

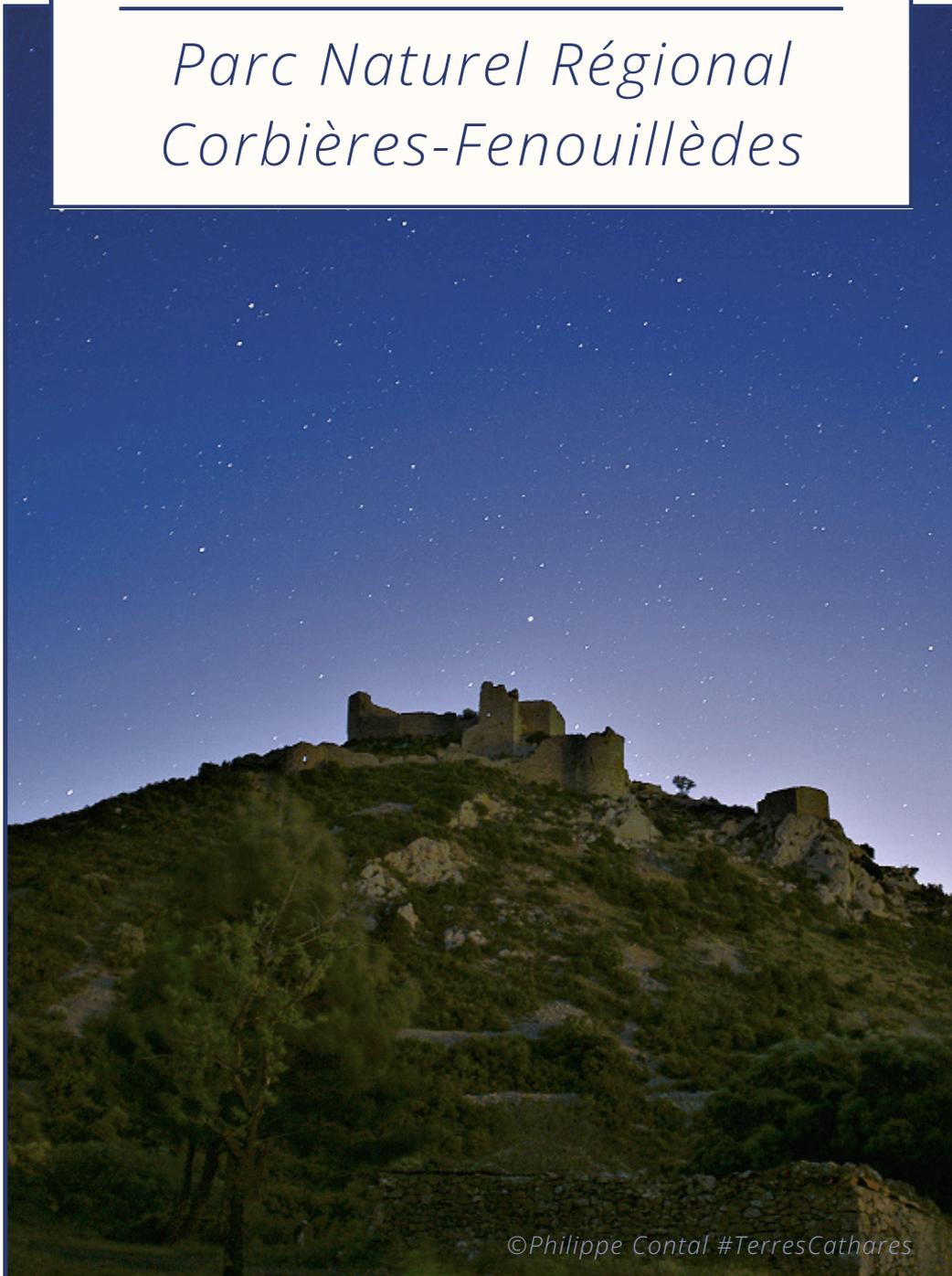


VetAgro Sup

Campus Agronomique de Clermont

VERS UNE STRATÉGIE DE MAINTIEN ET DE DÉVELOPPEMENT DE LA TRAME NOIRE

*Parc Naturel Régional
Corbières-Fenouillèdes*



©Philippe Contal #TerresCathares

Avril - Septembre 2024

BELLEMIN Charlène



VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Vers une stratégie de maintien et de développement de la Trame Noire : Etude dans le Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes (Occitanie, France)

Charlène BELLEMIN

Option Agriculture, Environnement, Santé et Territoire

2024



« 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 fