique qui en découle est la suivante :

### **Comment faire de la lutte contre la pollution lumineuse un projet de territoire ?**

Les enjeux liés à la pollution lumineuse et notamment la biodiversité ainsi que l'engagement du Parc dans la thématique sont présentés dans un premier temps. Puis, l'approche d'un nouvel outil territorial appelé « trame nocturne » permettra de cartographier les enjeux liés à l'impact de l'éclairage artificiel sur des espèces nocturnes à fort enjeu de préservation, les chiroptères. Ensuite, un plan d'action sera proposé afin d'accompagner les communes à répondre aux enjeux du territoire nocturne, suivi d'une mise en perspective qui permettra d'ouvrir des pistes de réflexion sur l'engagement des élus.

# I. Contextualisation : le Parc naturel régional des Préalpes d'Azur et son engagement dans la préservation de l'environnement nocturne

Le Parc affirme sa volonté de concrétiser et cadrer son engagement dans la préservation de l'environnement nocturne sur son territoire. C'est dans ce contexte et cette dynamique déjà amorcée que s'inscrit mon stage.

## 1. Approche bibliographique sur la pollution lumineuse et ses enjeux

La disparition de la nuit affecte 23 % de la surface terrestre mondiale, et 88 % de l'Europe (*ANPCEN et MEB, 2015*). Les astronomes ont été les premiers témoins de la montée en puissance de la pollution lumineuse dans les pays industrialisés, avec notamment l'étalement des villes dans les années 1970. Ce sont les premiers à avoir nommé ce phénomène « la pollution lumineuse ». Au fil des décennies 1980, 1990 et 2000, le discours a évolué pour ne plus tourner qu'autour de la ressource « ciel noir », mais également pour s'ouvrir aux impacts sur l'environnement et les écosystèmes naturels (*Challéat, 2010*).

### 1.1. Enjeux sur l'astronomie

Les lieux propices à l'observation des étoiles se raréfient. La nuit, la lumière artificielle est projetée en partie directement ou par réflexion sur le sol vers le ciel. Cette lumière provoque la formation d'un halo lumineux qui éclaire le ciel et masque la voûte céleste (cf. figure 1). Ces halos lumineux sont une des formes de la pollution lumineuse.

Il est estimé actuellement qu'à peine 10% des étoiles visibles depuis le sol restent repérables en milieu urbain, et que les deux tiers des êtres humains ne voient plus la voie lactée. Les halos lumineux sont visibles de loin et sont généralement présents tout au long de l'horizon. Cette pollution lumineuse est un phénomène encore plus prononcé dans l'hémisphère Nord.

Des photos prises de nuit par les satellites ont permis de calculer de quelle manière la lumière artificielle se propageait dans l'atmosphère au niveau du sol et d'ainsi établir des cartes de pollution lumineuse (cf. carte 1). Certaines zones vues du ciel paraissent obscures sur les photos satellites mais sont en réalité polluées par des illuminations qui proviennent des villes et des régions voisines (*ASCEN*).

Les codes couleurs de ces cartes se réfèrent à l'échelle de Bortle. L'échelle de Bortle est une échelle d'évaluation de mesure de la pollution lumineuse. La notation est fonction du nombre d'étoiles visibles à l'œil nu (de 1 à 9, cf. tableau 1) ; elle donne une indication aux astronomes sur la qualité du ciel nocturne. Les zones bleues et grises possèdent un ciel excellent à l'abri de toute pollution lumineuse, avec plus de 3000 étoiles visibles et la présence de la voie lactée. Les zones rouges sont celles où les conditions d'observation sont les moins bonnes du fait de l'éclairage artificiel ; la voie lactée ainsi que la plupart des étoiles sont devenues totalement invisibles (*FRAPNA et ANPCEN, 2013*). Le rouge et orange correspondent ainsi aux sites de type urbain, le vert et bleu clair de type transition et milieu rural.

Cette lumière qui masque le ciel étoilé a également des répercussions sur l'environnement terrestre. En particulier, cette lumière artificielle ronge de plus en plus les zones d'obscurité dans lesquelles les espèces ont évolué (*ANPCEN et MEB, 2015*).

## 1.2. Enjeux sur la biodiversité

L'alternance du jour et de la nuit (rythme circadien) règle depuis toujours la vie humaine, animale et végétale. Les espèces qui en dépendent comme l'homme, 95% des papillons, 90% des amphibiens, 20% des oiseaux, et 50% des mammifères dont les chauves-souris, voient ce rythme perturbé par la lumière artificielle (*Métropole Nice Côte d'Azur, 2017*). En effet, de nombreux comportements, processus hormonaux, cycles physiologiques dépendent profondément de la nuit. En particulier, les espèces nocturnes utilisent l'obscurité pour leurs activités vitales : repos mais aussi chasse, reproduction, déplacements.

### 1.2.1. Impacts sur la mobilité des espèces

D'une manière générale, la lumière structure la biodiversité animale autour de deux grands comportements de mobilité contradictoires : l'attraction et la répulsion liées à la source lumineuse (*Sordello, 2017b*).

Certaines espèces utilisent les structures naturellement lumineuses du ciel nocturne (Lune, Voie lactée, constellations) pour se repérer dans leurs déplacements. C'est le cas notamment chez les insectes (par exemple, les papillons de nuit), les oiseaux migrateurs ou encore les mammifères marins (*Sordello, 2017b*). En effet, les luminaires constituent de véritables pièges pour les insectes. Eisenbeis (2006) décrit l'effet de « fixation » ou de « captivité » qui montre que quand un insecte approche la zone d'attraction d'un point lumineux, différentes interactions sont possibles ; il peut voler directement vers la lampe chaude et mourir instantanément, ou il peut orbiter autour de la lumière jusqu'à épuisement ou jusqu'à ce qu'il soit capturé par un prédateur. (*ANPCEN et MEB, 2015*). (cf. figure 2).

Certaines espèces animales présentent au contraire un caractère lucifuge, c'est-à-dire qu'elles fuient les sources lumineuses, pour des raisons qui restent des hypothèses : fuite d'éventuels prédateurs, éblouissement, de zones où le dérangement serait probable. (*Cerema Méditerranée, 2017*). En présence de sources artificielles de lumière la nuit celles-ci sont alors contraintes dans leurs déplacements car la lumière artificielle les oblige à se détourner de leur chemin habituel (*Sordello, 2017b*). Ainsi, pour les espèces qui se déplacent la nuit pour répondre à leurs besoins vitaux (alimentation, reproduction, migration, etc.), l'intrusion de pollution lumineuse génère un stress important et peut fortement affecter leur survie en les isolant et en les obligeant à réaliser de plus longues distances (*Cerema Méditerranée, 2017*). L'introduction de lumière artificielle au sein de leur niche écologique entraîne donc à terme leur désertion (*Challéat, 2011*).

### 1.2.2. Fragmentation des habitats naturels

La lumière artificielle dégrade la qualité des habitats nocturnes et peut aussi bloquer strictement les déplacements de la faune (*Sordello, 2017b*). En effet, elle peut constituer une infrastructure aussi infranchissable pour nombre d'espèces que les infrastructures terrestres et aquatiques.

Par exemple, une source de lumière artificielle peut attirer les insectes nocturnes sur un rayon de 400 à 700 mètres. Or, en milieu urbain, les lampadaires sont espacés de 30 à 50 mètres seulement. Les voies de circulation éclairées constituent donc de véritables barrières artificielles qui se dressent sur les itinéraires des individus. Ces barrières limitent donc leurs déplacements et fragmentent leur habitat. (*Le Tallec, 2018*).

La lumière artificielle menace également les espèces ou les individus lucifuges. La rencontre avec une zone éclairée cause un éblouissement durable qui les rend vulnérables (prédateurs, collisions avec des voitures, etc.). L'évitement des zones éclairées conduit à des ruptures de continuités écologiques. (*FRAPNA, 2013*).

Les conséquences des sources physiques de fragmentation peuvent être schématiquement différenciées dans le temps (*Sordello et al., 2014*) :

- à court terme : cycle biologique contraint et mobilité modifiée pouvant aller jusqu'à de la mortalité directe par collision,
- à moyen/long terme : isolement des populations voire leur extinction par limitation de la dispersion et des échanges métapopulationnels.

Du fait de leur exceptionnelle biodiversité ainsi que leur situation géographique, les Préalpes d'Azur sont confrontées aux impacts néfastes de la pollution lumineuse.

## 2. Le territoire face à la pollution lumineuse

Le Parc naturel régional des Préalpes d'Azur présente des enjeux liés à la pollution lumineuse de par son identité forte, et un engagement déjà présent pour la préservation de son territoire nocturne.

### 2.1. L'identité du territoire du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur

Créé en 2012, un des objectifs du Parc est de préserver et valoriser les patrimoines, en accompagnant des actions formalisées à travers sa Charte et fortement liées aux différents enjeux du territoire.

#### 2.1.1. *Un espace rural et montagnard surplombant le littoral urbanisé*

Le Parc naturel régional des Préalpes d'Azur est localisé à l'ouest du département des Alpes Maritimes sur un territoire de moyenne montagne d'une superficie de plus de 960 km<sup>2</sup>. Au total, le Parc porte 47 communes adhérentes (soit environ 32 000 habitants), 4 établissements publics de coopération intercommunale (la Communauté de Communes Alpes d'Azur, la Communauté d'Agglomération du Pays de Grasse, la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis et la Métropole Nice Côte d'Azur), le Conseil Général des Alpes-Maritimes et la région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA). (cf. cartes 2 et 3).

Six communes du Sud et de l'Est du territoire (Grasse, Vence, Saint-Jeannet, Gattières, Carros et Le Broc) n'ont qu'une partie de leur territoire communal inclus dans le périmètre du Parc ; sont en effet exclus les territoires de ces communes qui partagent le mode de développement du littoral de la Côte d'Azur, avec une forte densité de population, un habitat pavillonnaire développé et la présence d'activités industrielles. L'accessibilité contrainte du territoire a permis de le préserver d'une urbanisation trop forte, ce qui en fait un territoire entièrement rural.

Une spécificité forte du territoire réside ainsi dans la transition brutale d'un littoral azuréen urbain à un territoire montagnard rural. La délimitation précise du Parc au sein de la zone de transition au Sud et à l'Est des Préalpes d'Azur a donc été étudiée de manière approfondie, au regard de l'importance que joue cette zone de transition dans le fonctionnement général du territoire. En effet, le territoire se situe aux portes des plus grandes agglomérations azuréennes telles que Nice, Antibes, Cannes ou Grasse, qui représentent à elles-seules 50% de la population du département des Alpes-Maritimes. Cette forte concentration démographique a entraîné une urbanisation très dense de la frange littorale et, sous l'effet de l'étalement urbain, une consommation d'espace et une pollution lumineuse importante pour le territoire (*PNR des Préalpes d'Azur, 2011*). L'influence de la pollution lumineuse provenant du littoral y est donc très présente.

### *2.1.2. Un chaînon d'une « ceinture verte » d'espaces protégés de la Camargue vers l'Italie*

Contiguës au Parc naturel régional du Verdon, les Préalpes d'Azur prolongent jusqu'à la plaine du Var le continuum des Parcs naturels régionaux couvrant les espaces montagnards méditerranéens : Alpilles, Luberon et Verdon (cf. carte 4). Au cœur de ce réseau des espaces protégés de l'arc alpin, le Parc amorce également la liaison entre le Parc National du Mercantour d'une part et le Parco delle Alpi Marittime en Italie d'autre part (*PNR des Préalpes d'Azur, 2011*).

Le territoire du Parc constitue donc un chaînon supplémentaire et essentiel du schéma régional de cohérence écologique (SRCE) de la région PACA pour constituer la « trame verte et bleue ». La trame verte et bleue est une mesure phare du Grenelle Environnement qui porte l'ambition d'enrayer le déclin de la biodiversité au travers de la préservation et de la restauration des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines. Par ailleurs, le Parc mentionne dans sa Charte l'objectif de « préciser les continuités écologiques à l'échelle du Parc et organiser le suivi de l'état de fragmentation des milieux naturels. » (article 1).

En reliant ainsi des espaces patrimoniaux reconnus nationalement et internationalement et des espaces naturels essentiels pour la préservation de la biodiversité au niveau national et européen, ce territoire constitue un macro-corridor écologique au niveau régional. Il abrite un grand nombre d'espèces endémiques et une biodiversité riche et exceptionnelle.

### *2.1.3. Territoire d'une biodiversité nocturne notable et menacée*

Le territoire des Préalpes d'Azur, au carrefour des influences méditerranéenne et alpine et où subsiste une activité agro-pastorale extensive, témoigne de cette richesse floristique et faunistique, de cette diversité d'habitats naturels et de niches écologiques et accueille de nombreuses espèces endémiques.

Les Préalpes d'Azur se caractérisent par des habitats naturels diversifiés : pelouses calcicoles, balmes, falaises, chênaies, landes, éboulis, zones humides, rivières, etc. Également riches en grottes, avens, cavités naturelles, elles constituent des habitats refuges pour de nombreuses espèces nocturnes.

Ainsi, le territoire abrite la présence de cortèges remarquables et d'espèces nocturnes de fort intérêt patrimonial : le Loup, le Lynx, nombreux rapaces nocturnes, nombreux coléoptères dont certains endémiques. Est également recensé le Spéléomante, espèce méditerranéenne endémique de l'extrême sud-est de la France et du nord-ouest de l'Italie, du niveau de la mer jusqu'à 2500 m d'altitude et

pouvant être trouvé dans les grottes, éboulis et cavités artificielles, et le Pélodyte ponctué, protégé au niveau national et inscrit sur la liste rouge nationale en tant qu'espèce nocturne vulnérable.

De plus, 23 espèces de chiroptères sont présentes sur ce territoire sur les 30 espèces présentes en région PACA et les 41 espèces présentes en Europe (soit 56% des espèces européennes et 77% des espèces régionales de chiroptères). Les Gorges de la Siagne accueillent notamment la seule colonie de reproduction connue du Murin de Capaccini dans les Alpes-Maritimes, et également la dernière colonie de reproduction connue du Rhinolophe Euryale en région PACA, une espèce typiquement méditerranéenne très rare dans les Alpes-Maritimes (cf. figure 3). (*PNR des Préalpes d'Azur, 2011*).

La première orientation stratégique mentionnée dans la Charte du Parc est de définir et mettre en œuvre une stratégie de préservation, de gestion et de valorisation de l'exceptionnelle biodiversité des Préalpes d'Azur ; en y intégrant la biodiversité nocturne : « suivi des grottes occupées, recherche des sites de reproduction, d'hibernation et de transit des chiroptères, les connaissances étant actuellement insuffisantes pour envisager une préservation durable et efficace des espèces » (article 1), « réduire la pollution lumineuse pour éviter les perturbations de la faune nocturne, notamment l'avifaune, les chiroptères et l'entomofaune » (article 2). Ces éléments témoignent de l'engagement déjà amorcé du Parc dans la préservation de son environnement nocturne.

## 2.2. Un fort engagement dans la lutte contre la pollution lumineuse

Le Parc naturel régional des Préalpes d'Azur est engagé dans la lutte contre la pollution lumineuse et accompagne les porteurs de projets privés et publics qui vont dans ce sens. Cet appui se fait via différents canaux : sensibilisation, préconisations techniques, labellisations.

### 2.2.1. Des activités de sensibilisation au monde nocturne

Le Parc a développé une série d'événements sur la thématique de la nuit et sur différentes parties du territoire qu'il coordonne sous forme de « Nocturnes du Parc » (à raison de minimum quatre par an). A travers cette programmation d'événements, les habitants apprennent à se reconnecter avec le ciel et la biodiversité nocturne, que ce soient par des ateliers, conférences, rencontres, expositions photos (notamment en collaboration avec le photographe Florent Dubreuil), des spectacles créés sur le thème de la nuit (Cie La Hulotte, Cie Pantaï), ou encore des randonnées nocturnes et observations astronomiques. Ces animations de nuit dans les villages du Parc visent à faire découvrir aux habitants la nuit autrement et à ainsi mieux appréhender et lutter contre la pollution lumineuse.

### 2.2.2. Un territoire dynamisé par des « Villes et Villages étoilés »

Le Parc encourage ses communes membres à se distinguer à l'échelle nationale, à travers le label Villes et Villages étoilés.

Pour inciter les communes françaises à diminuer et à revoir leur éclairage public, l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN) labellise depuis 2009 les communes volontaires et investies dans la réduction de la pollution lumineuse. Les communes peuvent se voir décerner 1 à 5 étoiles en fonction de cet engagement.

En février 2019, une troisième convention de partenariat a été signée pour renforcer la coopération entre la fédération des Parcs naturels régionaux de France et l'ANPCEN pour favoriser la qualité du ciel et de l'environnement nocturnes dans les 53 Parcs naturels régionaux. Des actions communes d'échanges et accompagnements, des recommandations, animations communes, participations ensemble au Jour de la Nuit (événement national), diffusion de chartes, de documents de sensibilisation, de documents techniques, permettent d'appuyer les communes et les Parcs qui s'engagent.

En 2015, les communes de Cipières, Spéracèdes et Briançonnet ont été labellisées, suivies des communes de Revest-les-Roches, Gourdon, Saint-Cézaire-sur-Siagne et Saint-Jeannet en 2017 (cf. carte 5). Le village de Spéracèdes fit partie des 38 communes françaises à avoir obtenu 4 étoiles, avec mention spéciale du Jury.

### 2.2.3. *Un territoire engagé dans un projet de « Réserve Internationale de Ciel Etoilé »*

Le Parc naturel régional des Préalpes d'Azur, aux côtés de la Communauté de Communes Alpes d'Azur et du Parc national du Mercantour se sont lancés en août 2016 dans une démarche de labellisation de Réserve internationale de ciel étoilé (RICE), délivrée par l'association américaine International Dark Sky Association (IDA).

Une RICE est un espace où le ciel étoilé est de qualité exceptionnelle faisant l'objet d'une protection à des fins scientifiques, éducatives, culturelles ou dans un but de préservation de la nature. Une telle réserve doit comprendre une « zone cœur » où la noirceur naturelle du ciel nocturne est préservée au maximum et une région périphérique ou « zone tampon » où les administrateurs publics, les individus et les entreprises reconnaissent l'importance du ciel étoilé et s'engagent à le protéger à long terme.

Le projet de Réserve internationale de ciel étoilé « Alpes Azur Mercantour » s'étend sur 2 300 km<sup>2</sup> et se situe à seulement quelques kilomètres du littoral fortement peuplé de la Côte d'Azur, au croisement de l'arc méditerranéen et de l'arc alpin. Il rassemble 75 communes. Le périmètre se compose d'une zone cœur en îlots distincts au sein des trois structures partenaires (cf. carte 6). Pour le Parc, il s'agit du secteur de la vallée de l'Estéron. S'ajoutant à la RICE du Pic du Midi et à la RICE du Parc national des Cévennes, la RICE « Alpes Azur Mercantour » constituerait la troisième réserve de ce type en France.

La candidature à ce label repose sur trois composantes :

- Une caractérisation de la qualité du ciel étoilé et de l'environnement nocturne par la réalisation d'une campagne de mesure, en différents points de la future zone cœur de la RICE et tout au long des quatre saisons de l'année ;
- Un diagnostic de la pollution lumineuse et de l'éclairage public des communes de la future réserve afin d'élaborer une stratégie co-construite, à moyen et long-terme (5 et 10 ans), de gestion et de rénovation de l'éclairage public dans un objectif de lutte contre la pollution lumineuse ;
- Une sensibilisation de tous les publics aux problématiques de pollution lumineuse, aux richesses astronomiques, à la biodiversité nocturne des territoires et à la magie du ciel nocturne.

Au-delà de la zone périphérique, la stratégie de reconquête de la qualité du ciel nocturne initiée par les partenaires de la RICE se concrétise par une démarche volontariste en direction des grandes agglomérations du littoral mais également des intercommunalités à l'ouest et au nord du territoire de projet.

Dans le cadre de ce projet, la pollution lumineuse constitue une problématique centrale pour la conservation et la préservation de la biodiversité nocturne.

### 3. Une volonté de structurer la démarche de lutte contre la pollution lumineuse dans les Préalpes d'Azur

Avec la construction de la candidature RICE, les trois porteurs du projet dont le Parc ont initié depuis 2016 une véritable dynamique sur le territoire, centrée sur l'objectif de la reconquête de la qualité du ciel nocturne. Dans cette perspective, la labellisation ne constitue qu'une étape.

#### 3.1. Problématisation et déroulement du stage

Le Parc a pour ambition de poursuivre et renforcer l'action engagée pour accompagner les communes à l'obtention du label Villes et villages étoilés, et comme objectif plus global de réduire la pollution lumineuse sur le territoire par l'accompagnement des communes dans la rénovation de leur éclairage public.

##### 3.1.1. *Choix d'orientation du mémoire*

Le Parc est engagé à lutter contre la pollution lumineuse mais souhaite disposer d'outils et de méthodologie qui lui permettrait de créer un projet territorial concret, basé sur le réaménagement de la nuit dans les Préalpes d'Azur. Ce projet doit permettre de structurer la démarche et de retranscrire les efforts réalisés notamment pour la candidature à la RICE à l'échelle plus locale du Parc et de ses communes membres.

Les enjeux liés à la pollution lumineuse sont multiples : astronomiques, énergétiques, environnementaux, sociaux, culturels, etc. De plus, le Parc naturel régional est reconnu pour sa biodiversité exceptionnelle. En outre, des outils comme les trames vertes, bleues et nocturnes émergent dans les territoires dont plusieurs Parc naturels régionaux (comme les Pyrénées, ou encore les Causses du Quercy). C'est pourquoi, il m'a paru pertinent et intéressant de considérer l'enjeu de la pollution lumineuse lié à la biodiversité nocturne comme porte d'entrée de ma démarche.

Ainsi, j'ai décidé de mener une étude à l'échelle du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur sur les continuités écologiques nocturnes à préserver et restaurer sur ce territoire, en priorisant les actions à mener et en proposant des recommandations adaptées et en m'appuyant sur les ambitions liées au concours Villes et villages étoilés et à la candidature RICE.

L'idée plus globale est d'appréhender la reconquête de la qualité de la nuit comme un projet qui structure et dynamise le territoire. Plus précisément, il s'agit de territorialiser la préservation de la nuit pour mieux l'encadrer.

### 3.1.2. Les missions de stage associées

Trois principales missions m'ont permis d'aboutir à mon étude :

- Appui à la constitution de la candidature RICE en lien avec les partenaires suivi d'un travail de communication autour du projet ;

De dimension internationale, le projet devait tout d'abord présenter le territoire candidat, son identité en termes de biodiversité, d'astronomie, de paysages et reliefs. Le projet devait ensuite répondre à des critères d'éligibilité. Il devait présenter la campagne de mesures du ciel étoilé, le diagnostic de l'éclairage public réalisé ainsi que les actions de sensibilisation et d'éducation à l'environnement nocturne engagées par les différents porteurs du projet. La candidature déposée fin mai, il s'agissait ensuite de communiquer sur le projet auprès des élus, et de le rendre accessible plus localement.

- Animation territoriale pour l'accompagnement des communes au concours Villes et Villages étoilés ;

En lien avec le référent local Florent Bailleul de l'ANPCEN (des Alpes Maritimes), l'objectif était de renforcer l'accompagnement des communes pour le concours en faisant le lien avec le projet RICE. Des entretiens avec les élus m'ont permis de conseiller au mieux les communes dans leurs choix de rénovation de leur éclairage public et de les aider à constituer leur candidature au concours Villes et Villages étoilés 2019.

- Elaboration d'outils et plans d'actions pour améliorer les pratiques de l'éclairage en vue de restaurer des continuités écologiques nocturnes au sein du Parc ;

A l'aide du logiciel QGIS, j'ai réalisé un travail cartographique sur l'identification de secteurs à enjeux du territoire puis élaboré un plan d'action afin de préserver au mieux la biodiversité nocturne sur le territoire du Parc. Suite à une approche bibliographique sur les actions réalisées au sein d'autres collectivités, j'ai décidé d'aborder la fragmentation des habitats par la lumière artificielle par l'approche des « trames nocturnes ».

### 3.2. Les « trames nocturnes » comme nouveaux outils territoriaux

L'objectif d'une trame nocturne est de limiter la dégradation et la fragmentation des habitats dues à l'éclairage artificiel par l'intermédiaire d'un réseau écologique formé de réservoirs et de corridors propices à la biodiversité nocturne (cf. figure 4). Ce concept est apparu il y a quelques années en tentant d'intégrer une expertise scientifique (ici écologique) dans un plan d'aménagement du territoire. Les réservoirs de biodiversité permettent aux espèces de trouver les conditions nécessaires à leur repos, nutrition et reproduction et des corridors permettant leurs déplacements et leur dispersion. La préservation des continuités écologiques a non seulement pour objectif de permettre à un individu d'une espèce d'accomplir son cycle de vie mais également de favoriser les échanges entre populations et le brassage génétique nécessaire au maintien d'une espèce (*Granier, 2012*).

C'est l'ANPCEN qui a porté en 2011 la recommandation de la prise en compte d'une « trame nocturne », c'est-à-dire d'une meilleure gestion de la lumière dans les futures trames verte et bleue, en demandant au Ministère de l'écologie et du développement durable que la biodiversité visée par ces dispositions soit à la fois diurne et nocturne. Ainsi a été demandé que les enjeux liés aux habitats naturels et à la biodiversité, notamment ceux liés aux éclairages artificiels extérieurs et mises en lumières, soient mieux intégrés aux objectifs des trames verte et bleue, aux différentes parties des orientations nationales et aux SRCE. Considérant la définition du terme "obstacle" (ouvrages, infrastructures, aménagements) trop restrictive, l'ANPCEN a demandé que soit utilisé le terme "éléments de fragmentation", et que les lumières artificielles extérieures soient considérées comme tels (Ducroux, 2012). L'ANPCEN a, par ailleurs, déposé à l'Institut national de la propriété industrielle (INPI) les termes de « Trame nocturne » et « Trame étoilée » en février 2012 (Granier, 2012).

Sur le modèle de la trame verte et bleue qui présente le réseau écologique diurne des espèces (bleue pour les continuités liées à l'eau et verte pour celles liées aux milieux terrestres, forestiers, etc), la trame nocturne vient s'y apposer en prenant en compte les déplacements des espèces nocturnes (cf. figure 5).

Le but du traitement cartographique réalisé dans cette étude est donc de pouvoir mettre en évidence les éclairages des communes intervenant comme « barrières » à l'échelle des trames écologiques, puis d'élaborer un plan d'action afin de restaurer les corridors nocturnes identifiés.

## II. Intégrer la pollution lumineuse dans l'aménagement du territoire à travers la prise en compte des réseaux écologiques nocturnes

En prenant en compte les déplacements des espèces nocturnes dans le territoire du Parc, il s'agit d'identifier d'une part, un réseau écologique nocturne avec différentes trames associées, et d'autre part, la lumière artificielle qui fragmente ces habitats naturels.

### 1. L'approche d'une trame nocturne en lien avec les chiroptères

De par leur sensibilité connue à la pollution lumineuse et leur présence sur le territoire, les chauves-souris (chiroptères) apparaissent comme un bon bio-indicateur pour étudier le niveau de pollution lumineuse sur un site et donc pour évaluer l'efficacité des mesures prises pour résoudre le problème (GCP, 2016).

L'approche d'une trame nocturne passe par l'identification des réservoirs de biodiversité qui la composent. Il s'agit donc de situer les zones où les chauves-souris sont présentes, puis d'identifier les potentiels corridors qui leur permettent de se déplacer, et enfin d'identifier les zones de rupture de ces continuités écologiques.

#### 1.1. Présentation des espèces choisies et leurs habitats

Tout d'abord, il convient d'identifier les espèces de chiroptères les plus impactées par la pollution lumineuse et donc prises en compte pour l'étude. De plus, il est également nécessaire de caractériser au préalable leurs milieux de vie potentiels afin de pouvoir identifier par la suite leurs habitats au sein du territoire du Parc.

##### 1.1.1. Comportement vis-à-vis de la lumière artificielle

Il existe un lien entre les techniques de vol et de chasse des chiroptères et leur tolérance à la lumière. En effet, les espèces « glaneuses » se distinguent des espèces « aériennes » ou « de haut vol » qui sont souvent plus rapides dans leur déplacement. La technique de chasse des espèces glaneuses est liée aux structures paysagères qu'elles utilisent comme repères pour s'orienter et circuler, en raison de leur sonar qui ne leur permet pas de percevoir l'environnement au-delà de quelques mètres. En revanche, d'autres espèces comme les Pipistrelles, dont le sonar permet de porter plus loin, peuvent voler en espace dégagé. Ces dernières auront donc la capacité de voler à découvert au-dessus des luminaires et de se déplacer en vol rapide dans une zone directement éclairée pour y capturer leurs proies. Les espèces de haut vol seraient donc plus tolérantes aux éclairages artificiels (cf. tableau 2). (GCP, 2016). En effet, à une échelle locale, les espèces à vol rapide comme les Pipistrelles sont observées en train de chasser, à proximité des lampadaires, la biomasse d'insectes qui s'y accumule, tandis que les espèces à vol lent comme les Rhinolophes ou les Murins évitent toute source lumineuse (Azam et al., 2018).

Les espèces dites lucifuges sont donc choisies ici pour l'étude, étant les plus impactées dans leurs déplacements. Ces espèces qui craignent la lumière attendent l'obscurité pour commencer à chasser. Gênées par l'éclairage, leur activité de chasse sera écourtée, ce qui conduira à terme à une diminution de leurs effectifs. De récentes études sur le déplacement des Grands Rhinolophes, espèce qui se

raréfiée, ont montré l'impossibilité pour ce mammifère de traverser les bourgs et agglomérations éclairés. Petit rhinolophe et Grand Rhinolophe font partie des espèces les plus sensibles à la pollution lumineuse (DDTM, 2014). L'éclairage de voirie à des niveaux d'éclairages importants peut être perçu comme une barrière immatérielle pour ces chiroptères. À terme, cette source de fragmentation supplémentaire pourrait isoler les isoler de leur territoire de chasse.

Pour cette étude, la trame nocturne est étudiée dans le cas général de toutes les espèces de chiroptères lucifuges confondues. Par ailleurs, des inventaires plus poussés pourraient permettre un diagnostic plus précis et adapté à chaque espèce présente au sein du Parc.

### 1.1.2. Structures paysagères et habitats associés

Pour une espèce donnée, plusieurs zones vitales constituent le territoire nécessaire à l'accomplissement du cycle de vie des individus : gîte de reproduction, gîte de repos et territoire de chasse. Les chiroptères peuvent s'éloigner de plusieurs dizaines de kilomètres de leur gîte pour chasser (Granier, 2012). Cependant, ces espèces sont relativement fidèles à leurs milieux de vie et ont des circuits de chasse préférentiels (Chambre d'Agriculture Pays de la Loire, 2017).

#### 1) Les gîtes :

Les chauves-souris réalisent une longue période d'hibernation. La préservation d'une bonne tranquillité des gîtes est une mesure de préservation importante pour le maintien des colonies. En général, les chiroptères emploient deux gîtes annuels différents en fonction des saisons: en hiver, un gîte d'hibernation (cavité obscure et profonde, carrière désaffectée, tunnel ferroviaire, etc.) où se côtoient mâles et femelles; au printemps-été, des gîtes (fissures des murs et des toits, cavités d'arbres, combles d'immeubles ou de maisons, etc.) où mâles et femelles vivent séparément.

Les chauves-souris dites cavernicoles hibernent dans des cavités naturelles, des crevasses rocheuses. L'été, certaines espèces cavernicoles utilisent les bâtiments pour la mise bas et l'élevage de leurs petits. Elles peuvent également nicher dans les cavités et sous l'écorce des arbres morts ou vivants (espèces dites arboricoles).

#### 2) Les territoires de chasse et routes de vol :

La majorité des espèces utilisant les corridors écologiques dans leurs déplacements, sont les mêmes espèces qui se trouvent être lucifuges. Ainsi, installer des éclairages au niveau d'un corridor revient à fragmenter ce dernier et donc la route de vol des chiroptères ; ceux-ci devront faire un détour dans leur trajet et donc dépenser plus d'énergie (GCP, 2016).

Les chauves-souris chassent dans les milieux riches en insectes : abords des haies, prairies, cours d'eau, vergers, lisières, etc. Pour les déplacements nocturnes des espèces lucifuges, la continuité des éléments paysagers joue un rôle déterminant pour guider les déplacements sur le territoire de chasse et dans les liaisons aux gîtes (Chambre d'Agriculture Pays de la Loire, 2017).

La majorité des espèces de chauves-souris rencontrées en PACA, suivent des couloirs de vol longeant des corridors écologiques qui sont liés :

- aux milieux aquatiques (rivières, ruisseaux, etc.)

Les réseaux hydrographiques sont des lieux de chasse et d'abreuvement prisés des chauves-souris. Dès la sortie de leur gîte et avant de rejoindre leur terrain de chasse, elles vont systématiquement s'abreuver. Par exemple, l'espèce *Pipistrellus nathusii* concentre son activité de chasse autour des zones humides ; l'espèce *Myotis daubentonii* est également une espèce inféodée aux milieux aquatiques et spécialisée dans la chasse aux insectes à la surface de l'eau (*Azam et al., 2018*). De plus, les ponts peuvent constituer des gîtes pour certaines espèces.

- aux milieux forestiers (ripisylves, lisières externes de boisement, haies, alignements arborés)
  - à la topographie (vallée encaissée, barre rocheuse, ravin, pied marqué de colline, etc).
- Les Rhinolophes notamment sont réputés pour être associés à ces corridors (*GCP, 2016*).

Les parcelles agricoles offrent également une importante source de nourriture pour de nombreuses espèces, en particulier lorsqu'elles sont intégrées dans un réseau bocager. En effet, les haies, les arbres isolés et les lisières forestières sont des éléments structurants du paysage qui constituent à la fois des terrains de chasse et des circuits de vol pour se déplacer.

## 1.2. Application du territoire du Parc : identification des différentes sous-trames écologiques nocturnes associées aux chiroptères

Il s'agit ensuite d'identifier les différentes sous-trames écologiques utilisées par les chauves-souris lucifuges, c'est-à-dire leurs gîtes et leurs terrains de chasse potentiels dans le Parc.

En raison de l'échelle d'étude, j'ai décidé de travailler sur les corridors et réservoirs jugés principaux pour les chiroptères. Il s'agit de la trame bleue, les ripisylves associées, les zones de protection des chauves-souris caractérisées sur le territoire (Zones Natura 2000, arrêtés de protection de biotope), les parcelles agricoles, les cavités naturelles, la zone cœur de Réserve de ciel étoilé et enfin les inventaires de gîtes réalisés sur le terrain.

### 1.2.1. La trame bleue et ses ripisylves

Cette sous-trame est constituée par (cf. carte 7) :

- Les principaux cours d'eau du territoire et leurs affluents : le Var, l'Estéron, le Loup amont, la Cagne amont, la Siagne et la Lane.
- Les zones humides : un inventaire des zones humides du bassin versant du Verdon a été réalisé par le Parc naturel régional du Verdon dans le cadre du Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Verdon. Ces inventaires couvrent quatre communes du territoire des Préalpes d'Azur : Andon, Caille, Séranon et Valderoure. Par ailleurs, des inventaires supplémentaires sur l'ensemble du territoire permettraient d'approfondir l'approche de la trame bleue.

La Lane notamment constitue un corridor vers le Parc naturel régional du Verdon car ce cours d'eau appartient au bassin versant du Verdon.

Ainsi, les cours d'eau représentent une priorité de conservation pour restaurer et maintenir une connectivité nocturne en faveur des chiroptères. Cependant, de telles trames nocturnes ne seront réellement efficaces, pour favoriser le déplacement, que si une strate arborée continue est maintenue autour des cours d'eau (*Laforge et al., 2018*).

- Les ripisylves :

Les ripisylves, c'est-à-dire les forêts alluviales des cours d'eau, jouent en effet le rôle de corridors et assurent de nombreuses fonctions essentielles à l'écosystème aquatique. Sont représentées pour l'étude les ripisylves présentes aux abords de la Siagne (deux types, série alluviale du peuplier blanc et série alluviale de l'aulne blanc et de l'aulne glutineux), du Loup (ripisylves à charme-houblon, peuplier blanc ou encore à frêne commun), de la Cagne (les parois abruptes qui longent la Cagne sont colonisées par d'épais taillis qui rendent les fonds de vallons très ombragés) et de l'Estéron (Frêne, l'Aulne blanc, Tremble, etc) (*Conseil scientifique du PNR des Préalpes d'Azur, 2011*).

### 1.2.2. Les zones de protection des chiroptères

Cette sous-trame se compose des zonages d'inventaire, de gestion ou de protection vis-à-vis des chiroptères établis sur le territoire du Parc (cf. carte 8) ;

- Les arrêtés de protection de biotope pour la préservation des chiroptères pour la grotte au Guano dans la vallée de la Siagne et les avens de Caille.

Les arrêtés de protection de biotope sont des zones protégées par des mesures réglementaires spécifiques de préservation de leur biotope, ayant pour objectif de prévenir de la disparition d'espèces vulnérables et protégées.

La grotte au Guano, en relation avec deux autres grottes en périphérie du territoire du Parc (grotte aux Peintures et aven de Montauroux), est un site majeur pour ces espèces en Haute-Siagne. Ces trois grottes jouent un rôle spécifique dans le cycle de reproduction des chiroptères. Ainsi la grotte au Guano est le seul gîte de mise bas connu pour le Petit Murin dans les Alpes-Maritimes. En été, elle accueille également le Minioptère de Schreibers (1500 individus) et le Murin de Capaccini (180 individus pour la mise bas et l'élevage des jeunes). Le Grand Rhinolophe et le Rhinolophe Euryale ont également été observés.

Les avens de Caille présentent des biotopes qui font partie du plus important site de regroupement automnal pour l'accouplement et les parades de chiroptères de la région. 18 espèces de chiroptères ont été contactées dans les 12 cavités visées par l'arrêté, protégées et pour la plupart menacées en France ou au niveau régional. La zone de protection est constituée par les entrées des avens, leurs alentours et leurs parties souterraines (puits et salles souterraines) (*PNR des Préalpes d'Azur, 2011*). Parmi les espèces patrimoniales visées par cet arrêté, le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*), espèce en régression qui trouve sur ce plateau des habitats indispensables au bon accomplissement de son cycle biologique. Par ailleurs, le plateau de Caille est un des rares sites en Europe à regrouper les trois espèces d'Oreillard (montagnard, gris et roux). (*DDTM, 2015*).

- Les zones Natura 2000 présentent également toutes des enjeux forts pour les chiroptères :

Préalpes de Grasse	Le site Natura 2000 des Préalpes de Grasse s'étend sur 19 000 ha et regroupe 14 communes des Alpes-Maritimes. Il inclut une partie de la Réserve Biologique du Cheiron, identifiée comme l'une des zones cœur de la RICE. Il est caractérisé par des plateaux calcaires et une diversité biologique remarquable : 91 espèces animales protégées y sont représentées et 17 types de milieux naturels d'intérêt communautaire.
Rivières et Gorges du Loup	Le site Natura 2000 des Rivières et Gorges du Loup s'étend sur 3 485 hectares et regroupe 13 communes des Alpes-Maritimes. Le site comprend la partie inférieure de la rivière du Loup, sur plusieurs dizaines de kilomètres, et les grandes gorges calcaires qui l'entourent. Le site est caractérisé par d'importantes colonies de chiroptères, notamment le Minioptère de Schreibers, et la présence de 14 espèces avec reproduction du Grand Rhinolophe et du Petit Rhinolophe.
Gorges de la Siagne	Le site Natura 2000 des Gorges de la Siagne s'étend sur 4 926 ha et regroupe 11 communes des départements des Alpes-Maritimes et du Var. 23 habitats naturels d'intérêt communautaire y sont présents. Ce site abrite des milieux naturels remarquables : la rivière aux eaux calcaires induit la formation de tufs, les forêts et fourrés alluviaux. Les falaises sont percées d'importantes grottes à chauve-souris. Au moins 13 espèces fréquentent le site dans sa globalité, dont certaines en effectifs d'importance nationale telles que le Minioptère de Schreibers (1000 à 3000 individus) ou encore le Vespertilion de Capaccini (500 à 1000 individus). Ce site comprend la Grotte de Guano faisant l'objet d'un arrêté de protection de biotope pour les chiroptères.
Mont Vial	Le site Natura 2000 du Mont Vial s'étend sur 2 093 hectares et regroupe 9 communes. Il est caractérisé par une grande richesse faunistique et floristique, au sein de rochers et de falaises calcaires et de forêts. Le site du Mont Vial est un site corridor et une zone d'alimentation pour de nombreux chiroptères, notamment le Murin de Bechstein, le Murin à oreilles échancrées et le Minioptère de Schreibers dont des gîtes majeurs, pour certains d'enjeu national, se situent en bordure de site.

### 1.2.3. Les parcelles agricoles

L'activité agricole, adaptée au milieu naturel du territoire, permet de maintenir des paysages ouverts au sein d'un territoire où la forêt est omniprésente (la forêt occupe 60 000 hectares soit 60% du territoire, selon la classification de l'inventaire forestier national). Les parcelles cultivées peuvent constituer d'importants terrains de nourriture pour les chiroptères, surtout si elles sont bordées de haies, arbustes ou arbres (*PNR des Préalpes d'Azur, 2011*). Au sein du Parc, la plaine de Caille (longue d'environ 5000 mètres) est par exemple caractérisée par ses immenses prairies. (cf. carte 9).

#### 1.2.4. Les cavités naturelles

Les plateaux présentent un paysage karstique typique (dolines, avens, etc) avec de nombreuses formes très évoluées. En de nombreux points, les calcaires sont dénudés et fissurés permettant aux eaux météoriques de s'infiltrer de manière directe et rapide, créant ainsi des paysages souterrains remarquables (*PNR des Préalpes d'Azur, 2011*).

Les Préalpes d'Azur présentent près de 2000 cavités, soit environ deux-tiers des cavités répertoriées dans les Alpes-Maritimes. Parmi elles, de nombreuses abritent des colonies de chiroptères. (cf. carte 10).

#### 1.2.5. L'îlot cœur de la Réserve internationale de ciel étoilé : la vallée de l'Estéron

L'îlot de la zone cœur de la vallée de l'Estéron suit le cours de la rivière, dans son tronçon labellisé "Rivières Sauvages" (sites remarquables à haute valeur patrimoniale), ainsi que les versants de part et d'autre de l'Estéron, d'Aiglun aux Mujouls.

Cette zone est identifiée comme "espace naturel prioritaire" du Parc et intègre le projet de réserve biologique mixte du Cheiron (zone de protection gérée par l'office national des forêts). La réserve biologique du Cheiron est mixte car elle est constituée d'une réserve biologique dirigée et d'une réserve biologique intégrale, chacune ayant un enjeu et des objectifs propres (cf. carte 10).

L'îlot cœur de l'Estéron, d'une superficie de 16 065 km<sup>2</sup>, a été défini selon les critères de qualité du ciel nocturne et sa protection environnementale préexistante. Ce secteur est relativement épargné par l'urbanisation (villages groupés perchés avec peu de mitage) les axes routiers sont peu ou pas éclairés, il n'y a pas de grands aménagements existants, la pollution lumineuse diffuse liée aux grandes aires urbaines du littoral azuréen s'estompe.

L'îlot cœur de la Réserve apparaît donc comme privilégiée pour mener des actions de reconquête de la qualité du ciel nocturne car des actions sont certes à mener mais ce qui sera mis en place aura des répercussions positives à court terme.

Ainsi, cette zone peut être considérée à elle-seule comme une trame nocturne, supposée constituer une excellente continuité écologique au sein du territoire, notamment pour la biodiversité nocturne.

#### 1.2.6. L'appui des inventaires de terrain des chiroptères

Les inventaires de chiroptères, et notamment réalisés par le Groupe Chiroptères de Provence (GCP) permettent d'avoir des données concrètes et précises de terrain sur les corridors potentiels (données d'écoute) et les réservoirs écologiques (données des gîtes) associés aux chauves-souris.

Les gîtes semblent présenter un enjeu majeur dans la mesure où l'on peut considérer qu'il est plus facile pour une chauve-souris de retrouver un terrain de chasse qu'un gîte si l'un de ces derniers était dégradé (par la présence d'éclairages par exemple). (*GCP, 2016*).

La cartographie des gîtes pour cette étude est réalisée à partir des données de 2016 du GCP pour le territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur (incluant les communes de Vence, Saint-Jeannet, Gattières, Carros, Le Broc, Gillette et Bonson), et des inventaires réalisés par le GCP en juillet 2019

sur la vallée de l'Estéron et l'ouest du territoire (cf. carte 11). Majoritairement, il s'agit de gîtes de Petit Rhinolophe, et quelques gîtes des espèces *Pipistrellus* et *Plecotus*.

Il serait intéressant de réaliser par la suite des recensements basés sur des données d'écoute au détecteur et des captures au filet sur plusieurs sites à enjeux identifiés sur le territoire. Cela pourrait permettre de compléter les connaissances, encore très partielles, des populations de chauves-souris sur le territoire du Parc et pouvoir ainsi compléter la carte de localisation des gîtes mais en plus de créer des cartes de distribution des espèces. Des inventaires plus nombreux et réguliers pourraient mener à un réel suivi des populations et pouvoir ainsi étudier la fragmentation de leurs habitats. Le GCP prévoit prochainement (septembre 2019) de poser des enregistreurs d'ultrasons sur des cavités du secteur afin de localiser de potentiels sites de « swarming » (rassemblement en grand nombre de chiroptères sur des sites privilégiés) et réaliser des captures. Ces données seront importantes à recueillir afin d'alimenter l'étude.

Suite à l'identification du réseau écologique et de ses continuités, il s'agit d'identifier les points de conflits c'est-à-dire des éléments faisant obstacles à ces continuités écologiques, en croisant les données paysagères avec les données liées à la pollution lumineuse.

## 2. Identification des secteurs à enjeux et des points de conflits lumineux sur le territoire

Cette étape vise à repérer les points d'intersection problématiques (ou « points de conflits ») qui se forment avec des éléments hostiles aux flux, dits éléments fragmentants, ici la pollution lumineuse. En croisant les continuités écologiques identifiées avec les points lumineux considérés comme fragmentants, on peut alors faire ressortir ces intersections qui constitueront des zones à enjeux. Cette démarche doit idéalement être effectuée pour les différentes sous-trames du réseau écologique afin de vérifier les blocages existants pour toute la palette de milieux (*Sordello et al., 2014*). (ensemble des résultats exposés en annexe 1).

Par la suite, il serait intéressant de mettre en place des dispositifs comme le suivi d'espèces nocturnes afin de confirmer ou non le caractère conflictuel des secteurs identifiés.

### 2.1. Identification des facteurs de discontinuités à traiter afin d'identifier les points de conflits

Plusieurs formes de pollution lumineuses peuvent être prises en compte afin de déterminer les zones conflictuelles sur le territoire.

#### 2.1.1. Les points lumineux et leurs caractéristiques

Un référencement géolocalisé de l'éclairage public des 75 communes du territoire candidat au label RICE a été réalisé en interne par les équipes des partenaires. Ce diagnostic initial de l'éclairage public a permis de connaître l'état précis de l'éclairage public du territoire, d'esquisser des recommandations sur les améliorations possibles et de modéliser la pollution lumineuse en fonction des variations (extinction, rénovation, changement de technologie, etc).

Jusqu'à trente champs ont ainsi été renseignés pour chaque point lumineux ; type de foyer, type de mât, type de source, puissance, etc, permettant de cartographier précisément le parc électrique de chaque commune (cf. carte 12). Les données d'éclairage public ainsi collectées se retrouvent dans une base de données commune, géoréférencée, à l'échelle des 75 communes du territoire de projet de la Réserve.

Ce travail permet aujourd'hui au territoire de disposer d'une vision globale de l'état actuel de l'éclairage public sur le territoire, et notamment de pouvoir comparer cet état en première partie de nuit et en deuxième partie de nuit en prenant en compte les extinctions nocturnes pratiquées par certaines communes. Ainsi, cela peut permettre de modéliser, de manière précise, les effets attendus de la mise en place de préconisations et notamment celles formulées dans le cadre de la Réserve (présentées en partie III, 1.2.1.) sur la qualité du ciel nocturne du territoire.

Seuls les points lumineux de Gattières ne sont pas encore géolocalisés dans la base de données. Pour les communes qui ne sont que partiellement dans le périmètre du Parc comme les villes de Grasse, Vence, Carros ou Saint-Jeannet, le diagnostic a été réalisé sur l'ensemble du territoire de ces communes afin de pouvoir les accompagner dans des rénovations de leur éclairage total.

La suite à donner est de pouvoir également fournir aux communes et aux gestionnaires locaux de l'éclairage public une base de diagnostic global de l'éclairage public leur permettant de s'en saisir, de le compléter et, le cas échéant, de le faire évoluer dans les années à venir. Dans ce contexte, un travail est déjà amorcé afin de créer une carte interactive sur la plateforme régionale DataSud à partir des données du diagnostic.

### *2.1.2. La pollution lumineuse et son identification*

Dans le cadre de la candidature à la RICE, une campagne de mesure du ciel nocturne a été lancée en septembre 2017. Le protocole a été élaboré par les porteurs de projet, et soumis à des astronomes professionnels qui ont validé sa solidité et sa capacité à remplir les objectifs fixés. Ce protocole est basé sur la méthodologie utilisée par les territoires français déjà labellisés (Pic du Midi, Parc national des Cévennes), suite à de nombreux échanges inter-structures.

Il respecte les exigences de l'International Dark Sky Association :

- utilisation de Sky Quality Meter (SQM) ; appareils qui mesurent la noirceur du ciel grâce à un capteur photosensible
- réalisation au minimum de 3 mesures par lieu
- respect de conditions astronomiques et météorologiques précises : nuit astronomique, sans lune et sans nuages.

Pour assurer la fiabilité et la solidité des résultats, les porteurs du projet ont décidé :

- d'établir plus de 30 points de mesure
- d'étaler le protocole sur 20 mois et sur les 5 saisons
- de réaliser par session 3 séries de 10 mesures
- de multiplier les sessions de mesure
- de faire des mesures complémentaires à l'aide de Ninox développés par le bureau d'études Dark Sky Lab (systèmes automatisés de monitoring de pollution lumineuse qui permettent la prise de mesures SQM en continu et de manière autonome).

L'unité de ces mesures est la magnitude par seconde d'arc au carré ( $\text{mag}/\text{arcsec}^2$ ). L'accumulation des données au fil des nuits permet un traitement statistique de ces dernières. L'utilisation de Ninox a notamment permis d'affiner la détermination du profil de brillance du ciel en certains lieux clés de la RICE (cf figure 6).

En termes d'organisation, une équipe de plus d'une vingtaine de chargés de mesure a été mobilisée, avec à la fois :

- des agents internes des trois structures porteuses, notamment des personnels déjà en charge de protocoles naturalistes (gardes-moniteurs du Parc national du Mercantour, chargés de mission Natura 2000 de la réserve naturelle régionale des Gorges de Daluis)
- des bénévoles issus du conseil de développement du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur, avec des profils variés représentant les acteurs du territoire (élus, accompagnateurs en montagne, hébergeurs, éleveurs...)
- des astronomes professionnels et amateurs, afin d'associer le monde de l'astronomie à la campagne (Observatoire de la Côte d'Azur, associations d'astronomie).

30 SQM-L ont été acquis et déployés afin de doter cette équipe. De plus, le Parc a disposé de 4 Ninox en prêt afin de compléter les données.

Les données des points lumineux et de la noirceur du ciel constituent donc des facteurs potentiels de discontinuités au sein du réseau écologique nocturne. La pollution lumineuse peut prendre la forme de lumière directe (éblouissements, associés aux points lumineux) ou de lumière diffuse dans l'atmosphère (halos lumineux, associés à la brillance du ciel). Ainsi, l'identification des zones conflictuelles se fera ici à deux types d'échelles, celle des points lumineux (cartographie des lampadaires sur le territoire), et celle des halos lumineux (cartographie de la pollution lumineuse dans l'atmosphère).

## 2.2. Les points de conflits à l'échelle des points lumineux

Les points de conflits correspondent à des secteurs connus comme à enjeux pour les chiroptères lucifuges mais éclairés (GCP, 2016). Ils représentent dans ce premier cas des points lumineux présents sur le circuit d'un corridor nocturne ou à proximité d'un gîte. La carte du réseau écologique associé à la trame nocturne étant conséquente en termes d'enjeux (cf. carte 11), il apparaît plus judicieux d'étudier les zones de rupture par une approche par sous-trames écologiques. Deux types de résultats seront présentés ici ; les points lumineux de conflits au sein des corridors nocturnes, de la trame bleue et de ses ripisylves, puis à proximité des gîtes de chiroptères répertoriés par le GCP.

Pour chaque cas, la première étape de la méthode consiste à tracer des zones tampons autour des éléments de la trame écologique (cours d'eau, zones humides, gîtes, etc) permettant de préserver la continuité. Ensuite, les cartographies des zones tampons seront croisées avec les données des points lumineux afin d'analyser les intersections conflictuelles.

### 2.2.1. Les conflits entre points lumineux et corridors nocturnes

Un point lumineux éclairant une zone d'un terrain de chasse ou d'un circuit de vol peut détourner les chiroptères de leur chemin.

D'après une étude menée pour le projet « trame noire » sur l'agglomération lilloise dont l'objectif était d'améliorer la connectivité des espaces obscurs pour les chiroptères (235 793 contacts de chauves-souris enregistrés sur 305 points de la ville), la distance à l'eau a été identifiée comme la variable environnementale la plus importante pour expliquer la distribution des espèces sur le territoire, que ce soit pour leurs probabilités de présence que pour leurs abondances. Cette variable est par exemple significative pour les espèces *Myotis daubentonii* et *Pipistrellus nathusii* avec une probabilité de présence qui augmente lorsque la distance à l'eau diminue (cf. figure 7). (Laforge et al., 2018).

A l'aide de cette étude, les zones tampons choisies autour des différents cours d'eau du territoire du Parc se basent sur une distance de 1000 mètres autour des points d'eau (cours d'eau principaux et zones humides répertoriées).

En réalisant une analyse sur la trame bleue et ses ripisylves, les points lumineux faisant obstacles à la continuité écologique sont identifiés en réalisant une intersection de couches de données géolocalisées (données SIG) entre les zones tampons de 1km des cours d'eau et les zones tampons de 1km des zones humides, et les points lumineux (cf. carte 13).

Les différents points d'eau présentent des points lumineux au sein de leurs zones tampons. On peut noter le nombre conséquent de points de conflits (points rouges sur la carte) qui ressortent au niveau de la limite sud du périmètre du Parc, en raison de la taille plus importante des communes dans ce secteur.

En deuxième partie de nuit, certaines communes éteignent leur éclairage public, ce qui permet de réaliser deux cartes différentes suivant le moment de la nuit. La dernière de ces communes à éteindre certains de ses lampadaires est la commune de La Penne à 2h du matin, mais la grande majorité des communes qui pratiquent l'extinction les coupent à 23h ou minuit. Ainsi, après les extinctions nocturnes, des continuités sont potentiellement restaurées grâce aux extinctions nocturnes. En effet, on peut noter qu'en deuxième partie de nuit :

- La continuité écologique de la Lane est entièrement restaurée. L'effet de l'extinction des communes de Valderoure et Andon est donc très positif. Ceci est d'autant plus bénéfique pour les chiroptères que ce secteur présente également des zones humides ainsi qu'une plaine agricole importante.
- Le long de l'Estéron, l'extinction de l'éclairage des communes de Briançonnet et de Roquestéron permettent de résorber quelques points de conflits et ainsi potentiellement créer des zones d'ouvertures pour les chiroptères.
- Le long de la Siagne, seule la commune de Grasse n'éteint pas son éclairage. La majorité des points de conflits présents sur Grasse ne sont pas compris dans le périmètre du Parc mais sont à prendre en compte dans le cas d'un accompagnement de la ville pour des rénovations. De plus, la ville projette de tester l'extinction sur un quartier communal qui est compris dans le Parc (quartier Saint-François) ; il serait donc intéressant d'analyser l'effet sur la continuité écologique. Les villages d'Escagnolles, Saint-Cézaire-sur-Siagne, Spéracèdes et Cabris pratiquant l'extinction, le corridor écologique de la Siagne est donc bien restauré en deuxième partie de nuit.

- Sur le secteur du Loup, la commune d'Andon qui éteint son éclairage permet de créer un passage au sein de la formation linéaire de points lumineux allant de Caille jusqu'à Cipières et Gréolières. Sur la commune de Tourettes-sur-Loup, les points de conflits sont résorbés ; ce qui est bénéfique pour la trame nocturne car ces lampadaires sont très proches du cours d'eau. Cependant, ce secteur reste fragile.
- La Cagne et le Var ne sont pas touchés par les effets des extinctions.

Les points lumineux qui sont coupés durant la nuit peuvent tout de même rester des points de conflits car les chiroptères peuvent aller chasser avant l'extinction de l'éclairage. Cependant, il est certain que l'extinction a un effet bénéfique sur ces espèces. Il est donc important d'encourager cette pratique mais aussi de procéder à des rénovations exemplaires de tous les éclairages.

### *2.2.2. Les conflits entre points lumineux et les gîtes de chiroptères*

Les zones de conflits représentent ici des points lumineux à proximité de gîtes de chiroptères. Les gîtes sont identifiés soit de façon précise grâce aux inventaires réalisés sur le territoire soit par supposition (les cavités naturelles présentent une forte probabilité de présence de gîtes). En effet, les secteurs en jeu dans cette étude sont pour la plupart ciblés uniquement grâce à une analyse cartographique. Afin de confirmer les secteurs ainsi repérés, un travail de terrain sera nécessaire pour confirmer ce premier diagnostic.

Pour l'analyse des gîtes répertoriés sur le territoire, une zone tampon de 1km est proposée autour de chaque gîte (cf. carte 14). Par exemple, sur le secteur de la Lane et notamment des communes de Valderoure, Caille et Andon, quatre gîtes sont répertoriés et trois d'entre eux présentent des points de conflits en première partie de nuit. Avec les extinctions nocturnes, seulement un gîte présente des enjeux, en raison de l'éclairage présent sur la commune de Caille.

Concernant les gîtes présents sur Saint-Jeannet (cf. carte 11), la commune a déjà mené des actions en 2017, en éteignant 393 lampadaires de 23h à 5h et en rénovant des points lumineux jugés proches de zones riches en biodiversité et certains corridors écologiques (cf annexe 2).

Il est important de préciser que sur de nombreuses communes, peu de prospections ont été réalisées. Il est donc important de continuer le travail d'inventaire sur le territoire du Parc afin d'avoir une visibilité complète sur les enjeux chiroptérologiques et ainsi pouvoir approfondir l'analyse des enjeux.

Les différents autres résultats pour les autres sous-trames écologiques identifiées (parcelles agricoles, cavités naturelles, zones Natura 2000 et de protection de biotope, zone cœur de Réserve) sont présentés en annexe 1. Pour chacune, les zones tampons choisies sont également de 1km, excepté pour la zone cœur de Réserve qui doit être préservé jusqu'à 5km, en raison de la volonté à long terme de l'étendre. Par la suite, des zones tampons plus précises à l'aide d'études plus poussées pourraient consolider l'analyse.

### 2.3. Les points de conflit à l'échelle des halos lumineux

Les points lumineux diffusent dans l'atmosphère de la lumière qui, vue du ciel, forme des halos lumineux. Ces halos permettent d'avoir une vision plus globale de la pollution lumineuse sur le territoire et ainsi identifier d'éventuelles « barrières » lumineuses.

#### 2.3.1. Modélisation de la pollution lumineuse au sein du Parc

Les données d'éclairage public collectées ont été utilisées pour réaliser les cartes de modélisation de la pollution lumineuse. Le logiciel Otus, développé par le bureau d'étude Dark Sky Lab, a été utilisé pour réaliser ces cartes de modélisation. Ce logiciel est capable de prendre en compte trois types différents de sources de données : base de données d'agglomérations avec leur population, données de radiance satellite, sources lumineuses discrètes géolocalisées (soit les données éclairage public collectées par les partenaires du projet de RICE).

La valeur ajoutée du logiciel de simulation de la pollution lumineuse Otus réside dans sa capacité à s'adapter aux données disponibles et aux objectifs spécifiques des études menées, tout en permettant des simulations suite, par exemple, à des modifications de l'éclairage public. Ainsi, des cartes de pollution lumineuse avant et après extinctions nocturnes ont pu être réalisées (cf. carte 15). Les appareils SQM et Ninox (cf partie III, 2.1.2.) ont permis de calculer cette brillance de fond de ciel, permettant de consolider la modélisation en certains points.

Pour mon analyse sur le territoire du Parc, j'ai utilisé le logiciel QGIS en reprenant la couche raster fournie par le bureau d'études Dark Sky Lab représentant l'état 0 de la pollution lumineuse (sans extinctions) et avec extinctions et qui a été produite en utilisant une simulation mixte (données satellite en dehors de la RICE et données géolocalisées des points lumineux à l'intérieur de la RICE). Pour avoir un bon rendu à l'échelle du Parc, j'ai adapté les couleurs en me rapprochant de l'échelle de Bortle (cf. carte 15). A chaque couleur correspond donc un niveau de qualité de ciel. La couleur rouge indique une mauvaise qualité de ciel ( $< 19 \text{ mag/arcsec}^2$  environ) et le bleu foncé - gris une très bonne qualité du ciel ( $21,2 \text{ mag/arcsec}^2$  et au-delà).

La couleur rouge correspond aux agglomérations du littoral. La limite sud du parc en jaune caractérise la transition entre le littoral urbanisé et fortement éclairé avec les Préalpes plus rurales. On estime qu'à partir de la valeur de  $21 \text{ mag/arcsec}^2$  le ciel nocturne est de bonne qualité. Ainsi, globalement, le Parc présente un ciel étoilé exemplaire mais pollué ponctuellement par les halos lumineux provenant des villages. Plus on va vers le nord, plus le ciel s'assombrit, atteignant la valeur de  $21,4 \text{ mag/arcsec}^2$  (qualité du ciel exceptionnelle) au nord du Parc dans la vallée de l'Estéron.

En deuxième partie de nuit, la nouvelle modélisation montre la résorption de certains halos lumineux, permettant potentiellement d'ouvrir certaines zones fortement fragmentées (cf. carte 15, avec extinctions).

#### 2.3.2. Fragmentation du territoire par les halos lumineux

En prenant l'exemple de la modélisation en première partie de nuit, le territoire présente différents types de discontinuités lumineuses : (cf. carte 16)

- Des halos lumineux qui suivent des trajectoires linéaires, créant des barrières lumineuses potentiellement infranchissables par les chiroptères et autres espèces nocturnes. Une barrière

importante est créée par la pollution lumineuse venant du littoral le long de la limite sud du Parc, ou encore le long du Loup ;

- Des halos lumineux plus isolés, comme sur la commune de Caussols ou affleurant la zone cœur de Réserve ;
- Des zones plus étendues présentant un fort mitage et des discontinuités lumineuses créées par les villages, comme au nord, à l'ouest ou tout au long de l'Estéron.

Globalement, de bonnes continuités écologiques sont possibles en reculant la pollution lumineuse au sud du territoire. En effet, les zones de mitage ou halos isolés peuvent être plus facilement résorbés en agissant directement sur les points lumineux des communes. La frange sud est plus fragile car les agglomérations du littoral exercent une forte pression lumineuse. Il sera donc important d'essayer de travailler avec des partenaires limitrophes pour ne pas s'arrêter au périmètre du Parc. Les secteurs de bonnes continuités seront également à traiter dans le sens où l'enjeu de les préserver est important.

En reprenant les données de la trame écologique nocturne, il est possible d'identifier des zones conflictuelles entre ces halos lumineux et les corridors et gîtes des chiroptères.

### 2.3.3. *Les halos lumineux et la trame nocturne*

Afin de montrer l'impact des halos lumineux comme obstacle sur le territoire, j'ai réalisé une analyse à partir d'un isocontour à 21,2 mag/arcsec<sup>2</sup>, valeur à partir de laquelle la qualité du ciel étoilé est considérée comme exceptionnelle. On peut donc estimer qu'au-delà de cette valeur, le halo devient potentiellement franchissable pour les espèces nocturnes.

En croisant la nouvelle carte de la pollution lumineuse avec l'isocontour avec la trame nocturne des chiroptères (cf carte 17), on peut représenter les zones conflictuelles par des taches rouges représentant les halos lumineux infranchissables qui se superposent par endroits aux éléments de la trame écologique nocturne. Deux cartes ont été réalisées, en première et deuxième partie de nuit. Globalement, tout au long de la nuit, les zones Natura 2000 des Préalpes de Grasse, des Gorges de la Siagne et du Mont Vial sont relativement bien préservées. On retrouve par ailleurs la barrière lumineuse du sud du territoire. Le cœur de Réserve est épargné (c'est dans ce contexte que son périmètre a été défini). La continuité écologique de la rivière du Loup présente une cassure au niveau des communes de Cipières et Gréolières. Les gîtes de Saint Jeannet sont également à fort enjeu de préservation, tout comme la grotte au Guano.

En deuxième partie de nuit, on retrouve la résorption des conflits au niveau de Briançonnet, Roquestéron, Valderoure, ce qui montre la correspondance entre les points lumineux et la lumière diffuse vers le ciel. Au niveau de la commune d'Andon, les halos perdurent en deuxième partie de nuit car la commune éteint son éclairage depuis peu et les données n'ont pas été modifiées. Il faudrait donc les mettre à jour afin de pouvoir observer la résorption des conflits lumineux.

Au niveau de la Siagne, la pression lumineuse provenant du littoral et les halos très diffus associés ne permettent pas de voir les bénéfices liés à l'extinction nocturne pratiquée par certaines communes du secteur (Spéracèdes et Cabris), cependant l'effet est très positif pour la préservation de la grotte au Guano qui est un important gîte pour les chiroptères. Au niveau de la commune de Tourettes-sur-Loup, le halo lumineux provenant de la côte est trop important pour que l'extinction nocturne pratiquée par la commune améliore la noirceur du ciel.

Grâce à ces nouvelles cartes, l'impact qu'ont les sources lumineuses du territoire et notamment du littoral sur la pollution lumineuse diffuse dans l'atmosphère apparaît clairement. Cependant, ces résultats sont à relativiser étant donné qu'ils peuvent ne pas prendre en compte l'effet d'éblouissement plus localement des lampadaires sur les espèces nocturnes pouvant les contraindre dans leurs déplacements même si le halo n'est pas important. Considérant cela, il paraît indispensable de travailler avec d'autres acteurs en dehors du territoire et notamment les agglomérations du littoral pour assurer la préservation de l'environnement nocturne de manière plus globale.

A terme, il s'agira d'effectuer ce travail d'identification des continuités écologiques et des zones de blocage à l'échelle du territoire de la RICE, en travaillant avec les partenaires du projet pour relier les trois îlots cœurs de la Réserve afin de former un macro-corridor nocturne nord-sud allant des montagnes du Mercantour à la mer.

Enfin, l'identification d'un réseau écologique n'est pas une fin en soi. Celui-ci doit ensuite être animé dans le temps pour en préserver les éléments de meilleure qualité et restaurer ceux dont la fonctionnalité est réduite ou altérée (*Sordello et al., 2014*). Ainsi, une fois le réseau identifié ainsi que les zones de conflit repérés, il s'agit de mettre en œuvre une démarche de maintien et de restauration de la trame nocturne.

### III. Renforcer la dynamique de lutte contre la pollution lumineuse : comment restaurer les corridors nocturnes sur le territoire du Parc ?

Après avoir identifié les points de conflits entre pollution lumineuse et biodiversité, il est nécessaire d'émettre des préconisations afin de maintenir et/ou restaurer les corridors écologiques précédemment identifiés. Il s'agira ensuite de hiérarchiser les interventions possibles de la collectivité en fonction des impacts. Ainsi, un plan d'action est proposé en priorisant les enjeux afin d'atteindre l'objectif de restauration. Cet objectif ne pourra cependant être atteint seulement si les acteurs locaux sont engagés moralement dans la lutte contre la pollution lumineuse, dont les freins et les leviers possibles seront présentés.

#### 1. Quel plan d'action mener afin de répondre aux enjeux de la trame nocturne ?

La préservation des réservoirs et corridors nocturnes de la trame écologique liée aux chiroptères passe par des préconisations de l'éclairage adaptées et par une priorisation des actions à mener. Ces préconisations se basent sur des modulations possibles de l'éclairage public actuel des communes.

##### 1.1. Les leviers d'action possibles sur les caractéristiques de l'éclairage

Trois principales caractéristiques de l'éclairage peuvent être modulées afin de réduire l'impact sur la biodiversité nocturne ; la couleur des lumières, l'orientation du flux lumineux, et la durée de l'éclairement.

### 1.1.1. La température de couleur des lumières

Chaque espèce ou groupe d'espèces présente sa propre sensibilité à la lumière en fonction des plages de longueurs d'onde émises. Toutes les longueurs d'ondes du spectre du visible se révèlent être nocives pour au moins un groupe biologique (cf. tableau 3). Ainsi, les éclairages artificiels émettant dans un spectre étroit permettent d'impacter le moins d'espèces possibles et le moins de fonctions biologiques (Sordello et al., 2018).

La température de couleur d'une source lumineuse correspond à la température d'un corps noir chauffé jusqu'à obtenir une couleur identique à la couleur principale d'émission de la source lumineuse considérée. Elle est mesurée en degrés Kelvin (K). Les lumières dont la température de couleur se trouve en-dessous de 3 000 K peuvent être considérées comme des lumières chaudes par opposition aux lumières dites froides (> 3 000 K). Ainsi, une lampe blanche émettant principalement dans le bleu et considérée comme une couleur froide va avoir tendance à déborder dans les ultraviolets (UV) qui sont attractifs pour les insectes, alors qu'une lumière orangée (à dominante orange) aura en général moins tendance à émettre dans les UV (Cerema Méditerranée, 2017 ; GCP, 2016).

La lumière « blanche » imitant la lumière naturelle du jour augmente donc la pollution lumineuse et l'impact écologique ; le jour est en effet confondu avec la nuit. De plus, la diffusion dans l'atmosphère de la lumière blanche est plus importante que la lumière orange ce qui augmente le halo lumineux et impacte donc la faune sauvage à plus grande distance (GCP, 2016).

Il existe plusieurs technologies de production de lumière artificielle. Selon le type d'ampoules, le spectre d'émission et la température de couleur varient. Le tableau 4 résume ce que l'on connaît à ce jour sur les impacts des différents types d'éclairages publics sur les chiroptères et les insectes. Les lampes à sodium basse pression ou les LED ambrées sont les moins perturbantes pour ces espèces car leur spectre d'émission se rapproche des 590 nm et n'émet pas dans l'UV (GCP, 2016).

### 1.1.2. L'orientation des luminaires

La lumière émise par un lampadaire est dirigée dans plusieurs directions. L'orientation du flux lumineux dans sa globalité peut être caractérisée par son ULOR (Upward Light Output Ratio) (cf. figure 8). Celui-ci définit la fraction du flux lumineux émis par la source lumineuse du luminaire au-dessus de l'horizontale.

Un ULOR installé égal à zéro signifie qu'aucun flux sortant du luminaire n'est émis directement en direction du ciel. Ceci est une condition nécessaire pour n'éclairer que la surface utile mais elle n'est pas toujours suffisante pour contrôler au mieux l'orientation afin d'éviter les problèmes d'éblouissement et d'éclairage inutile des milieux environnants. Ce critère est aussi primordial pour réduire au minimum les halos lumineux visibles à distance des sources (MEB et ANPCEN, 2015).

### 1.1.3. La temporalité de l'éclairage

L'éclairage public n'est pas obligatoire ; ce n'est qu'un des moyens à disposition des maires pour assurer la sécurité publique (FRAPNA et ANPCEN, 2013). Faire correspondre dans le temps l'allumage et l'extinction de l'éclairage avec les besoins des humains permettraient déjà de réduire fortement la pollution lumineuse sans perdre de confort (Sordello, 2018).

L'extinction nocturne de l'éclairage public est une mesure de gestion de la lumière artificielle pratiquée par les collectivités, consistant à couper les lumières communales en milieu de nuit, c'est-à-dire à un moment où les besoins humains sont quasi nuls. Les horaires et l'étendue de cette pratique par les communes qui la mettent en œuvre sont très variables (l'extinction peut être totale ou partielle, c'est-à-dire être réalisée sur tout ou partie du territoire ou sur toute ou partie de l'année). Cette mesure de gestion a des effets dans plusieurs domaines, notamment budgétaire (économies d'énergie) et environnemental (dont la biodiversité comme évoqué ici).

L'activité naturelle des espèces a lieu essentiellement à l'aube et au crépuscule, c'est donc à ce moment que doivent porter en priorité les efforts de réduction de l'éclairage artificiel. Pour cela, des horloges astronomiques peuvent être installées. Elles déterminent automatiquement l'heure d'allumage en fonction des cycles diurnes et nocturnes ; un logiciel calcule l'heure du lever et du coucher du soleil et décale son éphéméride tous les jours (*DDTM, 2014*).

Deux études ont évalué l'efficacité de cette mesure sur les chauves-souris et montrent qu'elle dépend avant tout de la plage horaire sur laquelle elle est pratiquée. Les chauves-souris présentent en effet un pic d'activité juste après le crépuscule (puis un autre avant l'aube). L'extinction doit donc être pratiquée le plus tôt possible, idéalement avant minuit et en particulier le long de corridors écologiques, pour ne pas survenir après l'émergence de ces espèces. (*Sordello, 2015 ; Sordello, 2018*). Il est également possible d'allumer l'éclairage 30 minutes après le coucher du soleil (réalisable sur les horloges astronomiques en créant un décalage fixe), ce qui ne réduit pas le confort car la luminosité est encore suffisante mais peut permettre aux chiroptères de sortir de leur gîte.

D'autres leviers d'action sont possibles comme moduler la puissance, l'intensité lumineuses ou encore l'espacement des lampadaires qui peuvent ainsi potentiellement réduire les impacts sur la biodiversité nocturne.

## 1.2. La mise en conformité de l'éclairage par rapport aux enjeux de la trame nocturne

L'objectif est de formaliser des recommandations adaptées selon les cas afin d'améliorer les pratiques de l'éclairage artificiel et tendre vers une trame nocturne exemplaire. Les différentes caractéristiques des éclairages évoquées précédemment sont des leviers sur lesquels s'appuient les préconisations.

### 1.2.1. Des recommandations formalisées à travers un plan de gestion de l'éclairage

L'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses (cf annexe 3) mentionne désormais une température de couleur de 3000K comme limite maximum en agglomération et hors agglomération. Ce texte interdit également l'éclairage orienté vers le ciel. Il exige également que les enseignes et bureaux soient éteints au maximum 1h après la cessation d'activité. Les luminaires installés après le 1er janvier 2020 devront être conformes à l'ensemble des dispositions prises par l'arrêté. Sur la base de cet arrêté, les partenaires de la RICE ont élaboré un plan de gestion de l'éclairage, dont le rôle est de réglementer l'utilisation de la lumière artificielle nocturne au sein de la Réserve de manière à donner la priorité à la sécurité des personnes et des biens tout en minimisant l'impact de cette lumière sur les espaces protégés, les paysages et la faune.

En outre, toutes les instances d'utilisation de lumière artificielle nocturne dans la Réserve adhéreront au principe promu par l'Ademe selon lequel la lumière extérieure ne devrait être déployée que: (1) lorsqu'elle est strictement nécessaire; (2) où elle est nécessaire; (3) dans la quantité appropriée pour une tâche spécifique; et (4) avec le spectre approprié.

Le tableau 5 récapitule les règles clés de ce plan de gestion, tant pour la zone cœur que pour la zone tampon, et les compare aux réglementations nationales.

L'application de ces règles est à la responsabilité des trois organisations impliquées dans le projet RICE pour les zones cœurs ; à la responsabilité des communes et/ou des gestionnaires pour la zone tampon.

De plus, dans la perspective de pouvoir former une trame nocturne sur le territoire de la RICE, des recommandations plus strictes ont été proposées :

**Tableau 6.** Recommandations sur l'éclairage public en vue de former une trame nocturne, comparées à celles émises pour la zone cœur et la zone tampon de la Réserve internationale de ciel étoilé.

	Zone coeur	Zone tampon	Trame nocturne
Température de couleur	≤ <b>2000 K</b> (exemple: Sodium Haute Pression, LED ambrée, etc.)	≤ <b>2700 K</b> recommandé < 3000K obligatoire (exemple : Sodium Haute Pression, LED, etc.)	≤ <b>2200 K</b> recommandé (exemple : Sodium Haute Pression, LED ambrée, etc)
Orientation (ULOR)	≤ <b>1%</b>	≤ <b>1%</b>	≤ <b>1%</b>
Gestion temporelle	Extinction ou gradation (fortement recommandé)	Extinction ou gradation recommandé	Extinction ou gradation (fortement recommandé)

Des modélisations de la pollution lumineuse dans le cas où toutes les communes du territoire du Parc et de la RICE adopteraient un éclairage public conforme aux recommandations globales et à celles de la trame nocturne ont pu être réalisées par le bureau d'études Dark Sky Lab (cf annexe 4).

Le Parc est en mesure d'accompagner ses élus et leurs gestionnaires dans l'application de ces recommandations. Sur la base de ce plan, il s'agit d'aller plus loin dans la démarche pour accompagner les communes dans la conversion ou la rénovation de leur éclairage public en prenant en compte la biodiversité nocturne (et notamment les chiroptères).

### *1.2.2. Mettre en application les recommandations à l'échelle locale*

Plusieurs éléments sont à prendre en compte dans tout projet de relanternage engagé par les communes :

- 1) Considérer les besoins de la commune ; par une réflexion en amont du projet sur les réels besoins de la commune en termes d'éclairage (Est-ce ce lampadaire est justifiable ou non à

tel endroit de la commune ? Ce secteur est-il trop éclairé ?). Le relanternage peut être différent suivant la localisation des lampadaires au sein de la commune ; en effet, les communes des Préalpes d'Azur présentent une typologie propre au territoire ce qui permet d'adapter les recommandations (qui ne seraient pas forcément adaptées pour les grandes villes et agglomérations par exemple). (cf. carte 18)

- 2) Limiter l'impact de l'éclairage sur la biodiversité nocturne (ici les chiroptères). Par exemple, une action possible à mener serait de travailler à créer des continuités ambrées sur le territoire, en particulier au sein des corridors écologiques ; les lumières blanches faisant obstacles à ces continuités sur le territoire (cf. carte 19). Il est donc important d'analyser les points lumineux de la commune en termes de température de couleur, qui permet de prioriser les points à rénover.

Ainsi, en prenant en compte successivement 1) les besoins de la commune et 2) la trame nocturne associée aux chiroptères, il est possible pour la commune d'être guidée lors de la rénovation d'un ou plusieurs de ses points lumineux, selon les recommandations ci-après (cf. tableau 7), en lisant le tableau de gauche à droite.

Une fois le type de zone correspondant au projet de relanternage et aux besoins humains identifiée, il s'agit d'aller plus loin dans les recommandations en prenant en compte les enjeux liés à la trame nocturne. Les points à rénover sont ensuite caractérisés en fonction de leur présence ou non au sein de « zones de conflit », correspondant aux zones tampons des éléments du réseau écologique nocturne identifié (cf annexe 1); c'est-à-dire les cours d'eau, zones de protection, parcelles, cavités et gîtes à proximité d'éclairage public.

Concernant les secteurs dépourvus d'éclairages publics, il est primordial de veiller à la préservation de ces zones non éclairées, autour des gîtes majeurs et également le long des corridors encore préservés par l'absence de lumière (*GCP, 2016*).

Ces recommandations pourraient être transposées aux grandes villes par l'équivalence Hors agglomération/En agglomération avec également des axes périphériques.

Il s'agit désormais d'identifier les actions prioritaires en fonction des enjeux identifiés et du type d'éclairage des communes.

### 1.3. Du territoire global aux communes : définir des priorités d'action

Le but est d'établir une méthodologie afin de définir des priorités d'action pour chaque commune du territoire. Les communes se voient attribuer une note selon trois niveaux :

- 1) Place de la commune et de son éclairage au sein des enjeux écologiques nocturnes du territoire
- 2) Impact des pratiques de l'éclairage de la commune sur la biodiversité nocturne
- 3) Combinaison entre le niveau 1) et le niveau 2) afin d'interconnecter la trame nocturne et l'éclairage du territoire dans la définition des priorités d'action

Pour chacun de ces niveaux, plus la note est élevée, plus la sensibilité de la commune à la pollution lumineuse est élevée et donc plus l'enjeu est important.

#### 1.3.1. Niveau 1 : priorité d'action à l'échelle du territoire et de la trame nocturne

Deux sous-échelles sont prises en compte à ce niveau : l'échelle globale du territoire, de ses enjeux en termes de biodiversité nocturne et de pollution lumineuse, puis l'échelle plus locale de la trame nocturne et des éclairages faisant obstacles aux continuités écologiques liées aux chiroptères.

##### a) Présence de la commune au sein d'un secteur à enjeux du territoire :

L'approche cartographique du réseau écologique des chiroptères a permis de classifier le territoire par secteurs en fonction de leurs caractéristiques écologiques et de leur niveau d'enjeux, selon la grille suivante :

Priorité d'action	Désignation
0	Secteur exemplaire où un plan d'action a déjà été mené
1	Secteur à enjeux mais non clairement identifiés
2	Secteur à enjeux identifiés mais modérés
3	Secteur à enjeux notables et clairement identifiés
4	Secteur prioritaire à fort enjeu

Les différents secteurs identifiés sont les suivants (cf. carte 20) :

- Secteur A : la partie nord du Parc englobant la vallée de l'Estéron

L'Estéron se démarque par sa très bonne qualité environnementale ainsi que par la longueur du tronçon labellisé Rivières Sauvages (64 km). Entre cluses et gorges, le cours d'eau divague parmi des paysages karstiques atypiques et des villages perchés, passant à proximité des plaines agricoles et au pied de falaises. Le bassin versant de l'Estéron s'étend sur une superficie de 451 km<sup>2</sup> et est alimenté par 41 affluents. Ce secteur comporte la zone Natura 2000 du Mont Vial et une partie du Var à l'est de la zone.

La zone est protégée de la pollution lumineuse provenant du littoral. Elle présente un fort enjeu pour les chiroptères, de par la présence de gîtes et de l'Estéron. De plus, un des trois îlots de la zone cœur de la Réserve internationale de ciel étoilé se situe sur ce secteur. Une zone de discontinuités et de fort mitage par des petites tâches lumineuses est notable, dont on peut imaginer que la résorption permettrait une excellente continuité nocturne de par la qualité du ciel allant jusqu'à 21,4 à l'ouest du secteur. Cette zone constitue alors un enjeu pour l'ouverture vers les autres îlots cœurs de la RICE et vers le Parc du Mercantour.

- Secteur B : la pointe ouest

Ce secteur se caractérise par ses zones humides et ses prairies agricoles. Quatre gîtes de chiroptères sont répertoriés sur le secteur. Il comporte également la Lane et une partie du Loup, ainsi que les avens de Caille protégés par arrêté de protection de biotope.

En dehors des halos lumineux, la qualité du ciel est bonne (atteignant 21,3 mag/arcsec<sup>2</sup>). On pourrait imaginer une continuité écologique nocturne qui rejoint le Parc naturel régional du Verdon, assurant un corridor nocturne entre espaces naturels protégés.

- Secteur C : le secteur du Loup

Caractérisé par la traversée du Loup, la quasi-totalité de ce secteur est couverte par des zones Natura 2000 (Préalpes de Grasse, Rivière et Gorges du Loup). Les points de conflits se concentrent le long de ce cours d'eau. Cette zone présente un fort enjeu de préservation dans la perspective d'une continuité nocturne. La pression du littoral y est pour le moment notable. La Rivière et les Gorges du Loup, identifié comme espace naturel prioritaire, présente un grand intérêt pour les chiroptères avec la présence de 14 espèces avec reproduction sur ce site du Grand Rhinolophe et du Petit rhinolophe.

- Secteur D : le sud-ouest du territoire

Ce secteur est marqué par la présence de la Siagne. Il comporte la zone Natura 2000 des Gorges de la Siagne, de nombreuses cavités ainsi que des parcelles agricoles. On y note la présence d'un gîte prospecté. Ce secteur subit certainement la pollution lumineuse provenant du littoral.

Le secteur comporte également le plateau de Calern qui est défini comme un espace naturel prioritaire, de par ses nombreuses cavités dont la plus connue est l'aven des Baudillouins. Cet espace est également connu comme terrain de chasse des chiroptères. Il comporte également la grotte au Guano sur Saint-Cézaire-sur-Siagne, grotte située à flanc de falaise protégée par arrêté et qui présente un grand intérêt pour les chiroptères.

- Secteur E : le sud-est du territoire

Ce secteur, soumis à la pression du littoral, en partie couvert par la zone Natura 2000 des Préalpes de Grasse et de la basse vallée du Var, comporte également le Col de Vence répertorié comme espace naturel prioritaire au sien du Parc qui présente de nombreuses cavités, avens et grottes dont la plus spectaculaire est la grotte d'Evnesi. Le cours d'eau de la Cagne traverse la zone. Des gîtes de chiroptères sont répertoriés sur les secteurs de Saint-Jeannet et Vence.

En prenant en compte les caractéristiques des secteurs identifiés, le tableau ci-dessous définit des priorités d'action par secteur :

Secteur	Priorité d'action	Désignation
A	4	Secteur prioritaire à fort enjeux
B	3	Secteur à enjeux notables et clairement identifiés
C	2	Secteur à enjeux identifiés mais modérés
D	3	Secteur à enjeux notables et clairement identifiés
E	2	Secteur à enjeux identifiés mais modérés

Chaque commune prend la note correspondante à la priorité d'action de son secteur (par exemple la commune de Roquestéron obtient +4, celle de Coursegoules obtient +2). Cette note permet de

spatialiser les enjeux prioritaires et rend compte de la priorité d'action pour la commune à l'échelle globale du territoire, en fonction des trames écologiques et de la pollution lumineuse.

Pour faire suite à ce travail, il serait intéressant de choisir des secteurs dits « secteurs tests » et y mener un suivi chiroptérologique et également un suivi de mesures du ciel nocturne afin de confirmer la priorité d'action évaluée à travers le travail cartographique.

*b) Proximité des éclairages de la commune de zones à enjeux :*

Cette étape consiste à augmenter la note des communes et donc les niveaux d'enjeux si les communes présentent des points de conflits, c'est-à-dire des points lumineux présents au sein des zones tampons des différents éléments de la trame nocturne (identifiés en partie II, 2.2 et dont la totalité des résultats figure en annexe 1).

Il est possible de hiérarchiser ces points de rupture en fonction de leur impact sur les chiroptères. Il a été décidé que les secteurs de chasse seraient considérés comme secondaires. En effet, même si les territoires de chasse sont importants, les gîtes sont jugés prioritaires, considérant qu'il est plus facile pour une chauve-souris de retrouver un terrain de chasse qu'un gîte si l'un de ces derniers était dégradé par la présence d'éclairages (*GCP, 2016*).

Ainsi, les zones préservées par arrêté de protection de biotope des avens de Caille et de la grotte au Guano ainsi que les autres gîtes importants répertoriés sur le territoire sont prioritaires, suivis des données plus générales des cavités et grottes qui supposent des gîtes potentiels. La trame bleue (incluant les ripisylves) est également à forts enjeux (d'après l'étude lilloise, cf partie II, 2.2.1). Les zones Natura 2000 et la zone cœur de Réserve ont une priorité moins élevée dans le sens où les gîtes ne sont pas précisément localisés, tout comme les parcelles agricoles qui sont des corridors de chasse potentiels mais qui n'ont pas fait l'objet d'une étude de fréquentation.

Considérant cela, s'ajoutent aux premiers points en (1) des points supplémentaires si des points lumineux sont présents au sein des zones tampons suivantes :

<b>Zone tampon</b>	<b>Priorité d'action</b>
1km d'une colonie de chauves-souris	4
1km d'un arrêté de protection de biotope	4
1km d'une grotte ou cavité	3
1km d'un point d'eau	2
1km de parcelles agricoles	1
1km d'une zone Natura 2000	1
5km de la zone cœur de la Réserve	1

Pour chaque commune est attribuée une note sur 20 prenant en compte l'échelle globale du territoire du Parc (1) et l'échelle locale des conflits entre les points lumineux de la commune et les continuités écologiques nocturnes du territoire (1) (cf. tableau 8). Est alors définie une priorité d'action (**Priorité d'action 1**) en fonction de cette note (**Note 1**) :

Note 1	Priorité d'action 1
De 0 à 5	Non prioritaire
De 6 à 10	Priorité modérée
De 11 à 13	Priorité élevée
De 14 à 20	Priorité très élevée

### 1.3.2. Niveau 2 : priorité d'action à l'échelle des luminaires

Ce niveau permet de considérer les pratiques de l'éclairage public des communes dans l'élaboration du plan d'action. En effet, selon le type d'éclairage, les impacts sur la biodiversité nocturne et donc le niveau d'enjeux associé peut varier. Trois caractéristiques sont prises en compte dans cette notation : la temporalité de l'éclairage (extinction nocturne ou non), l'orientation des luminaires (l'ULOR) et la température de couleur des lumières. On évalue ici le pourcentage de points lumineux de la commune au-dessus d'une valeur d'ULOR de 1% et le pourcentage de points lumineux dont la température de couleur excède 2200K (cf. tableau 6), c'est-à-dire qu'on évalue les non-conformités des éclairages vis-à-vis de la trame nocturne. Plus la note est élevée, moins l'éclairage public existant est performant. La grille de notation est la suivante :

Critère	Priorité d'action
<b>Temporalité de l'éclairage</b>	
Extinction totale	0
Extinction partielle	4
Pas d'extinction	8
<b>Non-conformité à l'ULOR (&gt;1%)</b>	
0-10%	0
10-25%	1
25-50%	3
>50%	6
<b>Non-conformité à la température de couleur (&gt;2200K)</b>	
0-10%	0
10-25%	1
25-50%	3
>50%	6

Les communes se voient attribuer ici une **Note 2** sur 20 (cf. tableau 9). Cette note est attribuée à partir de la base de données disponibles grâce au diagnostic de l'éclairage public (partie II, 2.1.1). Une partie de cette base de données est exposée en annexe 5.

En évaluant les « non-conformités », on augmente la note et donc l'enjeu de la commune si l'éclairage est très impactant pour l'environnement nocturne. Par ailleurs, la priorité d'action d'une commune déterminée au niveau 1 (Note 1) peut baisser à ce niveau dans le cas d'un éclairage coupé la nuit, bien orienté vers le sol, ou de couleur ambrée, minimisant ainsi les conséquences sur la biodiversité. Cette nouvelle priorité d'action (**Priorité d'action 2**) est définie de la même manière que la première, en utilisant la **Note 2** : (cf. tableau 9)

<b>Note 2</b>	<b>Priorité d'action 2</b>
De 0 à 5	Non prioritaire
De 6 à 10	Priorité modérée
De 11 à 13	Priorité élevée
De 14 à 20	Priorité très élevée

Globalement, les pratiques d'éclairage engendrent des priorités d'action très élevées. L'orientation des luminaires semble plus problématique au sein du Parc (priorités d'action moyennant 6) que les températures de couleurs des lampadaires. Les communes éteignant leur éclairage restent minoritaires.

### *1.3.3. Niveau 3 : prise en compte des deux échelles dans la définition des priorités d'action des communes*

Il s'agit dans ce dernier cas de mettre en perspective le niveau 2 en le combinant au niveau 1, en donnant la priorité aux enjeux environnementaux mais en laissant la place aux éclairages plus ou moins performants. Il est à préciser que les deux premières notes (notes 1 et 2) peuvent se lire de manière indépendante.

Les pratiques de l'éclairage des communes sont ici intégrées aux enjeux plus ou moins prioritaires du territoire. Pour cela, des coefficients sont attribués aux notes 1 c'est-à-dire aux enjeux liés aux continuités écologiques nocturnes du territoire :

<b>Note 1</b>	<b>Coefficient</b>
De 0 à 9	1
De 10 à 15	2
De 16 à 20	3

A l'aide de ces coefficients qui priorisent les enjeux écologiques du territoire, une nouvelle grille de priorités d'action peut être établie par le calcul d'une **Note 3** sur 20 (cf. tableau 9) :

Calcul d'une moyenne pondérée : **note 3 = ( [note 1] x coef + [note 2] ) / (coef + 1)**

<b>Note 3</b>	<b>Priorité d'action 3</b>
De 0 à 5	Non prioritaire
De 6 à 10	Priorité modérée
De 11 à 13	Priorité élevée
De 14 à 20	Priorité très élevée

Par exemple, pour la commune d'Aiglun, cela donne :  $(11 \times 2 + 17) / (2 + 1) = 13$ .

Ces étapes d'évaluation ont permis de définir des priorités d'action précises en fonction de la place de la commune au sein du territoire et de son réseau écologique, et des caractéristiques et pratiques de l'éclairage public des communes.

Dans l'ensemble, l'intégration de l'évaluation des pratiques de l'éclairage dans celle des enjeux du territoire nocturne a comme résultat d'augmenter les priorités d'action, excepté pour la commune de

Caussols qui passe d'une priorité modérée au niveau 1 à non prioritaire au niveau 3. Cela est dû à sa note extrêmement faible au niveau 2 (3/20) ; en effet, l'éclairage de la commune est quasiment optimal pour préserver la biodiversité nocturne (extinction nocturne, un éclairage totalement ambré et bien orienté dans l'ensemble vers le sol). Les autres communes à avoir obtenu une note très basse au niveau de leurs pratiques d'éclairage ont vu leur note finale baisser, avec une priorité d'action qui passe d'élevée à modérée pour la commune Roquestéron (également les communes d'Escragnolles, Saint-Jeannet et Spéracèdes). Toutes ces communes ont obtenu de très faibles notes au niveau 2 (entre 3 pour Spéracèdes et 8 pour Saint-Jeannet) ce qui implique que leur éclairage performant permet de réduire les enjeux et les impacts liés à la biodiversité nocturne. La commune de Caille et la commune de Saint-Cézaire-sur-Siagne restent prioritaires entre le niveau 1 et le niveau 3, impliquant que leur éclairage n'est pas assez performant pour atténuer la menace qu'exerce la pollution lumineuse sur les éléments écologiques qui les composent. Les éclairages non optimaux des communes de La Roque-en-Provence, Les Mujouls et Saint-Vallier-de-Thiery augmentent leur niveau de priorité au niveau 3 et deviennent prioritaires également. A noter aussi que les communes de Tourette-du-château et Cuébris passent d'un état non prioritaire à un état de priorité élevée, et d'un état non prioritaire à modérée pour Saint-Antonin.

Une fois les priorités définies, il s'agit d'accompagner les communes dans un objectif de préservation des zones prioritaires et de diminution des priorités par des recommandations adaptées aux besoins de la commune et aux enjeux de la trame nocturne.

Des préconisations techniques ne suffisent cependant pas à développer une dynamique dont le but est également de fédérer les acteurs locaux autour d'un engagement qui relève de la transition écologique et énergétique. Ainsi, l'appui technique doit être complété par un accompagnement moral à travers différents leviers.

## 2. Mobiliser autour de la question de la pollution lumineuse

Comment sensibiliser les décideurs locaux sur la préservation des milieux naturels nocturnes ? Il s'agit d'analyser les freins et leviers à l'engagement des élus locaux en faveur des trames nocturnes, mieux comprendre leurs résistances, et d'identifier des pistes pour faciliter leur engagement.

### 2.1. Initier un changement d'état d'esprit chez les élus

Tout d'abord, aborder la question de la préservation de l'environnement nocturne passe par la compréhension des freins à l'engagement qui peuvent exister chez les élus, puis par un discours adapté qui ne soit pas moralisateur. Un élu doit être apte au changement afin d'entreprendre une démarche de réduction de l'éclairage public de sa commune.

#### 2.1.1. Analyser les freins à l'engagement

La première fonction attribuée aujourd'hui à l'éclairage urbain est une fonction de sécurisation des déplacements, que ce soit par la sécurité de circulation ou la sécurité des personnes. L'éclairage est vu comme un service rendu à la population, en lui apportant de la lumière. Ce service assure la sécurité des habitants. Il permet notamment de limiter la peur des cambriolages et agressions. L'idée d'un impact fort de l'éclairage sur la sécurité est l'argument avancé prioritairement par les maires pour justifier un éclairage public de masse. Pourtant, une étude menée aux Etats-Unis a prouvé que l'éclairage n'avait aucun effet sur la délinquance (*Challéat, 2010*).

L'Homme étant diurne, la lumière est un symbole de vie dans les territoires. Pour certains, retirer la lumière c'est retirer la vie, et nourrir ainsi la crainte d'une « hyper-ruralisation » (*Lapostolle et al., 2015*). Si la nuit trouve désormais sa place dans les débats politiques, économiques, sociaux et environnementaux, c'est bien parce qu'elle est un temps de plus en plus convoité par les différents acteurs de la ville, et parce qu'elle voit se développer en son sein de plus en plus d'activités nocturnes autrefois réservées à la période diurne. En effet, l'Homme semble aujourd'hui dépendant de la lumière (*Challéat, 2010*).

La lumière sert à également à mettre en valeur ; la ville, ses éléments architecturaux. Plus la commune est éclairée, plus elle est riche. Dès le début des années 1980, une forte compétition se met en place entre les villes, donnant naissance à une nouvelle approche de l'éclairage, axée vers la promotion. La lumière est vue comme un moyen d'améliorer l'apparence et l'attraction de la ville. Les collectivités cherchent notamment à promouvoir leur dynamisme. Les élus locaux sont d'autant plus intéressés par ce mode de communication qu'il apparaît efficace à coûts réduits, par rapports à d'autres opérations d'aménagement, et pour une visibilité très forte auprès des riverains, touristes et investisseurs (*Challéat, 2010*). De plus, la lumière, qui éclaire le jour, est vue comme vecteur d'intelligence et de progrès.

Enfin, la vue étant le sens le plus développé chez l'Homme, l'obscurité n'est pas un environnement dans lequel il se sent à l'aise ce qui le pousse à s'éclairer en permanence. Dans ce contexte, la biodiversité nocturne lui est souvent méconnue car ne la voyant pas, elle est très peu prise en compte dans les projets d'aménagements.

Toutes ces résistances peuvent être toutefois levées par un discours adapté. Les syndicats d'électrification peuvent également constituer un frein aux actions visant à réduire l'éclairage public. Il s'agit alors d'aider également les professionnels à engager les élus dans une démarche de prise en compte des trames nocturnes et plus généralement de la biodiversité nocturne dans leur territoire.

### 2.1.2. Adapter son discours

Pour la majorité des élus locaux, la préservation de la biodiversité en général n'est pas la priorité et les actions mises en place restent peu nombreuses ou trop isolées. Il s'agit donc de mieux connaître et comprendre les élus pour pouvoir créer une communication plus efficace et les aider ainsi à s'engager dans une démarche volontaire et durable.

Un travail mené par des étudiantes en psychologie sociale au sein du conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes en 2017 a permis d'identifier les différentes étapes par lesquelles passe tout élu souhaitant s'engager en faveur de la biodiversité, avec des conseils pratiques à chaque étape (cf. figure 9). Selon un des modèles utilisés en psychologie sociale et qui a servi de cadre théorique de référence pour cette étude (modèle transthéorique du changement de Prochaska et DiClement, créé en 1984), le changement renvoie à un processus qui s'effectue en six stades, de manière graduelle (*Bidaud, 2017*).

Tout au long des six stades du changement, l' élu va être confronté à une multitude d'obstacles internes liés principalement à ses angoisses, ses idées reçues et externes liés plutôt au contexte de la mise en action (manque d'accompagnement, beaucoup trop d'outils et de documentations, manque de motivation des pairs, etc). Le changement est donc un processus lent et complexe. Il ne s'agit pas de

convaincre l'élu de changer, mais de l'accompagner tout au long de ce processus. Il est important de penser l'accompagnement dans la durée au-delà des phases initiales de sensibilisation (*Mercion et Bidaud, 2018*).

Certaines modalités peuvent être favorisées tout au long de l'accompagnement ; la sensibilisation dans un cadre collectif plutôt que de manière individuelle, l'utilisation de l'effet « vitrine » apporté par quelques collectivités motrices par exemple, l'instauration d'un contexte de liberté et de participation, en évitant la moralisation et l'argument de la réglementation et en favorisant l'expression des points de vue pour permettre l'engagement des élus sur le long terme (*Bidaud, 2017*). L'échelle communale ou locale est l'échelle la plus opérationnelle pour engager un travail de sensibilisation et de réduction de l'éclairage public. Il est également intéressant de travailler à des échelles un peu plus larges (Parcs naturels régionaux, intercommunalités) en intégrant la notion de solidarité territoriale. En effet, la pression exercée sur les milieux naturels ne se restreint pas à l'éclairage public communal, la lumière est émise dans l'atmosphère et vers les milieux rendant les démarches collectives nécessaires pour améliorer la qualité de l'environnement nocturne (*Fédération des PNR et ANPCEN, 2013*).

Selon les contextes, les économies d'énergie, la préservation du patrimoine céleste ou l'impact sur la santé peuvent être des entrées pour aborder la problématique de la pollution lumineuse. L'argument de la réduction de la facture énergétique est souvent l'entrée privilégiée pour sensibiliser les élus, les économies pouvant résulter d'une extinction des équipements en milieu de nuit, de la suppression de points lumineux inutiles et de l'optimisation des équipements existants. La biodiversité constitue un argument supplémentaire mais qui n'est généralement pas suffisamment fédérateur pour mobiliser autour de la question de la pollution lumineuse, d'où l'importance d'actionner conjointement plusieurs leviers (*Fédération des PNR et ANPCEN, 2013*).

La sensibilisation des acteurs locaux nécessite par ailleurs de lever les craintes autour de la réduction de l'éclairage public (lequel ne présente aucun caractère légal obligatoire). Il a ainsi été notamment démontré que la réduction de l'éclairage n'avait pas favorisé une augmentation des cambriolages ou des accidents de la route. Plus généralement, on a d'ailleurs pu constater que le nombre d'accidents de la route n'avait pas crû sur les autoroutes où l'éclairage public avait été momentanément suspendu (*Fédération des PNR et ANPCEN, 2013*).

Plus qu'un discours, des leviers peuvent constituer des appuis pour structurer l'engagement et apporter des outils techniques et concrets aux acteurs locaux afin d'atteindre l'objectif de préservation.

## 2.2. Les labellisations comme leviers d'action pour fédérer les acteurs locaux autour de la préservation de l'environnement nocturne

Les labellisations de la qualité de la nuit peuvent permettre de déclencher et de renforcer la dynamique de lutte contre la pollution lumineuse. Elles permettent de cadrer la démarche par des outils concrets qui permettent de fédérer les acteurs locaux autour d'une ambition commune.

### 2.2.1. Enclencher une dynamique à travers la labellisation RICE

Le Parc s'est engagé dans la candidature RICE dans le but de structurer sa démarche et de pouvoir faire reconnaître son engagement à l'échelle de son territoire mais aussi à l'international.

Le patrimoine naturel fait aujourd'hui partie des domaines régulièrement mobilisés dans les projets de territoire. En effet, un nombre grandissant de territoires cherchent à faire reconnaître leurs spécificités culturelles en s'inscrivant dans des démarches de labellisation. Ce processus permettrait d'encadrer la dynamique protection/développement. Elle donne aussi la possibilité d'affirmer des choix, des orientations, des postures et d'engager ou de consolider des projets de conservation et/ou de valorisation (*Bénos et Milian, 2013*). Ainsi elle n'est pas qu'un outil technique, mais permet d'initier une action participative. Le label est compris comme un outil d'accompagnement, de sensibilisation et de pédagogie envers les publics, les élus, mais aussi comme un moyen pour les techniciens de faire passer des messages aux décideurs (*Filloz et Colomb, 2011*).

La démarche de labellisation RICE participe à faire du territoire un territoire d'exception reconnu à l'international, tant par la qualité de son patrimoine naturel que par l'ambition de ses collectivités en faveur d'un ciel nocturne de qualité. Cette labellisation permettra au territoire de rayonner par son caractère exemplaire, mais également de promouvoir l'éco- et l'astro-tourisme en son sein. Il s'agit ainsi d'un projet structurant et ambitieux pour les trois territoires et leurs habitants.

Enfin, la Réserve amène une dynamique de transition ; dans les domaines du tourisme, du développement local, et de la gestion de l'éclairage (*Lapostolle et al., 2015*). Plus localement, la Réserve pourra être animée par les villes et villages étoilés dont l'accompagnement est à renforcer.

#### *2.2.2. Faire vivre la RICE à travers la dynamique des villes et villages étoilés*

Le concours Villes et villages étoilés, organisé par l'ANPCEN, ayant lieu en fin d'année 2019, et dans la continuité du dépôt de la candidature à la RICE (déposée fin mai 2019), le Parc propose de renforcer l'accompagnement de ses communes en leur simplifiant les démarches et en les orientant au mieux dans leur gestion de leur éclairage. En effet, le diagnostic de l'éclairage public réalisé pour la candidature à la RICE permet de connaître précisément l'état du parc électrique de chaque commune et ainsi les aider à constituer leur dossier de candidature (cf annexe 6).

L'Association nationale pour la protection du ciel nocturne (ANPCN) devient l'ANPCEN en 2007 en intégrant les thématiques environnementales à leur argumentaire (*Challéat, 2011*), et place la protection de la biodiversité nocturne en domaine prioritaire. Organisé tous les 2 ans, le concours Villes et villages étoilés récompense ainsi les communes engagées dans une démarche d'amélioration continue de la qualité de l'environnement nocturne pour les humains et pour la biodiversité ; il incite aux économies d'énergie, à la diminution de coûts publics inutiles et à la sensibilisation des habitants aux différents impacts de la pollution lumineuse. Il permet également de distinguer les communes dans le cas de rénovations exemplaires de leur éclairage public.

Au-delà du concours, des entretiens avec les élus m'ont permis de les sensibiliser et de les inclure dans la démarche de lutte contre la pollution lumineuse adoptée par le Parc en leur proposant des solutions concrètes à l'échelle de leur commune. Cela a également permis de faire le lien entre le projet RICE (échelle internationale) et les communes. La candidature RICE a pu motiver dans une certaine mesure les élus à candidater au concours.

La formation d'une « trame étoilée » (suite de villages étoilés sur le Parc) pourrait permettre de restaurer les trames nocturnes, étant donné la gestion de l'éclairage requise pour le label : l'extinction nocturne, un éclairage adapté à l'environnement en minimisant l'impact sur la biodiversité nocturne.

Par ailleurs, la dynamique des villes et villages étoilés le long de la limite sud du Parc est très encourageante car elle pourrait permettre de reculer la pollution lumineuse venant du littoral et à terme permettre d'encourager les agglomérations de la côte à se sensibiliser (cf. carte 21).

L'expansion des villes et villages étoilés peut être vue comme un moyen de donner une identité au Parc ; une identité nocturne mais également une identité qui s'ancre dans la transition écologique et énergétique. Le label permet de donner une certaine cohérence au territoire, et une reconnaissance qui correspond à l'engagement du territoire. Cette récompense n'est pas une fin en soi mais au contraire l'amorce d'une recherche d'amélioration constante. Il est donc important de valoriser dans le temps l'engagement des élus ; cela peut passer par l'accompagnement de tout projet de relanternage ou par l'organisation d'évènements. Les liens entre les élus, l'ANPCEN et le Parc sont également à maintenir et à renforcer afin de consolider la dynamique.

### 2.3. Au-delà des labellisations : que peut faire un Parc pour mobiliser ses communes ?

En dehors des démarches de labellisations, le Parc dispose d'autres moyens de fédérer ses acteurs, que soit par la sensibilisation ou l'accompagnement.

#### 2.3.1. *Vers la redécouverte du monde nocturne : sensibiliser les acteurs locaux*

L'objectif serait de poursuivre la dynamique initiée lors de la construction de la candidature RICE en s'appuyant sur les initiatives déjà engagées, en les développant et en les mutualisant à l'échelle du territoire de la RICE. Concernant la sensibilisation d'un large public aux problématiques de la pollution lumineuse et à la découverte du ciel et du monde nocturne, quelques actions sont envisageables :

- événement commun annuel et participation poursuivie aux journées thématiques nationales (Nuit des étoiles, Jour de la nuit; Nuit de la Chouette, etc.) ;
- programmation d'animations astronomiques à l'année sur tout le territoire ;
- offre d'animations à destination des publics scolaires des écoles et collèges du territoire dans une démarche engagée d'éducation à l'environnement ;
- guides de préconisations sur l'éclairage à destination des particuliers, des entreprises et des acteurs publics.

Enfin, des actions de sensibilisation et d'éducation spécifiques en milieu scolaire peuvent être développées à travers le programme MEDITES, dont le parcours pédagogique « Monde nocturne », mené par le Parc naturel régional des Préalpes d'Azur en partenariat avec l'Observatoire de la Côte d'Azur, l'INRA, Planète Sciences Méditerranée et l'ANPCEN, aborde en 6 séances l'ensemble des enjeux du monde nocturne : biodiversité nocturne, astronomie, pollution lumineuse et économies d'énergies, impacts sur la faune et la flore, qualité du sommeil, etc Ce parcours a déjà concerné des collégiens de Grasse, Saint-Jeannet Saint-Vallier-de-Thiery, sur 2 années (2017 et 2018).

#### 2.3.2. *Les plans locaux d'urbanisme comme leviers d'action et de sensibilisation*

Le Parc est en mesure d'encourager la prise en compte par les documents d'urbanisme locaux des objectifs de gestion de l'éclairage public et du respect de la trame nocturne.

Le 6 ° de l'article L.101-2 du Code de l'Urbanisme, en imposant comme objectif aux documents d'urbanisme « la protection des milieux naturels et des paysages, la préservation (..) de la biodiversité,

des écosystèmes, des espaces verts ainsi que la création, la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques », crée une obligation positive faisant de la biodiversité et des continuités écologiques des éléments constitutifs du projet local d'urbanisme. Ainsi, les plans locaux d'urbanisme (PLU) sont des outils adaptés pour la préservation de zones à enjeux, à la bonne échelle (*DREAL PACA, 2017*).

Les PLU de toutes les communes membres du Parc se doivent d'être en conformité avec la Charte du Parc qui émet un avis pour chacun d'entre eux lors de leur révision. Dans ce cadre, ces documents de planification peuvent constituer un levier d'action important pour la prise en compte des continuités écologiques nocturnes dans l'aménagement des territoires communaux. Il s'agit par-là de pouvoir aider les collectivités dans l'élaboration de leur cahier des charges de PLU pour la dimension biodiversité nocturne, en identifiant les points de vigilance et les grands attendus de sa prise en compte en lien avec l'éclairage public que la collectivité devra avoir à l'esprit tout au long de l'élaboration du PLU.

En particulier, la révision de ces documents peut être l'opportunité d'y intégrer les recommandations liées au plan de gestion de l'éclairage de la candidature RICE.

A l'aide de l'étude des continuités écologiques nocturnes, des points de conflits, et de la définition des priorités d'action sur le territoire, le Parc est en mesure d'identifier les enjeux de chaque commune et d'émettre des préconisations adaptées pour leur aménagement.

### *2.3.3. Développement d'une filière d'astro-tourisme liée à la découverte du monde nocturne*

Dans le cadre du projet de RICE, le Parc a initié sur son territoire une dynamique pour promouvoir et développer des produits d'écotourisme associées à la découverte du monde nocturne, et en particulier de l'astronomie. Les actions engagées peuvent prendre plusieurs formes et sont menées en partenariat avec les acteurs locaux (agents d'offices de tourisme, hébergeurs, accompagnateurs en montagne, etc).

Ainsi, des réflexions ont été menées pour développer une offre de manière concertée en s'appuyant sur les initiatives déjà existantes et mutualiser les retours d'expériences, par exemple :

- concevoir des itinéraires touristiques en boucle avec des nuitées sur plusieurs sites répartis sur le territoire de la RICE
- valoriser des sites d'observation du ciel nocturne par l'installation de mobilier dédié et adapté
- développer un réseau d'hébergeurs labellisés monde nocturne et accueillant un télescope à l'échelle du territoire de la RICE.
- construire une offre touristique cohérente associant les thématiques de la RICE aux autres atouts du territoire : découverte du patrimoine naturel (biodiversité, géologie), biodiversité nocturne associant monde du dessus et monde du dessous (grottes), patrimoine culturel, etc.

Le développement de la filière d'astro-tourisme permettrait à la fois de reconnecter les acteurs locaux et les habitants avec l'environnement et la biodiversité nocturnes, de renforcer les liens entre les acteurs, et de dynamiser le territoire vers la reconquête de la qualité de la nuit.

## Conclusion

Selon les mécanismes d'attraction ou de répulsion de la lumière artificielle, la mobilité des espèces se retrouve affectée (but, fréquence, etc). Ces effets se traduisent à l'échelle du paysage par un phénomène de fragmentation. La pollution lumineuse présente des spécificités par rapports aux obstacles « physiques » habituellement pris en compte dans des démarches trames verte et bleue (infrastructures de transport, urbanisation) ; cet obstacle est immatériel, il ne se limite pas à la source lumineuse mais va bien au-delà, et présente une variabilité dans le temps (*Sordello, 2017b*).

Le concept de « trame nocturne » est aujourd'hui encore émergent et peu défini. Suite au Grenelle de l'environnement, les politiques publiques ont commencé à accorder une attention particulière aux aspects ayant trait à la santé humaine et à l'environnement. Cependant, les liens entre les trames verte et bleue et la pollution lumineuse ne sont pas directement établis au travers de la loi, ce qui entretient un cloisonnement important des deux thématiques. Pour cela, l'Etat a été attaqué par plusieurs associations environnementales et condamné par le Conseil d'Etat, ce qui l'a amené à sortir le décret du 27 décembre 2018 relatif aux nuisances lumineuses (cf annexe 3). Cette période actuelle de transition paraît donc opportune pour mobiliser les acteurs du territoire autour de la réduction de la pollution lumineuse et mettre en place un plan d'action sur l'éclairage public et sa mise en conformité avec les enjeux de la trame nocturne.

Pour aller plus loin dans la démarche, il serait intéressant de pouvoir réaliser des suivis de l'activité chiroptérologique avant et après un changement d'éclairages publics, qui permettrait de constater d'éventuels changements. La commune de Gourdon s'est déjà engagée dans une étude afin d'évaluer l'impact de la rénovation de l'éclairage public de la commune sur la fréquentation de ces espèces. Ce type d'étude peut nécessaire pour servir à la fois à améliorer les connaissances sur un secteur précis qui regroupent des enjeux au niveau chiroptères (zones de transition entre tissu urbain et milieu rural, points lumineux plus ou moins isolés, etc), contribuer à évaluer les impacts des politiques de réduction de l'éclairage public sur la biodiversité, et valoriser l'engagement des communes en matière de réduction de l'éclairage. Ce type de projet pourrait être également envisageable sur la commune de Tourettes-sur-Loup qui a installé des LEDs blanches (4000K) sur une partie de son territoire et qui a pour projet de rénover le reste de la commune en LEDs ambrées. Un comparatif des deux secteurs pourrait en plus amener à des conclusions quant à l'impact de la température de couleur des lumières sur le déplacement des chauves-souris. Ces résultats seraient d'autant plus utiles qu'un manque réel de connaissances persiste sur les impacts de l'éclairage artificiel sur la biodiversité nocturne.

La transition écologique qui émerge dans les territoires peut heurter certaines logiques de pensées liées à l'usage historique et traditionnel de l'éclairage artificiel (sécurité, progrès, etc). Le changement peut donc être lent et complexe d'où la nécessité pour les communes d'être accompagnées, par des outils techniques et également de sensibilisation. Cependant, les positions des élus tendent à évoluer par le biais des nécessaires économies budgétaires et d'énergie.

L'obscurité est désormais devenue une véritable ressource territoriale et un bien collectif, qu'il convient de préserver et de valoriser. Ainsi, le Parc est impliqué dans une dynamique plus large permettant un travail en réseau d'échanges, de réflexion, de partage, de retours d'expériences et de mutualisation de moyens et de ressources, afin d'animer la dynamique protection/valorisation. Ces deux éléments sont indissociables pour faire de la reconquête de la nuit un projet de territoire.

## Références bibliographiques

ASCEN. *Impacts astronomiques de la pollution lumineuse*. Dossier thématique.

Azam C., Le Viol I., Bas Y., Marmet J., Julien J-F., Pauwels J. et Kerbirou C. (2018). *Effectivité de la Trame verte et bleue au regard de la Trame noire : comment limiter l'impact de l'éclairage artificiel nocturne sur les Chauves-souris ?* Symbioses, nouvelle série, n° 37: 75-77.

Bénos, R. et Milian, J. (2013). *Conservation, valorisation, labellisation : la mise en patrimoine des hauts-lieux pyrénéens et les recompositions de l'action territoriale*. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [en ligne], Hors-série 16 | juin 2013, mis en ligne le 30 mai 2013, consulté le 05 août 2019.

Bidaud, C. (2017). *Motiver les élus à mieux prendre en compte la trame verte et bleue (TVB), au-delà des obligations réglementaires*. Rapport de mission. M2 psychologie sociale appliquée, LYON 2, 19p.

Cerema Méditerranée. (2017). *Étude AUBE - Aménagement Urbain Biodiversité et Éclairage - Île de La Réunion*. Département Aménagement des Territoires, 148p.

Challéat S. (2010). *"Sauver la nuit" : empreinte lumineuse, urbanisme et gouvernance des territoires*. Histoire. Université de Bourgogne.

Challéat S. (2011). *La nuit, une nouvelle question pour la géographie*. Bulletin de l'Association de géographes français, Association des Géographes Français, 88 (2), 183-196.

Chambre d'agriculture Pays de la Loire. (2017). *Guide pour des paysages propices aux chauves-souris*. Récupéré sur <http://www.tarn.chambre-agriculture.fr/>.

Colombo, R. et Pichard, A. (2013). *Découverte de la présence du Murin de Capaccini *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837) dans l'est des Alpes-Maritimes - Synthèse des connaissances en région Provence-Alpes Côte d'Azur*. Nature de Provence - Revue du CEN PACA, N°2, 63-69.

Conseil scientifique du PNR des Préalpes d'Azur. (2011). *Les corridors écologiques : propositions du groupe de travail du Conseil Scientifique du projet de PNR des Préalpes d'Azur*.

Direction départementale des territoires et de la mer. (2014). *Pollution lumineuse et biodiversité*. Préfecture de l'Eure.

Direction départementale des territoires et de la mer. (2015). *Note de présentation du projet d'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope des avens de Caille*. Préfecture des Alpes Maritimes, service Economie agricole, Ruralité et Espaces Naturels.

DREAL PACA. (2017). *PLU(i) et biodiversité : concilier nature et aménagement*. Service Biodiversité, Eau et Paysage. Guide. 60 p. Récupéré sur : [http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guideplu\\_biodov\\_052017\\_vdef.pdf](http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guideplu_biodov_052017_vdef.pdf)

Ducroux, A-M. (2012). *Une « Trame nocturne » pour l'ANPCEN*. ANPCEN, éditorial.

Fédération des Parcs naturels régionaux et ANPCEN. (2013). *Trame verte et bleue et pollution lumineuse*. Fiche de synthèse. Groupe d'échange Trame Verte et Bleue. Paris.

Filloz V., Colomb V. (2011). *De l'étiquette à la marque : la labellisation comme unificateur des projets territoriaux ?* Développement durable et territoires, [En ligne], Vol. 2, n° 2 | Mai 2011, mis en ligne le 30 mai 2011, consulté le 05 août 2019.

FRAPNA et ANPCEN. (2013). *Trop d'éclairage nuit*. Guide pratique. Récupéré sur : <https://www.jourdelanuit.fr/IMG/pdf/2013Livr-PollLum-27-08.pdf>

Granier, H. (2012). *Comment prendre en compte la pollution lumineuse dans l'identification des continuités écologiques ? Application au territoire du Parc naturel régional des Causses du Quercy*. Université Paris Diderot, 188 p.

- Groupe Chiroptères de Provence (2016). *Secteurs à enjeux pour les chauves-souris en rapport avec la problématique de l'éclairage public*. Rapport final, pour le compte de la Métropole Nice Côte d'Azur.
- Laforge A., Fonderflick J., et Besnard A. (2018). *Projet « Trame noire » : connectivité écologique nocturne et Chiroptères*. Symbioses n° 37 : 69-74.
- Lapostolle, D., Challéat, S., Milian, J., et Dupuy, P-O. (2015). *L'appropriation de la transition énergétique par la protection des ressources environnementales nocturnes : expériences dans les Pyrénées et les Alpes du sud*. Les campagnes dans la transition énergétique, 90 (4), 351-360.
- Le Tallec T. (2018). *Quel est l'impact écologique de la pollution lumineuse ?* Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
- Melcion, N. et Bidaud, C. (2018). *La psychologie sociale au service de la biodiversité*. Sciences Eaux & Territoires, numéro 25(1), 34-37.
- Métropole Nice Côte d'Azur. (2017). *Pollution lumineuse, tous concernés*. Plaquette informative. Récupéré sur : <https://www.nicecotedazur.org/>
- Mission Economie de la Biodiversité et ANPCEN. (2015). *Éclairage du 21ème siècle et biodiversité – pour une meilleure prise en compte des externalités de l'éclairage extérieur sur notre environnement*. Les cahiers de Biodiv'2050 : Comprendre, 71p.
- Parcs naturels régionaux de Provence-Alpes-Côte d'Azur. (2016). *Le côté obscur des parcs naturels régionaux, un ciel nocturne à protéger*.
- Parc naturel régional des Préalpes d'Azur. (2011). *Diagnostic territorial*. Tome 1, 176p.
- Siblet J-P. (2008). *Impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité. Synthèse bibliographique*. Rapport MNHN-SPN / MEEDAT n°8, 8p.
- Sordello R. (2017)a. *Pistes méthodologiques pour prendre en compte la pollution lumineuse dans les réseaux écologiques*. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 17 numéro 3 | décembre 2017, mis en ligne le 15 décembre 2017, consulté le 06 mai 2019.
- Sordello R. (2017)b. *Les conséquences de la lumière artificielle nocturne sur les déplacements de la faune et la fragmentation des habitats : une revue*. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 119 : 39-54.
- Sordello, R. (2017)c. *Pollution lumineuse et trame verte et bleue : vers une trame noire en France ?* Revue de géographie et aménagement [En ligne], 35 | 2017, mis en ligne le 29 novembre 2017, consulté le 06 mai 2019
- Sordello R. (2018). *Comment gérer la lumière artificielle dans les continuités écologiques ?* Sciences Eaux & Territoires, numéro 25(1), 86-89.
- Sordello R. (coord.), Amsallem J., Azam C., Bas Y., Billon L., Busson S., Challéat S., Kerbirou C., Le Viol I., N'Guyen Duy-Bardakji B., Vaclair S., Verny P. (2018). *Construire des indicateurs nationaux sur la pollution lumineuse. Réflexion préliminaire*. UMS PatriNat, Cerema, CESCO, DarkSkyLab, IRD, Irstea. 47p.
- Sordello R., Vanpeene S., Azam C., Kerbirou C., Le Viol I. et Letaltec T. (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, Centre de ressources Trame verte et bleue, 31p.
- Sordello, R. (2015). *Efficacité de l'extinction nocturne de l'éclairage public sur la biodiversité*. Humanité-Biodiversité. Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN).

## Table des annexes

**Annexe 1** : Les différentes cartes croisant les données des trames écologiques nocturnes avec les points lumineux (sans extinctions), permettant d'identifier les points de conflits lumineux.

**Annexe 2** : Le projet de relanternage de la commune de Saint-Jeannet. (*Métropole Nice Côte d'Azur*)

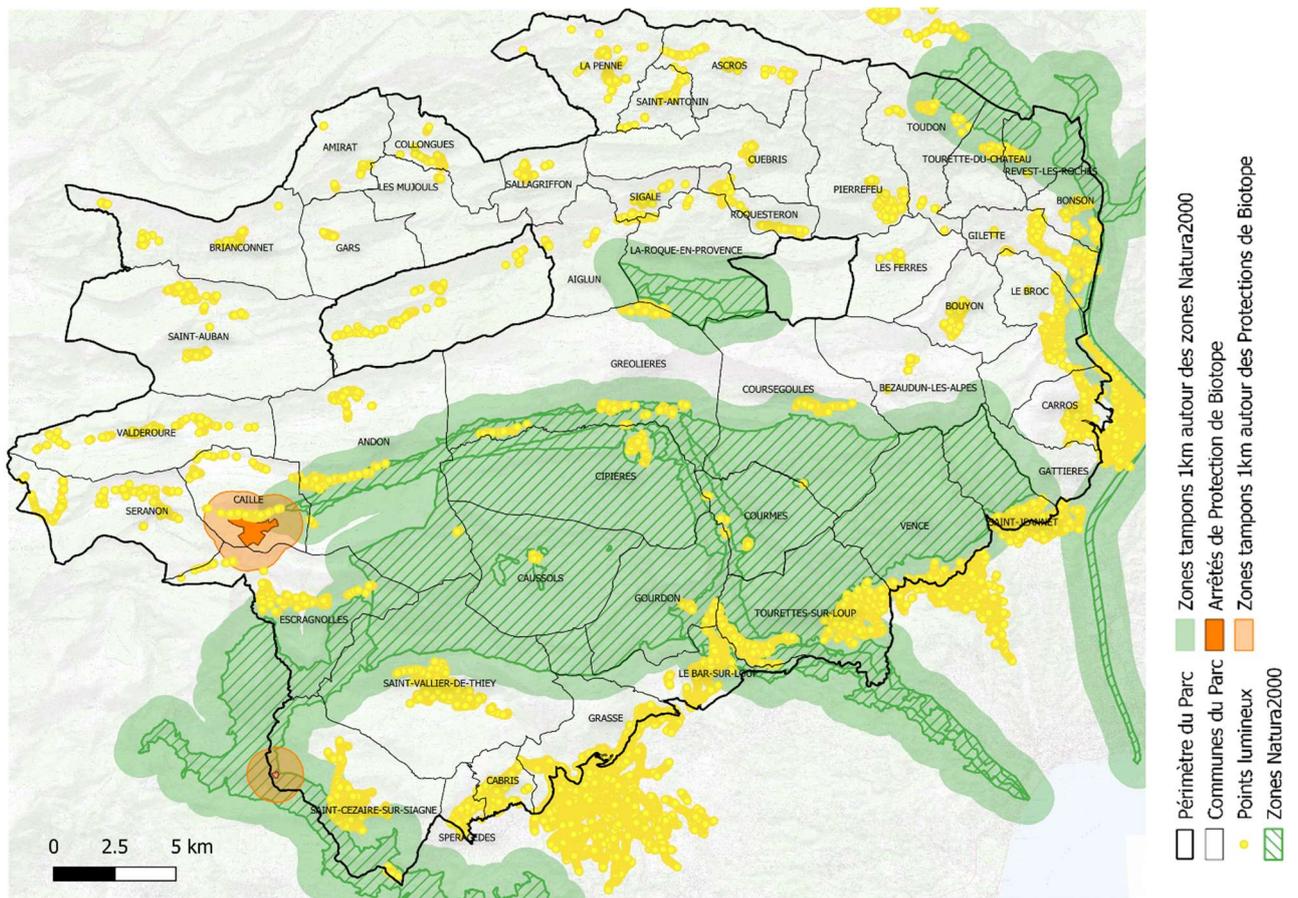
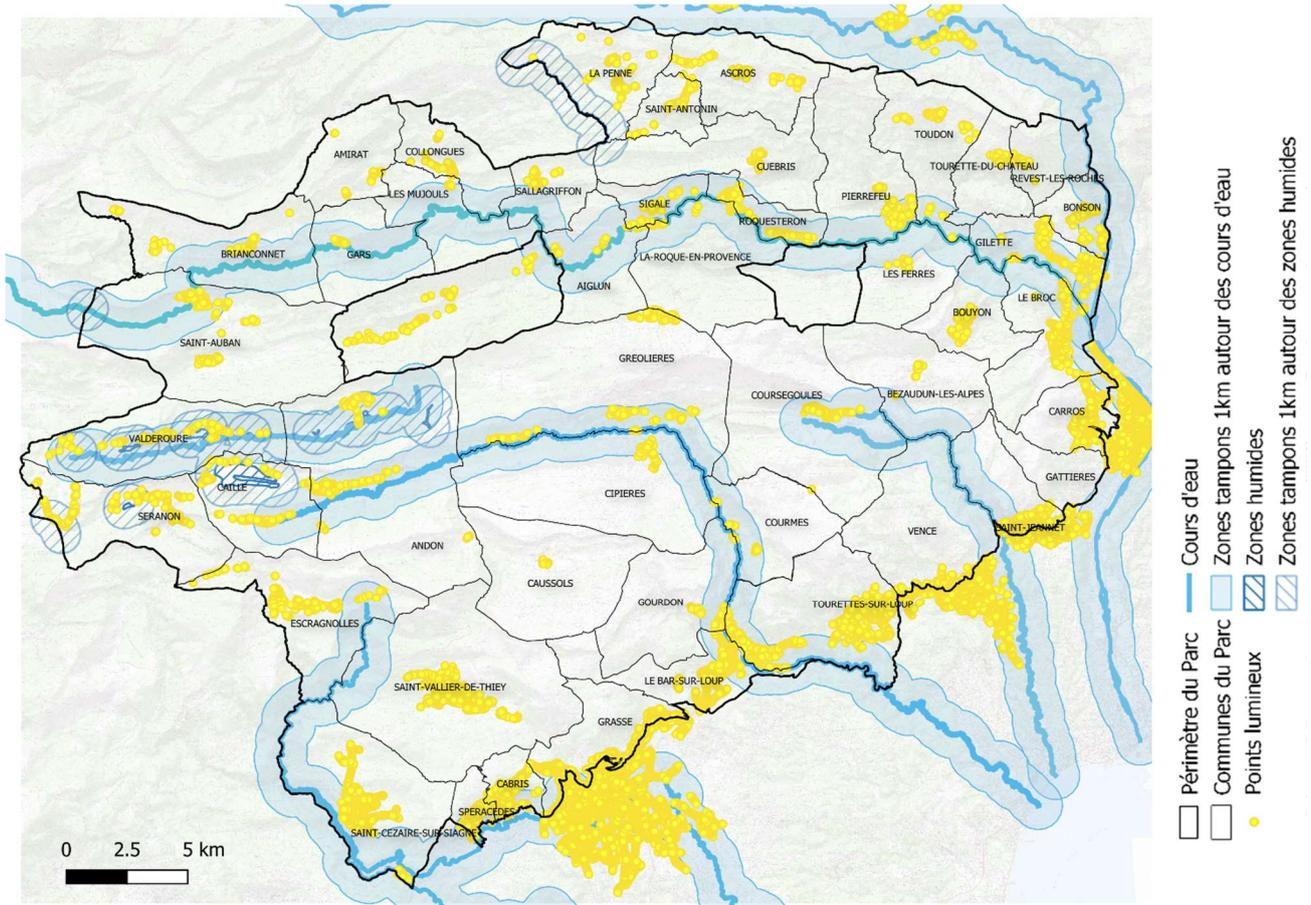
**Annexe 3** : L'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses. (*legifrance.gouv.fr*)

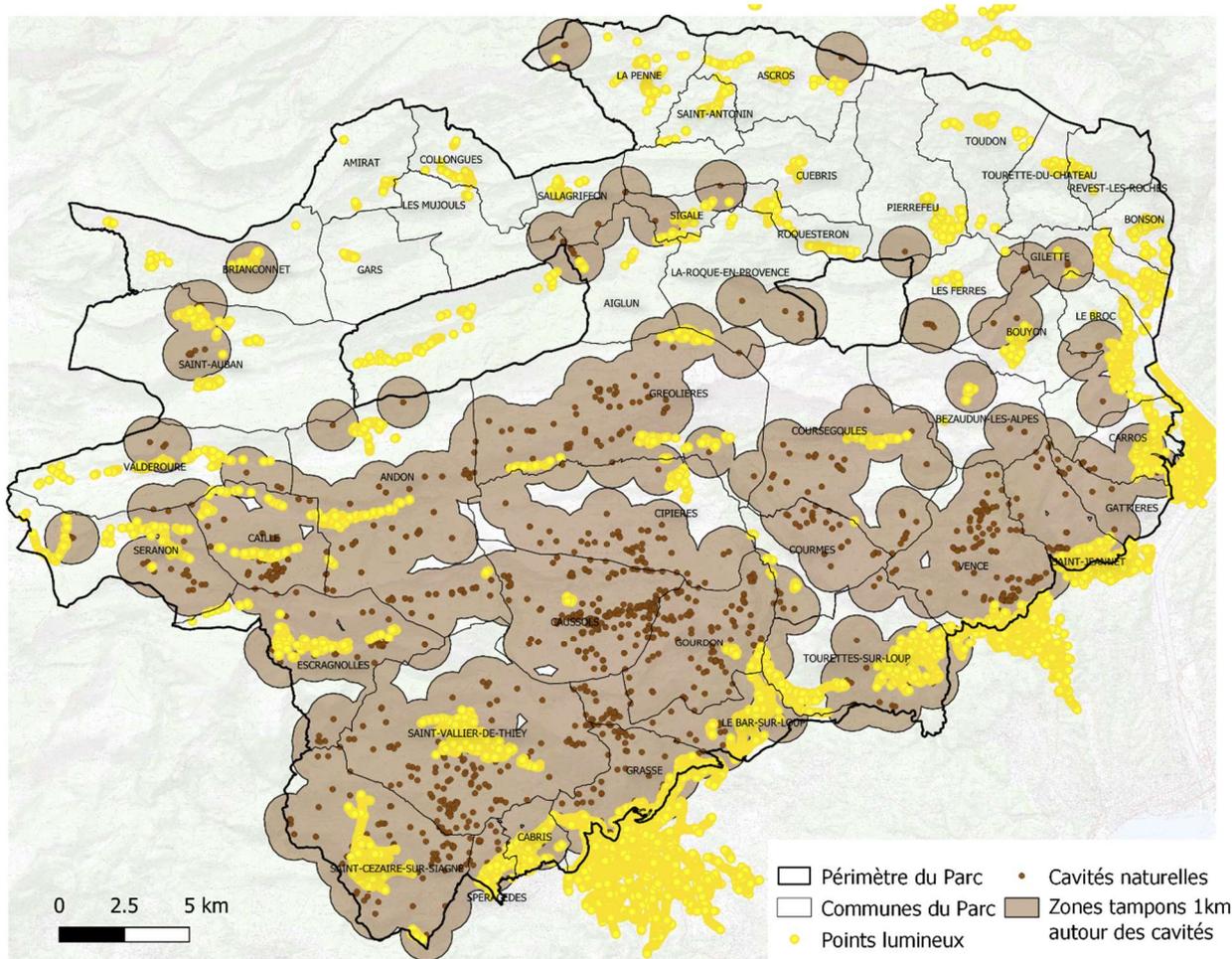
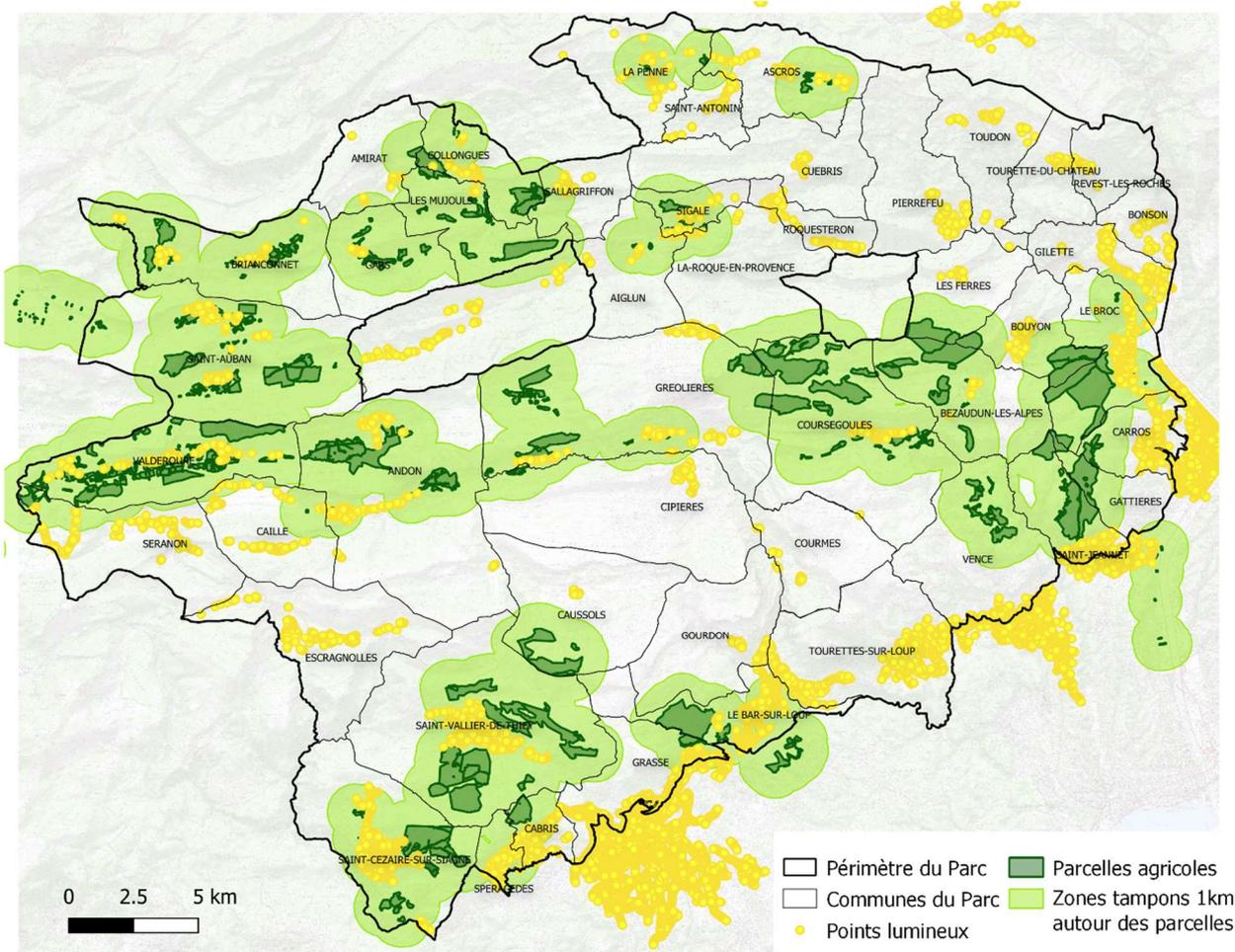
**Annexe 4** : Modélisations de la pollution lumineuse au sein de la RICE « Alpes Azur Mercantour » dans le cas d'un éclairage public conforme aux recommandations du plan de gestion d'éclairage et aux recommandations pour la trame nocturne. (*Dark Sky Lab*)

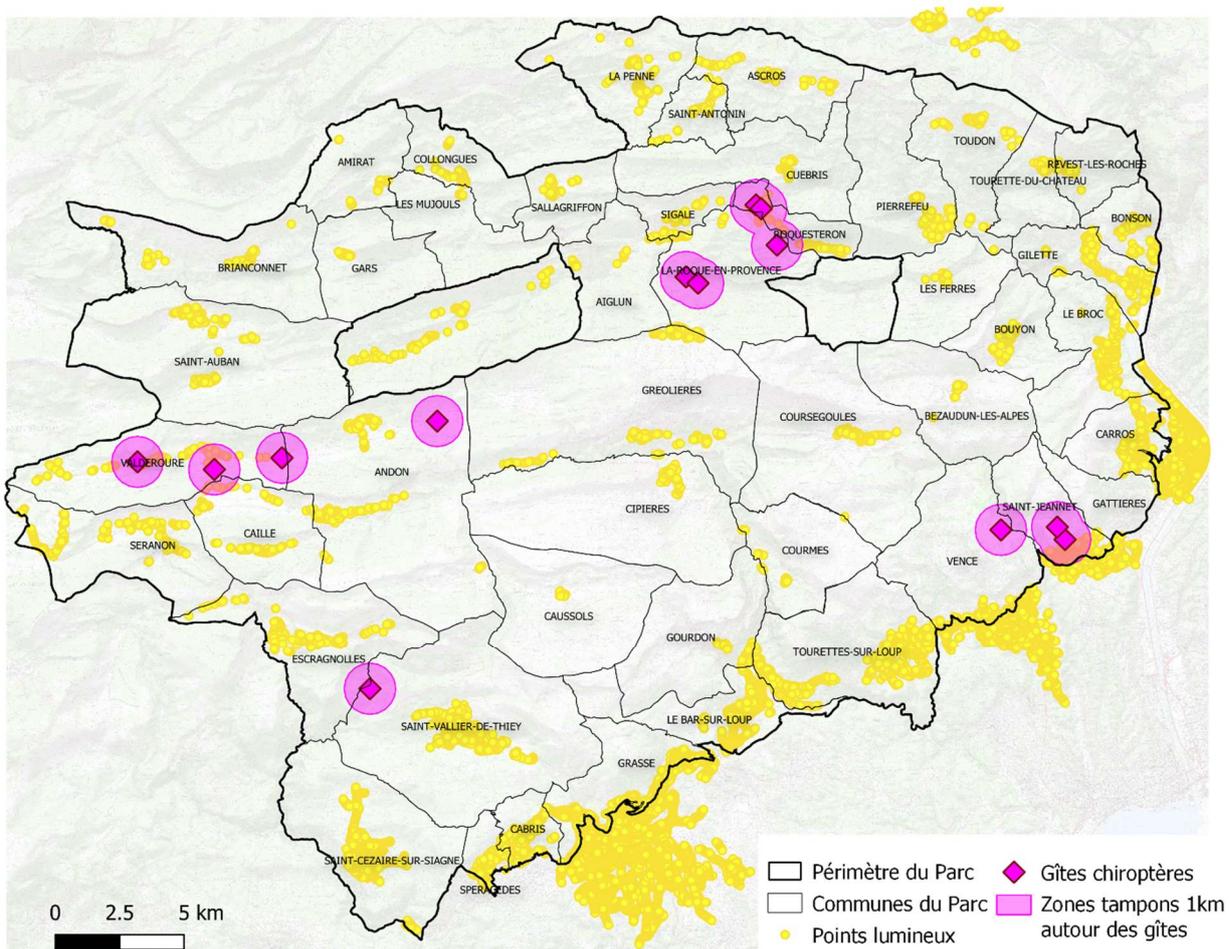
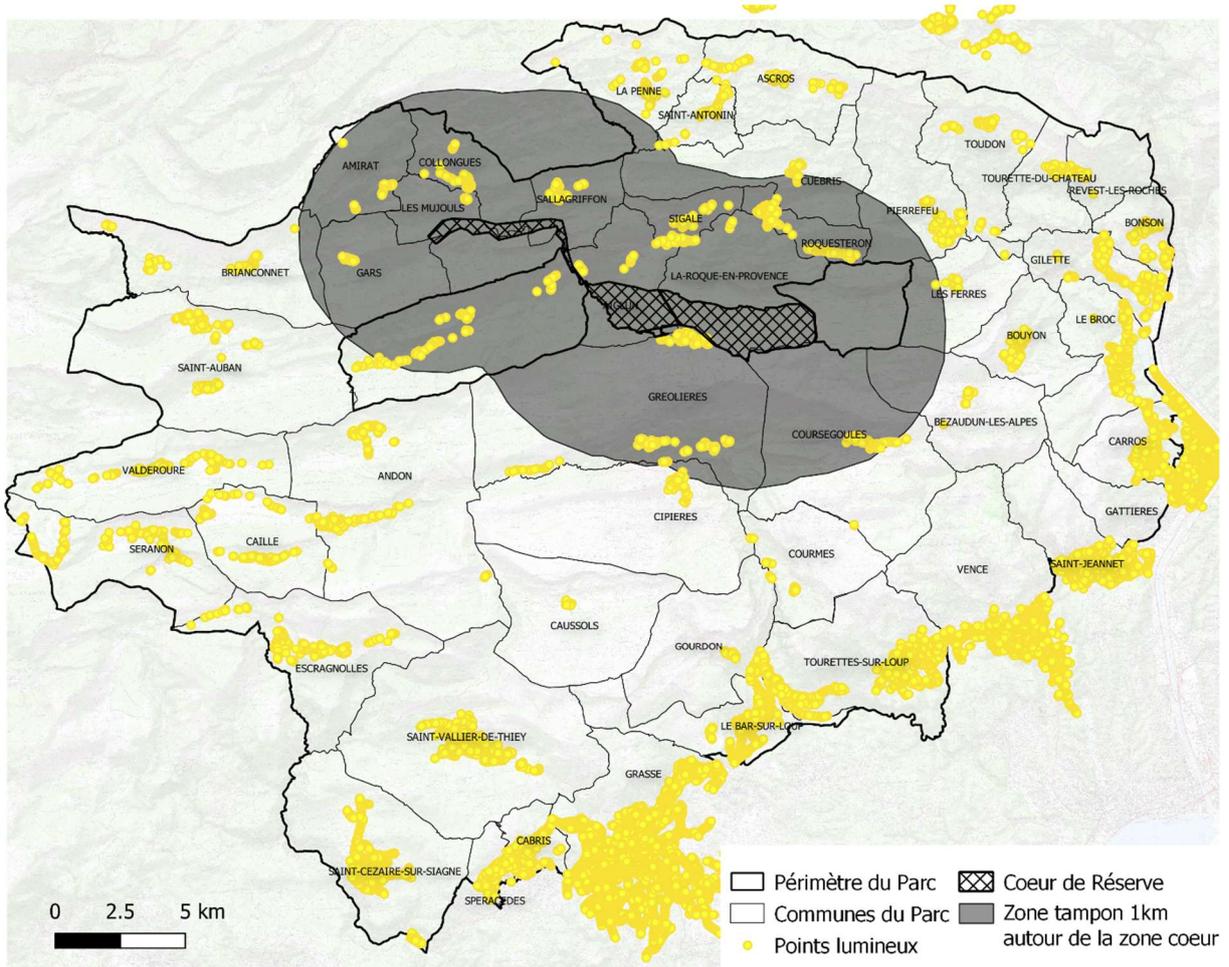
**Annexe 5** : Extrait de la base données de l'éclairage public des communes du Parc et de la RICE.

**Annexe 6** : Extraits du formulaire de candidature au concours « villes et villages étoilés ».

**Annexe 1 : Les différentes cartes croisant les données des trames écologiques nocturnes avec les points lumineux (sans extinctions), permettant d'identifier les points de conflits lumineux.**







**Annexe 2** : Le projet de relanternage de la commune de Saint-Jeannet. (*Métropole Nice Côte d'Azur*)



**Annexe 3** : L'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses. (*legifrance.gouv.fr*)

NOR: TREP1831126A

ELI:<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2018/12/27/TREP1831126A/jo/texte>

Publics concernés : Etat, collectivités, entreprises, organisations.

Objet : fixation de prescriptions techniques concernant la conception et le fonctionnement des installations lumineuses visées à l'article R. 583-2 du code de l'environnement selon les implantations visées à l'article R. 583-4 du même code.

Entrée en vigueur : 1er janvier 2019.

Notice : le présent arrêté fixe les prescriptions techniques concernant la conception et le fonctionnement des installations d'éclairage extérieur destiné à favoriser la sécurité des déplacements sur l'espace public et privé, l'éclairage de mise en lumière du patrimoine tel que défini à l'article L. 1 du code du patrimoine, du cadre bâti ainsi que les parcs et jardins, l'éclairage des équipements sportifs de plein air ou découvrables, l'éclairage des bâtiments non résidentiels, recouvrant à la fois l'éclairage intérieur émis vers l'extérieur de ces bâtiments et l'éclairage des façades de bâtiments (cette dernière catégorie ne concerne pas les réverbères d'éclairage public des collectivités apposés en façades qui sont destinés à éclairer la voirie), l'éclairage des parcs de stationnement non couverts ou semi-couverts, l'éclairage événementiel, l'éclairage des chantiers en extérieur. Ces prescriptions peuvent varier en fonction de l'implantation de ces installations : en agglomération, hors agglomération ou dans les espaces naturels figurant en annexe à l'article R. 583-4 du code de l'environnement ainsi que dans les sites d'observation astronomique mentionnés au même article.

Références : le présent arrêté peut être consulté sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>).

Le ministre d'Etat, ministre de la transition écologique et solidaire, et la secrétaire d'Etat auprès du ministre d'Etat, ministre de la transition écologique et solidaire,

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 120-1, L. 583-1 à L. 583-5 et R. 583-1 à R. 583-7 ;

Vu le code du travail, notamment son article L. 3132-24, R. 4223-1 et suivants ainsi que R. 4534-1 et suivants ;

Vu le code de la route, notamment son article R. 110-2 ;

Vu les avis des instances professionnelles concernées, des associations de protection de l'environnement agréées désignées par arrêté du ministre chargé de l'environnement, de l'association représentative des maires au plan national et de l'association représentative des collectivités organisatrices de la distribution publique d'électricité au plan national ;

Vu l'avis du Conseil national de la protection de la nature en date du 22 novembre 2018 ;

Vu l'avis du Conseil national d'évaluation des normes en date du 13 décembre 2018,

Arrêtent :

## **Article 1**

Le présent arrêté s'applique aux installations d'éclairage :

- a) Extérieur destiné à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens et le confort des usagers sur l'espace public ou privé, en particulier la voirie, à l'exclusion des dispositifs d'éclairage et de signalisation des véhicules, de l'éclairage des tunnels, aux installations d'éclairage établies pour assurer la sécurité aéronautique, la sécurité ferroviaire et la sécurité maritime et la sécurité fluviale ;
- b) De mise en lumière du patrimoine, tel que défini à l'article L. 1 du code du patrimoine, du cadre bâti, ainsi que des parcs et jardins privés et publics accessibles au public ou appartenant à des entreprises, des bailleurs sociaux ou des copropriétés ;
- c) Des équipements sportifs de plein air ou découvrables ;
- d) Des bâtiments non résidentiels, recouvrant à la fois l'illumination des bâtiments et l'éclairage intérieur

- émis vers l'extérieur de ces mêmes bâtiments, à l'exclusion des gares de péage ;
- e) Des parcs de stationnements non couverts ou semi-couverts ;
  - f) Événementiel extérieur, constitué d'installations lumineuses temporaires utilisées à l'occasion d'une manifestation artistique, culturelle, commerciale, sportive ou de loisirs ;
  - g) De chantiers en extérieur.

## **Article 2**

I. - Les éclairages extérieurs définis au a de l'article 1er du présent arrêté, liés à une activité économique et situés dans un espace clos non couvert ou semi-couvert, sont éteints au plus tard 1 heure après la cessation de l'activité et sont rallumés à 7 heures du matin au plus tôt ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.

II. - Les éclairages de mise en lumière du patrimoine et des parcs et jardins définis au b sont allumés au plus tôt au coucher du soleil et sont éteints au plus tard à 1 heure du matin ou, s'agissant des parcs et jardins, au plus tard 1 heure après leur fermeture.

III. - Les éclairages des bâtiments non résidentiels définis au d sont allumés au plus tôt au coucher du soleil. Les éclairages intérieurs de locaux à usage professionnel sont éteints au plus tard une heure après la fin de l'occupation de ces locaux et sont allumés à 7 heures du matin au plus tôt ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.

Les éclairages de vitrines de magasins de commerce ou d'exposition sont éteints à 1 heure du matin au plus tard ou 1 heure après la cessation de l'activité si celle-ci est plus tardive et sont allumées à 7 heures du matin au plus tôt ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.

IV. - Les éclairages des parcs de stationnement définis au e de l'article 1er du présent arrêté qui sont annexés à un lieu ou zone d'activité sont allumés au plus tôt au coucher du soleil et sont éteints 2 heures après la cessation de l'activité. Ces éclairages peuvent être rallumés à 7 heures du matin au plus tôt ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.

V. - Les éclairages des chantiers extérieurs définis au g, sans préjudice des articles R. 4534-1 et suivants du code de travail, sont allumés au plus tôt au coucher du soleil et sont éteints au plus tard 1 heure après la cessation de l'activité.

VI. - Des adaptations locales plus restrictives peuvent être prises par le préfet pour tenir compte de sensibilité particulière aux effets de la lumière d'espèces faunistiques et floristiques ainsi que les continuités écologiques mentionnées à l'article L. 371-1 du code de l'environnement dans les conditions définies à l'article R. 583-6 du code de l'environnement.

VII. - Les prescriptions des paragraphes I à IV peuvent être adaptées lorsque ces installations sont couplées à des dispositifs de détection de présence et des dispositifs d'asservissement à l'éclairage naturel. Les dispositifs de détection de présence ne génèrent qu'un éclairage ponctuel.

Le maire peut déroger aux dispositions concernant l'extinction des installations d'éclairage visées aux b et d (à l'exception de celles concernant les façades de bâtiments) de l'article 1er lors des veilles des jours fériés chômés et durant les illuminations de Noël.

Les préfets peuvent déroger à ces mêmes dispositions lors d'événements exceptionnels à caractère local définis par arrêté préfectoral et dans les zones touristiques et les zones touristiques internationales mentionnées à l'article L. 3132-24 du code du travail.

VIII. - Le cas échéant, les gestionnaires d'installations d'éclairage lancent une réflexion sur les possibilités d'extinction de leurs installations. Cette réflexion est réalisée avec les différents acteurs impliqués dans la lutte contre les nuisances lumineuses au niveau local.

## **Article 3**

I. - Les émissions de lumière artificielle des installations d'éclairage extérieur et des éclairages intérieurs émis vers l'extérieur sont conçues de manière à prévenir, limiter et réduire les nuisances lumineuses, notamment les troubles excessifs aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne.

II. - Les installations d'éclairage visées à l'article 1er du présent arrêté sont équipées de luminaires assurant les prescriptions suivantes :

1° Pour les éclairages extérieurs définis au a et les parcs de stationnement définis au e de l'article 1er, les

gestionnaires s'assurent que la valeur nominale de la proportion de lumière émise par le luminaire dont ils font l'acquisition au-dessus de l'horizontale est strictement inférieure à 1 %, en agglomération et hors agglomération. Sur site, l'installation d'éclairage respecte les conditions de montage recommandées par le fabricant et en tout état de cause assure une proportion de lumière émise au-dessus de l'horizontale strictement inférieure à 4 %.

2° Pour les éclairages extérieurs définis au a et les parcs de stationnement définis au e de l'article 1er, la proportion de flux lumineux émis dans l'hémisphère inférieur dans un angle solide de  $3\pi/2$  sr (angle solide équivalent à un cône de demi-angle  $75,5^\circ$ ) par rapport au flux lumineux émis dans tout l'hémisphère inférieur (Code de Flux CIE n° 3) est supérieure à 95 %, en agglomération et hors agglomération.

3° Pour les éclairages extérieurs définis au a, les bâtiments non résidentiels définis au d et les parcs de stationnement définis au e de l'article 1er, la température de couleur ne dépasse pas la valeur maximale de 3 000 K en agglomération et hors agglomération.

4° La densité surfacique de flux lumineux installé (flux lumineux total des sources rapporté à la surface destinée à être éclairée, en lumens par mètre carré), respecte les valeurs maximales suivantes :

En lm/m <sup>2</sup>	En agglomération	Hors agglomération
Eclairages extérieurs définis au a	< 35	< 25
Parcs et jardins définis au b	< 25	< 10
Bâtiments non résidentiels définis au d	< 25	< 20
Parcs de stationnement définis au e	< 25	< 20

La densité surfacique de flux lumineux installé peut être diminuée durant la nuit, selon une plage horaire fixée par l'autorité compétente.

Pour les cheminements extérieurs accessibles aux personnes à mobilité réduite ainsi que les parcs de stationnement extérieurs et leurs circulations piétonnes accessibles aux personnes à mobilité réduite, la densité surfacique de flux lumineux n'excède pas 20 lux.

5° Les installations d'éclairage ne doivent pas émettre de lumière intrusive excessive dans les logements quelle que soit la source de cette lumière.

#### Article 4

I. - Dans le périmètre des sites d'observation astronomique listés dans l'arrêté du 27 décembre 2018, les installations d'éclairage visées à l'article 1er et leur utilisation respectent les conditions de temporalité prévues à l'article 2 les prescriptions techniques prévues à l'article 3, telles que prévues « hors agglomération ».

Pour les installations définies au b de l'article 1er situées dans ces espaces, la proportion de lumière émise par le luminaire au-dessus de l'horizontale en condition d'installation est de 0.

Dans ces mêmes espaces, la température de couleur pour l'éclairage des chantiers ne peut excéder 3 000 K.

II. - Dans les réserves naturelles et périmètres de protection mentionnés au deuxième alinéa de l'annexe du décret du 12 juillet 2011, les installations d'éclairage visées à l'article 1er et leur utilisation respectent les conditions de temporalité prévues à l'article 2 et les prescriptions techniques prévues à l'article 3, telles que prévues « hors agglomération ».

Pour les installations définies au b de l'article 1er situées dans ces espaces, la proportion de lumière émise par le luminaire au-dessus de l'horizontale en condition d'installation est de 0.

Dans ces mêmes espaces, la température de couleur des installations d'éclairage définies aux a à f de l'article 1er ne peut excéder 2 400 K et celle des installations d'éclairage définies au g du même article ne peut excéder 3 000 K.

En application de l'article L. 583-2 du code de l'environnement, le préfet peut, après avis du gestionnaire et du comité consultatif d'une réserve naturelle ainsi que de la commission départementale visée à l'article R. 583-6 du même code, arrêter des prescriptions plus strictes pour les réserves naturelles et leurs périmètres

de protection. Le préfet consulte également le conseil régional pour les réserves naturelles régionales et leurs périmètres de protection ou la collectivité de Corse pour les réserves naturelles de Corse et leurs périmètres de protection.

Ces prescriptions plus strictes peuvent adapter les prescriptions définies aux articles 2 et 3 ainsi qu'au présent paragraphe et peuvent porter sur tout ou partie des installations d'éclairage définies à l'article 1er.

III. - Dans les parcs naturels régionaux et les parcs naturels marins mentionnés respectivement au troisième et quatrième alinéas de l'annexe du décret du 12 juillet 2011, et dans les territoires des communes ayant adhéré à la charte du parc national classés par les décrets de création des parcs nationaux mentionnés aux articles L. 331-2 du même code, en application de l'article L. 583-2 du code de l'environnement, le préfet peut, après consultation des communes classées en parc naturel régional, du conseil de gestion du parc naturel marin ou du conseil d'administration de l'établissement public du parc national et après avis de la commission départementale visée à l'article R. 583-6 du même code, arrêter des prescriptions plus strictes. Ces prescriptions techniques adaptent les prescriptions de temporalité définies à l'article 2, de manière à les rendre plus strictes, sur tout ou partie du périmètre de ces espaces naturels. Elles peuvent adapter les prescriptions techniques définies à l'article 3 sur tout ou partie des communes de ces espaces naturels y compris les installations d'éclairage définies au b et f de l'article 1er.

Dans le périmètre des cœurs de parcs nationaux classés par les décrets de création des parcs nationaux mentionnés aux articles L. 331-2 du même code, les températures de couleur maximales de l'éclairage sont de 2 700 K en agglomération et de 2 400 K hors agglomération.

IV. - Les installations lumineuses de type canon à lumière, à faisceau fixe ou mobile, dont le flux lumineux est supérieur à 100 000 lumens et les installations à faisceaux de rayonnement laser sont interdits dans les espaces naturels et dans le périmètre des sites d'observation astronomique mentionnés à l'article R. 583-4 du code de l'environnement, à l'exception des équipements nécessaires aux activités de ces observatoires.

V. - Les installations d'éclairages visées à l'article 1er n'éclairent pas directement les cours d'eau, le domaine public fluvial (DPF), les plans d'eau, lacs, étangs, le domaine public maritime (DPM) (partie terrestre et maritime), sauf dans le cas de prescriptions du code du travail concernant les professions de manutention portuaire et sauf pour des raisons de sécurité dans les zones de circulation et de stationnement en bordure de plans d'eau, pour un événement particulier ou dans le cadre d'une autorisation d'occupation temporaire du DPM ou du DPF. Sont exclues du champ de cet article les installations portuaires de manutention ou d'exploitation industrielle, commerciales et de pêche, y compris le plan d'eau immédiatement adjacent aux installations, au sein du DPM et DPF.

Afin de limiter la visibilité des points lumineux depuis la mer, toute nouvelle installation d'éclairage en zone littorale et visible depuis la mer ou la plage est orientée dos au DPM, et/ou équipée d'un dispositif masquant le point lumineux pour supprimer l'éclairage vers le DPM, et éclaire uniquement la surface terrestre utile.

VI. - Dans les conditions définies à l'article R. 583-6 du code de l'environnement, le préfet peut également interdire à titre temporaire ou permanent les installations lumineuses de type canon à lumière dont le flux lumineux est supérieur à 100 000 lumens et les installations à faisceaux de rayonnement laser dans certains espaces pour tenir compte de sensibilités particulières aux effets de la lumière d'espèces faunistiques.

## Article 5

Le gestionnaire tient à la disposition des agents réalisant les contrôles de conformité au présent arrêté les données techniques suivantes concernant les installations lumineuses dont il a la charge :

- la proportion (en %) de lumière émise par le luminaire au-dessus de l'horizontale ;
- la proportion (en %) de lumière émise par le luminaire dans un cône de demi-angle 75,5°, par rapport à la lumière émise sous l'horizontale (Code de flux CIE n° 3) ;
- la température de couleur (en kelvins) nominale de la lumière émise par la source ;
- la puissance électrique (en watts) du luminaire en fonctionnement au régime maximal ;
- le flux lumineux (en lumens) nominal de la source en fonctionnement au régime maximal ;
- la date d'installation de la tête du luminaire.

Le gestionnaire fournit également au contrôleur les éléments permettant de vérifier la conformité des installations d'éclairage aux dispositions des articles 3 à 4.

Le contrôle de la conformité des prescriptions définies à l'article 2 du présent arrêté est réalisé visuellement par l'autorité compétente mentionnée à l'article L. 583-3 du code de l'environnement.

Pour les autres prescriptions définies à l'article 3, le contrôle peut être réalisé par mesure (température de couleur) et par calcul (flux lumineux installé moyen, code de flux CIE n° 3).

## **Article 6**

Les collectivités situées dans le périmètre des sites d'observation astronomique listés dans l'arrêté du 27 décembre 2018 peuvent déroger aux obligations du I de l'article 4. Dans ce cas, elles réalisent un plan de lutte contre les nuisances lumineuses permettant de garantir la prévention, la limitation et la suppression des nuisances lumineuses pouvant empêcher les activités d'observation astronomique de ces sites. Ce plan doit démontrer que les choix techniques proposés permettent d'obtenir des résultats équivalents à ceux obtenus par le respect des prescriptions de l'arrêté.

## **Article 7**

L'arrêté du 25 janvier 2013 relatif à l'éclairage nocturne des bâtiments non résidentiels, afin de limiter les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie est abrogé au lendemain de la publication de l'arrêté.

## **Article 8**

Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur le 1er janvier 2020 pour les installations lumineuses mises en service après cette date.

Pour les installations lumineuses mises en service avant le 1er janvier 2020 :

- les dispositions du paragraphe III l'article 2 entrent en vigueur le lendemain de la publication de l'arrêté ;
- les dispositions de l'article 2 hormis le paragraphe III, lorsqu'elles ne requièrent pas la création d'un réseau d'alimentation séparé, entrent en vigueur au 1er janvier 2021 ;
- les dispositions relatives à la proportion de lumière émise par le luminaire au-dessus de l'horizontale en condition d'installation pour les luminaires qui en permettent le réglage de l'article 3, entrent en vigueur au 1er janvier 2020 ;
- les installations lumineuses dont la proportion de lumière émise par le luminaire au-dessus de l'horizontale en condition d'installation est supérieure à 50 % sont remplacées par des luminaires conformes aux dispositions du présent arrêté au plus tard le 1er janvier 2025 ;
- les dispositions relatives à la possibilité de prendre des prescriptions par arrêté préfectoral des II, III et VI de l'article 4 entrent en vigueur au 1er janvier 2020 ;
- les dispositions du IV de l'article 4 entrent en vigueur le lendemain de la publication du présent arrêté ;
- les dispositions du V de l'article 4, à l'exception des installations destinées à favoriser la sécurité des déplacements des personnes et des biens, entrent en vigueur au 1er janvier 2020.

## **Article 9**

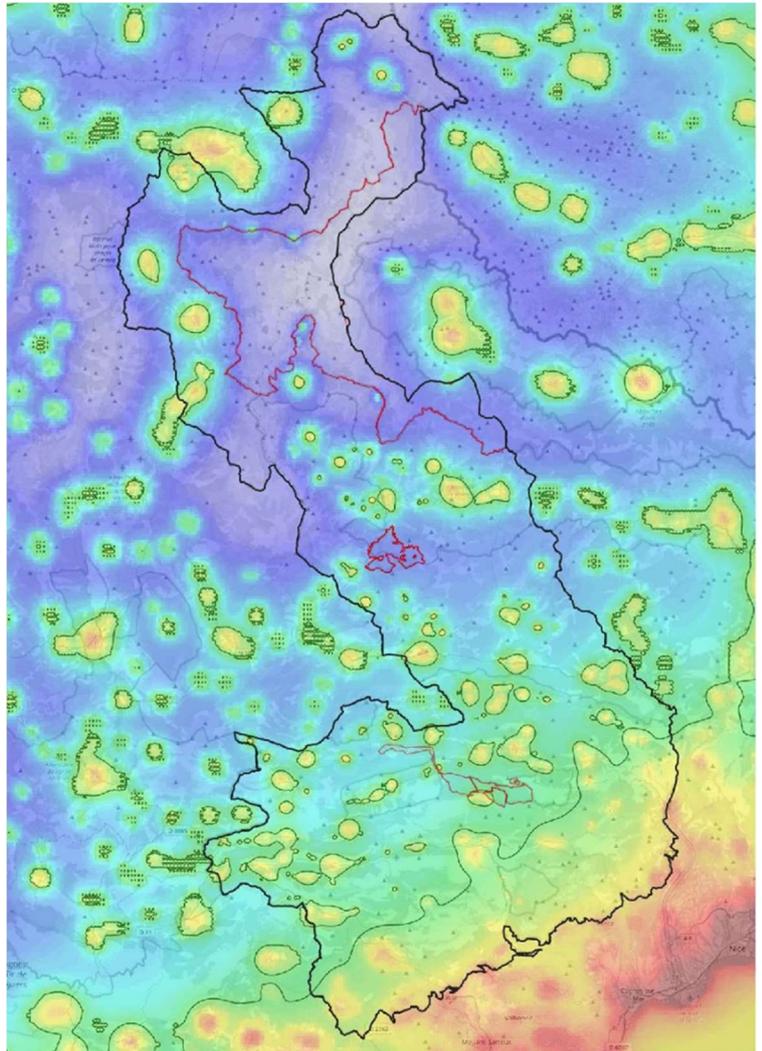
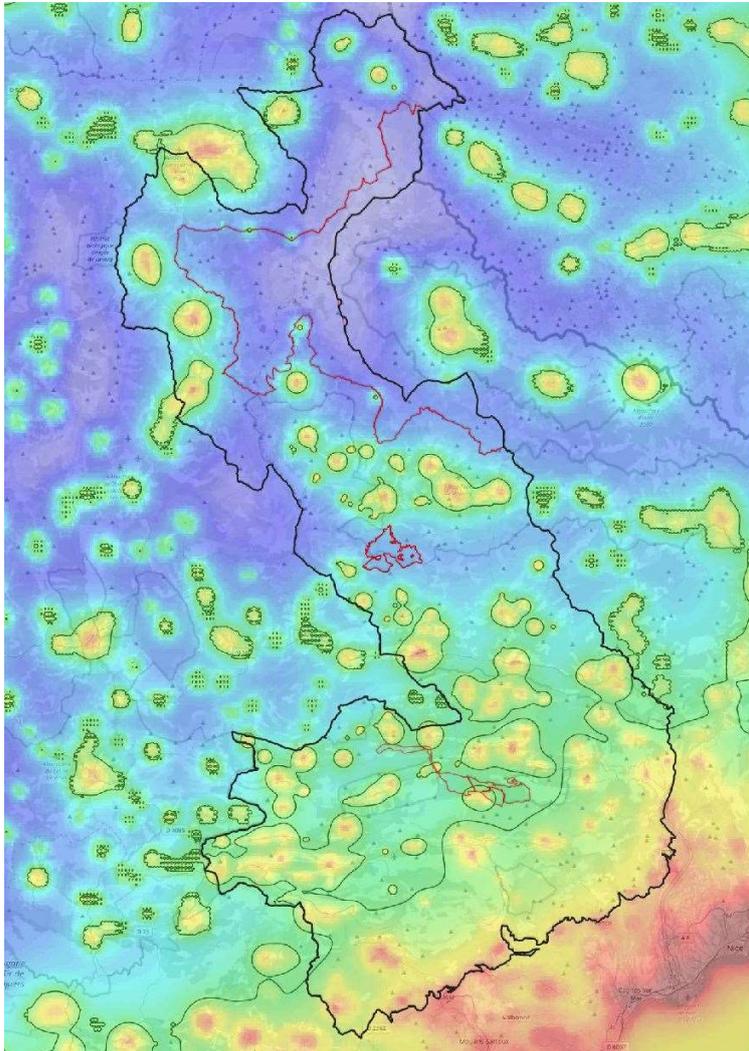
Le présent arrêté sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 27 décembre 2018.

Le ministre d'Etat, ministre de la transition écologique et solidaire,  
François de Rugy

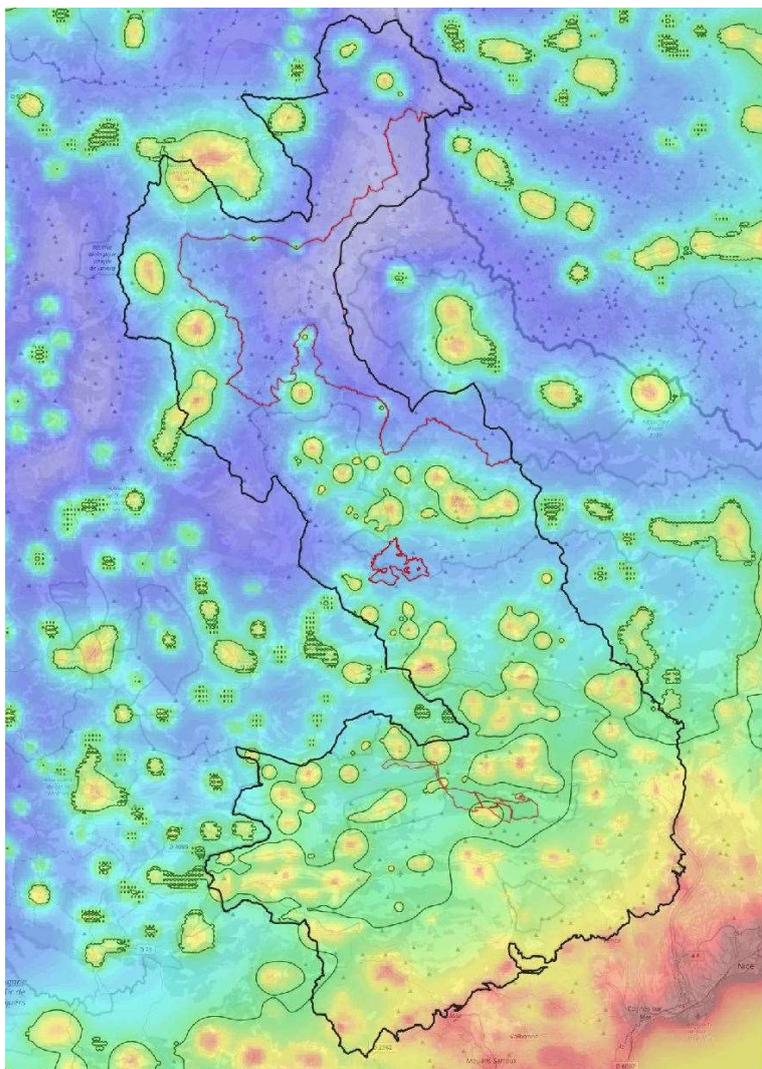
La secrétaire d'Etat auprès du ministre d'Etat, ministre de la transition écologique et solidaire,  
Emmanuelle Wargon

**Annexe 4 : Modélisations de la pollution lumineuse au sein de la RICE « Alpes Azur Mercantour » dans le cas d'un éclairage public conforme aux recommandations du plan de gestion d'éclairage et aux recommandations pour la trame nocturne. (Dark Sky Lab)**

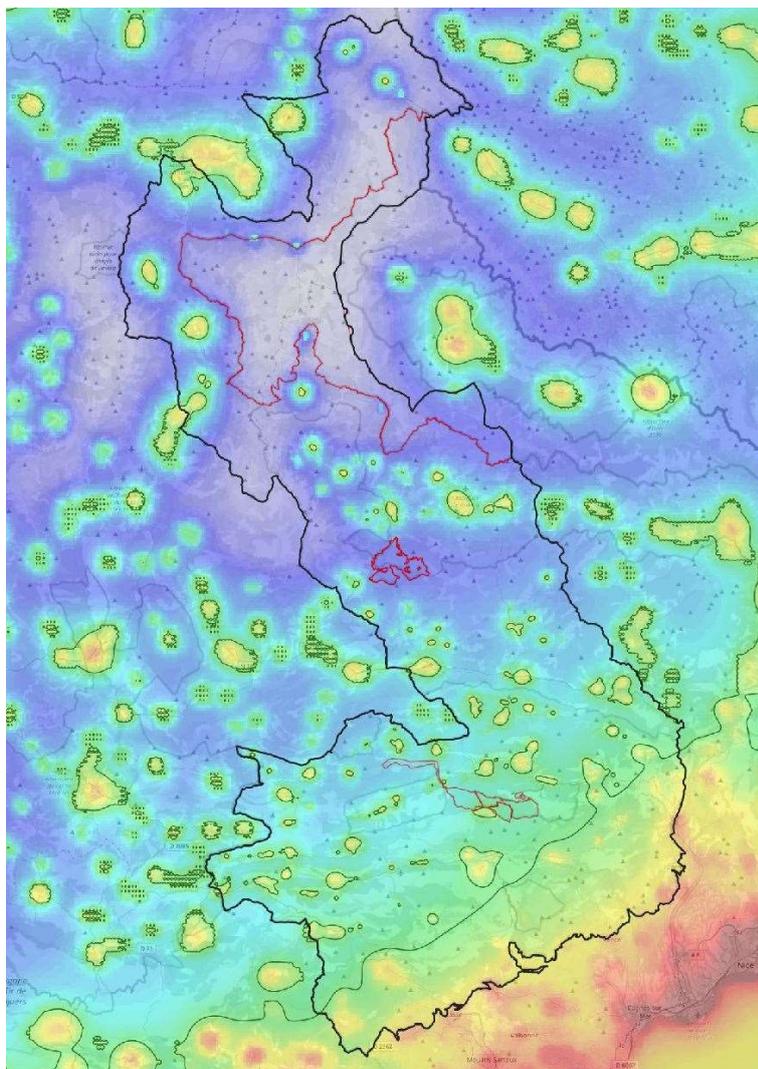


Etat 0 : modélisation de la pollution lumineuse au sein du territoire de la RICE (sans extinctions)

Cas 1 : éclairage public conforme à l'ensemble des recommandations du plan de gestion de l'éclairage (zone cœur et zone tampon)



Etat 0 : modélisation de la pollution lumineuse au sein du territoire de la RICE (sans extinctions)



Cas 2 : éclairage public conforme à l'ensemble des recommandations de la trame nocturne

Annexe 5 : Extrait de la base données de l'éclairage public des communes du Parc et de la RICE.

fid	Commune	Rue/Hameau	type-mat	type-foyer	puissance	source	orientatio	ULOR	vitre	ampe-enci	pos-lampe	fixation	Coupure	deg-kelvin
1	ROQUESTERON	Boulevard Geor...	Beton	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Vasque plate	Oui	Horizontale	Laterale		2000
2	ROQUESTERON	D1	Bois	Lanterne route...	70	SHP	Legere inclinai...	10	Vasque bombe	Oui	Horizontale	Laterale	Oui, 0h	2000
3	ROQUESTERON	Boulevard Geor...	Beton	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Vasque plate	Oui	Horizontale	Laterale		2000
4	ROQUESTERON	Route de Sigale	Beton	Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Sommitale		2000
5	ROQUESTERON	Route de Nice	Beton	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Vasque plate	Oui	Horizontale	Laterale	Oui, 0h	2000
6	ROQUESTERON	Route de Nice	Beton	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Vasque plate	Oui	Horizontale	Laterale	Oui, 0h	2000
7	ROQUESTERON	Rue du Champ...	Acier galvanise	Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Top	Oui, 0h	2000
8	ROQUESTERON	Route de Sigale		Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Sommitale	Oui, 0h	2000
9	ROQUESTERON	Route de Nice	Beton	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Vasque plate	Oui	Horizontale	Laterale	Oui, 0h	2000
10	ROQUESTERON	Chemin de Trav...	Beton	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Vasque plate	Oui	Horizontale	Laterale	Oui, 0h	2000
11	ROQUESTERON	Route de Sigale		Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Sommitale	Oui, 0h	2000
12	ROQUESTERON	Route de Cuŕj...	Bois	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Pas de vasque	Oui	Horizontale	Laterale	Oui, 0h	2000
13	ROQUESTERON	Route de Sigale	Facade	Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Sommitale	Oui, 0h	2000
14	ROQUESTERON	Route de Nice	Bois	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Vasque plate	Oui	Horizontale	Laterale		2000
15	ROQUESTERON	Rue du Champ...	Acier galvanise	Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Top	Oui, 0h	2000
16	ROQUESTERON	Rue du Champ...	Acier galvanise	Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Top		2000
17	ROQUESTERON	Rue du Champ...	Acier galvanise	Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Top		2000
18	ROQUESTERON	Route de Cuŕj...	Beton	Autre lanterne r...	70	SHP	Sans inclinaison	0	Pas de vasque	Oui	Horizontale	Laterale	Oui, 0h	2000
19	ROQUESTERON	Route de Sigale	Facade	Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Sommitale	Oui, 0h	2000
20	ROQUESTERON	Boulevard Albise...	Facade	Lanterne style V...	70	SHP	Sans inclinaison	40	Vitres depolies	Non	Verticale	Sommitale	Oui, 0h	2000

Annexe 6 : Extraits du formulaire de candidature au concours « villes et villages étoilés ».



Association Nationale  
pour la Protection du Ciel  
et de l'Environnement Nocturnes



Retrouvez informations et conseils sur [www.anpcen.fr](http://www.anpcen.fr)  
Participez à Villes et Villages Étoilés

Promouvoir la qualité de votre environnement nocturne, maîtriser les dépenses d'énergie et les frais de maintenance liés à l'éclairage public, protéger les espèces vivant la nuit et ayant besoin de l'obscurité, contenir les émissions de gaz à effet de serre, optimiser la lumière pour une meilleure qualité de vie. Des villages aux grandes villes, l'ANPCEN vous invite à participer à la septième édition du concours national «Villes et Villages étoilés» pour gagner les étoiles confirmant l'engagement de votre commune en faveur du ciel et de l'environnement nocturnes.

## Demande de labellisation Villes et villages étoilés 2017

Ce document est destiné à vous aider à préparer la collecte de vos données utiles pour la saisie en ligne avant le 15 septembre 2017. La réponse aux questions obligatoires permet de solliciter une labellisation maximale de 3 étoiles. La réponse aux autres questions est conseillée pour obtenir plus d'étoiles.

### A - Coordonnées de la commune et informations générales

#### Coordonnées de la commune :

Commune : \_\_\_\_\_ Code postal : \_\_\_\_\_ Nb. habitants : \_\_\_\_\_  
 Courriel : \_\_\_\_\_ @ \_\_\_\_\_ Tél : \_\_\_\_\_  
 Nom et prénom du Maire :  Mme  M Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_  
 Adresse mairie : \_\_\_\_\_  
 Personne(s) à contacter pour le suivi de la candidature de la commune : \_\_\_\_\_  
 Courriel : \_\_\_\_\_ @ \_\_\_\_\_ Tél : \_\_\_\_\_  
 Personne à contacter ou coordonnées du service technique pour fournir les informations sur la réalisation des panneaux d'entrée de ville si votre commune obtient une labellisation Villes et villages étoilés :  
 Courriel \_\_\_\_\_ Téléphone \_\_\_\_\_

Je soussigné, \_\_\_\_\_ agissant en qualité de \_\_\_\_\_  
 propose la candidature de la commune de \_\_\_\_\_  
 pour l'obtention du label «Villes et villages étoilés», atteste sur l'honneur la sincérité des informations fournies et accepte les conditions fixées au règlement du concours.

Date, cachet et signature

#### Informations générales :

- ▶ Votre commune est-elle une commune déléguée d'un regroupement de communes récent ?  Oui  Non  
*si oui, à quelle commune nouvelle est-elle rattachée ? : \_\_\_\_\_*
- ▶ Votre commune a-t-elle des espaces communaux accueillant un ou des refuges LPO sur son territoire ?  Oui  Non
- ▶ Votre commune est-elle implantée sur le périmètre administratif d'un Parc Naturel Régional, d'un Parc National ou d'un autre espace protégé ?  Oui  Non  
*si oui, veuillez préciser le nom du site : \_\_\_\_\_*
- ▶ Votre commune est-elle adhérente des Ecomaires ?  Oui  Non
- ▶ Votre commune est-elle adhérente de l'AMF ?  Oui  Non

Les partenaires nationaux du concours pour l'édition 2017 :



© anpcen -1-

## B- Objectifs des élus et organisation de votre commune

### ► Connaissez-vous :

- le contenu de l'article 41 et de l'article 173 des lois « Grenelle I et II » relatifs aux nuisances lumineuses ?  Oui  Non
- le contenu des décrets d'application pour les enseignes et publicités lumineuses (janvier 2012 et 2013) ?  Oui  Non
- le contenu de l'arrêté d'extinction (janvier 2013) concernant les bureaux, vitrines et façades des bâtiments non résidentiels ?  Oui  Non
- le contenu du règlement européen pour les lampes à vapeur de mercure et l'échéance concernée ?  Oui  Non
- le contenu de la loi de transition énergétique (août 2015) et du décret sur les PCAET (juin 2016) ?  Oui  Non
- le contenu de la loi de reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages (août 2016) ?  Oui  Non

Si vous n'avez pas d'éclairage public, cochez la case Non :  Non  
et répondez aux questions des sections C, D et E.

► Si vous êtes une commune déléguée dans un nouveau groupement de communes, quelle commune a la compétence sur l'éclairage extérieur ? \_\_\_\_\_

► Votre commune a-t-elle délégué la gestion de son éclairage public à un syndicat départemental ou une autre structure (type EPCI<sup>9</sup>) ?  Oui  Non

► Qui définit prioritairement les objectifs d'éclairage dans votre commune ? (cocher les cases correspondantes)

- Maire  Equipe municipale  Régie  Syndicat d'énergie   
Prestataires  Commune nouvelle dont votre commune fait partie

► Votre commune a-t-elle signé la Charte ANPCEN pour la protection du ciel et de l'environnement nocturnes ?  Oui  Non  
si oui, date de la signature : \_\_\_\_\_

si oui, le bilan annuel de la charte a-t-il été adressé à l'ANPCEN ?  Oui  Non

► Existe-t-il des lignes directrices que vous suivez notamment pour mettre en oeuvre les objectifs publics « prévenir, limiter ou supprimer » les nuisances lumineuses, rendre « les installations lumineuses exemplaires », « protéger l'environnement nocturne » ? (Exemples : plans spécifiques, PCAET, SRCE, SCOT, TVB, recommandations de Com. de Communes, de Conseil Général ou de Région)  Oui  Non

si oui, lesquelles : \_\_\_\_\_

### Objectifs d'économies budgétaires :

• quel objectif d'économie budgétaire concernant l'éclairage extérieur vous donnez-vous (en euros) et sur quels délais ? \_\_\_\_\_

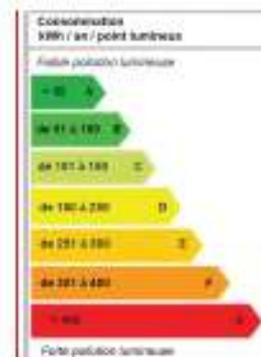
• quel est le budget de la commune lié à la consommation d'énergie électrique pour l'éclairage extérieur (en euros) ? \_\_\_\_\_ pour l'année 2016

### Objectifs d'économies d'énergie :

• quel objectif d'économie énergétique annuelle vous donnez-vous (en kWh) et sur quels délais ? \_\_\_\_\_

• sur quel niveau de consommation pensez-vous vous situer ? \_\_\_\_\_

voir étiquette ANPCEN ci-contre ►



► Etes-vous une commune faisant partie d'un territoire ayant répondu à l'appel à projets des territoires à énergie positive pour la croissance verte (TEPCV) ?  Oui  Non

### Objectifs pour la biodiversité et la santé :

► Y a-t-il des continuités écologiques (ou trame verte et bleue) définies ou en cours de définition sur votre commune ?  Oui  Non  
si oui, y avez-vous intégré une gestion spécifique de la lumière comme l'indique désormais la loi relative à la biodiversité de 2016 ?  Oui  Non

► Si votre commune fait partie d'un Parc ou d'un espace protégé, y a-t-il des mesures renforcées de prévention, limitation, suppression des nuisances lumineuses ? Ex : issues de charte de Parcs ou d'espaces protégés  Oui  Non

► Y a-t-il un objectif de réduction des lumières intrusives sur votre commune ?  Oui  Non

► Y a-t-il un objectif de réduction des éblouissements sur votre commune ?  Oui  Non

► Pensez-vous que l'éclairage extérieur installé dans votre commune peut avoir des effets sur les continuités écologiques de votre territoire et celles des communes avoisinantes ?  Oui  Non

Nous vous conseillons de lire notre étude MEB-ANPCEN «Eclairage du 21ème siècle et biodiversité pour une meilleure prise en compte des externalités de l'éclairage extérieur sur notre environnement» si vous ne la connaissez pas encore.

<sup>9</sup> établissement public de coopération intercommunale regroupant les communautés de communes, les communautés urbaines, les communautés d'agglomération, les métropoles, les syndicats intercommunaux et les syndicats mixtes.

## D - L'information et la participation des citoyens et acteurs de la commune

### ► Consultation et pédagogie

- Communiquez-vous sur votre démarche mise en place pour l'éclairage extérieur dans les documents de suivi des politiques de développement durable (Bulletin Municipal, site internet, rapport de suivi d'Agenda 21 local ou de développement durable annuel pour une commune de plus de 30 000 habitants...)?  Oui  Non
- Rendez-vous publiques les données sur l'équipement d'éclairage de votre commune (Portail internet territorial ou national) dans le cadre de l'ouverture des données publiques ?  Oui  Non
- Sollicitez-vous les habitants de votre commune pour le choix des ambiances lumineuses, des matériels et des intensités d'éclairage ?  Oui  Non  
*si oui, précisez si vous avez organisé une concertation, sa durée, son principe et les résultats :*  
\_\_\_\_\_
- Proposez-vous une information et des mesures pédagogiques autour des bénéfices de la qualité de la nuit aux enfants et habitants de votre commune ?  Oui  Non
- Avez-vous lancé une phase d'expérimentation de l'extinction nocturne en cours de nuit ?  Oui  Non  
*si oui, merci de préciser la date du début d'expérimentation : \_\_\_\_\_*  
*si oui, y-a-t-il un suivi avec la police ou la gendarmerie par exemple de l'évolution de la vitesse des véhicules, des rassemblements nocturnes, des actes de malveillance (vois, cambriolages, ...) ou des accidents ?*  Oui  Non  
*si oui, merci de préciser la démarche et les résultats : \_\_\_\_\_*
- Combien de réclamations avez-vous reçu en 2016 :  
- pour des pannes d'éclairage public ? \_\_\_\_\_  
- pour des lumières intrusives ou gênantes ? \_\_\_\_\_
- Incitez-vous les acteurs privés (lotissements, parking d'entreprise ou privé) à mettre en œuvre une extinction ciblée en cours de nuit ?  Oui  Non
- Sensibilisez-vous les commerçants et entreprises à améliorer leur éclairage extérieur (direction et puissance d'éclairage par exemple de parkings, d'enseignes et publicités) afin de limiter les problèmes d'éblouissement et de lumières intrusives ?  Oui  Non

### ► Pédagogie de l'environnement nocturne

- Votre commune participe-t-elle ou organise-t-elle des animations liées à la découverte de la biodiversité nocturne ? (p.ex. *Nuit de la chouette / Nuit de la chauve-souris / balades nocturnes / Fête de la Nature / découverte de l'environnement et des espèces nocturnes*)  Oui  Non  
*si oui, merci de préciser et avec qui : \_\_\_\_\_*
- Avez-vous réalisé des inventaires d'espèces nocturnes et/ou avez-vous un programme de suivi de la biodiversité nocturne au sein par exemple d'un Atlas de la Biodiversité Communale ou par des collectes de données d'observation naturalistes avec l'aide des habitants ou d'associations locales ?  Oui  Non  
*si oui, merci de préciser : \_\_\_\_\_*
- Avez-vous mis en place des mesures particulières pour préserver les espèces nocturnes ?  
*si oui, lesquelles ? Ex: Poses d'abri, de nichoirs pour rapaces nocturnes / restriction ou suppression de mise en lumière pour des monuments (église, pont, château ...), carrières, falaises ou arbres avec cavités servant de gîte aux chauves-souris ou aux rapaces nocturnes ... / extinction pendant les périodes de reproduction, d'élevage des juvéniles ou de migration, suppression de luminaires à proximité de greniers et espaces verts / maintien de l'accès aux combles d'habitations ou de bâtiments agricoles occupés par des espèces nocturnes / incitation à l'extinction des lampes de jardins chez les particuliers...*
- Ces mesures sont-elles mises en place avec la participation des habitants ?  Oui  Non

### ► Pédagogie de l'observation du ciel étoilé et du paysage nocturne

- Votre commune participe-t-elle à des événements périodiques ou annuels de sensibilisation citoyenne à la qualité de l'environnement nocturne ? (animations publiques / extinction nocturne partielle ou totale / soirées d'observation du ciel étoilé, des planètes et de la Voie Lactée, avec balades nocturnes)  Oui  Non  
*si oui, merci de préciser et avec qui : \_\_\_\_\_*

### ► Mesure de la qualité de la nuit dans votre commune

- Seriez-vous intéressés par des mesures nocturnes effectuées dans votre commune pour valoriser votre politique de réduction de la pollution lumineuse au fil du temps ?  Oui  Non
- Seriez-vous intéressés par une évaluation simple de l'impact environnemental par l'ANPCEN d'un prochain choix de rénovation en éclairage extérieur, avec des données fournies de manière interactive par la commune ?  Oui  Non

\* réponses obligatoires / les autres réponses sont conseillées

© anpcen -5-

## F - État du patrimoine d'éclairage public de votre commune

Si vous connaissez plus précisément les différents types de lampes à lumière blanche, indiquez leur nombre dans le tableau ci-dessous dans la case correspondante à la température de couleur installée :

Illustration des différentes températures de couleur, notées T, pour les lampes à décharge émettant de la lumière blanche



► Utilisez-vous des lampadaires équipés de LEDs blanches (voir le bandeau ci-dessous) ?

Oui  Non

si oui, indiquez le nombre de lampadaires dans le tableau ci-dessous et la case correspondante à la température de couleur installée :

Illustration des différentes températures de couleur



► Quelle est la fréquence moyenne de remplacement des lampes ?  
tous les \_\_\_\_ ans

\* ► Connaissez vous l'ordre de grandeur du coût d'achat et de maintenance, du moins cher + au plus cher +++, des différentes technologies de lampes que vous utilisez ci-dessous ? (merci de cocher les cases nécessaires) :

Type de lampe	achat			maintenance		
	+	++	+++	+	++	+++
sodium haute pression	<input type="checkbox"/>					
iodure métallique et céramique	<input type="checkbox"/>					
modules à LEDs	<input type="checkbox"/>					

► Qui collecte le matériel d'éclairage et les lampes usagées dévolues à l'éclairage public ? : \_\_\_\_\_

► Utilisez-vous des chaussées avec un revêtement clair (p.ex : dalles ou pavés en pierre ou béton, béton coloré, sol calcaire) ?

Oui  Non

si oui, avez-vous diminué la puissance lumineuse utilisée avec ce type de revêtement ?

Oui  Non

\* réponses obligatoires / les autres réponses sont conseillées

© anpcen -8-

## G - Modulation des éclairages

Votre éclairage public est mis en fonctionnement après le coucher du soleil et s'éteint juste avant son lever suivant la luminosité ambiante ou en utilisant une horloge astronomique.

► Hormis ce fonctionnement standard, avez-vous mis en place une extinction de l'éclairage public en cours de nuit sur la commune ?  Oui  Non

*si oui, horaire d'extinction (début) : \_\_\_\_\_  
horaire de rallumage le matin (si il a lieu bien avant le lever du soleil) : \_\_\_\_\_*

*si oui, veuillez préciser la date de l'arrêté municipal mettant en place cette extinction nocturne en cours de nuit : \_\_\_\_\_ (pour les communes qui ont toujours pratiqué une extinction, écrie 0000)*

*si pas de rallumage le matin, cochez oui*  Oui

*si horaires différents selon les jours de la semaine ou les saisons, indiquez précisément les heures et périodes : \_\_\_\_\_*

► Si extinction nocturne, est-ce :  
• une extinction totale (tous les points d'éclairage public de la commune)  Oui  Non  
• une extinction partielle (parties de la commune)  Oui  Non

*si extinction partielle, veuillez préciser le nombre exact de points lumineux qui restent allumés toute la nuit : \_\_\_\_\_  
Préciser la raison de non-extinction (fort trafic routier, forte activité nocturne, etc.) : \_\_\_\_\_*

► Y a-t-il des horaires d'extinction en cours de nuit différents selon les quartiers sur votre commune (p.ex. centre et périphérie, autres)  Oui  Non

*si oui, indiquez les particularités : \_\_\_\_\_*

► Combien de luminaires sont équipés de détecteurs de présence ou fonctionnent ponctuellement lors de manifestations (ex : parking de salle de spectacles, aires de loisirs, ...) ? \_\_\_\_\_ (0 si pas de luminaire de ce type)

► Quels sont les autres modes de gestion de l'éclairage utilisés au cours de la nuit :

• une extinction d'un lampadaire sur deux ?  Oui  Non

*si oui, préciser le nombre de points lumineux éteints : \_\_\_\_\_  
et l'horaire d'application (début) \_\_\_\_\_ et (fin) : \_\_\_\_\_*

• une réduction de puissance lumineuse ?  Oui  Non

*si oui, préciser le nombre de points lumineux concernés : \_\_\_\_\_  
le pourcentage moyen de réduction lumineuse : \_\_\_\_\_ %  
et l'horaire d'application (début) \_\_\_\_\_ et (fin) : \_\_\_\_\_*

*si oui, des habitants ont-ils remarqué la baisse de la puissance lumineuse ?*  Oui  Non

Si besoin, indiquer les particularités de gestion de votre commune (différenciation par quartier, autres)

: \_\_\_\_\_

► Avez-vous adapté la voirie en installant de la signalisation passive et en assurant un bon marquage au sol (systèmes réfléchissants / bandes blanches, ...) afin d'améliorer le guidage des véhicules lors des phases d'extinction nocturne ?  Oui  Non

► Si votre commune est équipée d'un ou plusieurs parkings relais éclairés, y-a-t-il une extinction de ces parkings en dehors des heures d'usage ?  Oui  Non

*si non, avez-vous aménagé une zone spécifique pour limiter le nombre de places restant éclairées ?*  Oui  Non

► Si vous avez une vidéosurveillance installée sur votre commune  Oui  Non  
*si oui, fonctionne-t-elle en mode infrarouge ?*  Oui  Non

► Avez-vous des panneaux d'information lumineux sur votre commune ?  Oui  Non  
*si oui, leur appliquez-vous une extinction en cours de nuit ?*  Oui  Non

\* réponses obligatoires / les autres réponses sont conseillées

© anpcen -9-

## Orientation des flux lumineux

► Votre commune est équipée de lampadaires. Sur cette page vous trouverez différents modèles regroupés en 9 familles distinctes afin de déterminer la physionomie réelle de votre parc. (on ne tient pas compte dans cette partie des luminaires utilisés pour les illuminations, les mises en lumière ou pour l'éclairage des terrains de sports). Si vous n'arrivez pas à classer certains de vos lampadaires dans les familles ci-dessous, vous pouvez nous envoyer une photographie de ces matériels (dans la limite de 10 Mo) à l'adresse du concours : [concours@villesetvillagesetvoies.fr](mailto:concours@villesetvillagesetvoies.fr) afin que nous vous aidions.

\*  **1** luminaires complètement défilés (ampoule encastree dans le réflecteur non visible à distance et vitre de fermeture **parfaitement plane**) *sans inclinaison*

Nombre : \_\_\_\_

 **2** luminaires défilés (ampoule encastree dans le réflecteur non visible à distance et vitre de fermeture parfaitement plane) *mais inclinés par rapport au sol*

Nombre : \_\_\_\_

Nombre avec inclinaison <5° : \_\_\_\_ Nombre avec inclinaison >20° : \_\_\_\_

\*  **3** lanternes complètement défilées de style avec ampoule encastree et non apparente et sans vitres latérales (a) ou vitres latérales transparentes (b)

Nombre : (a) \_\_\_\_ (b) \_\_\_\_

 **4** luminaires avec ampoule non apparente et vasque de fermeture faiblement bombée *sans inclinaison* (a) ou *inclinés par rapport au sol* (b)

Nombre : (a) \_\_\_\_ (b) \_\_\_\_

Nombre avec inclinaison <5° : \_\_\_\_ Nombre avec inclinaison >20° : \_\_\_\_

 **5** luminaires avec ampoule non apparente et vasque de fermeture bombée *sans inclinaison* (a) ou *inclinés par rapport au sol* (b)

Nombre : (a) \_\_\_\_ (b) \_\_\_\_

Nombre avec inclinaison <5° : \_\_\_\_ Nombre avec inclinaison >20° : \_\_\_\_

 **6** luminaires avec flux lumineux indirect ou réflexions parasites

Nombre : \_\_\_\_

 **7** lanternes de style avec ampoule apparente et vitres latérales transparentes ou dépolies (a) ou ampoule encastree et vitres latérales dépolies (b)

Nombre : (a) \_\_\_\_ (b) \_\_\_\_

\*  **8** boules lumineuses, colonnes lumineuses et lampadaires apparentés

Nombre : \_\_\_\_

 **9** bornes lumineuses complètement défilées (a) ou autres avec paralumes (b)

Nombre : (a) \_\_\_\_ (b) \_\_\_\_

(L'addition des points lumineux selon les différentes configurations implantées doit correspondre à la totalité du nombre de sources dont vous êtes responsable indiquées dans la section F). Inscrivez un zéro dans la case si non utilisé dans la commune.

Vous pouvez vous faire aider par un correspondant ANPCEN ou par votre interlocuteur d'un syndicat d'énergie.

\* réponses obligatoires / les autres réponses sont conseillées

© anpcen -11-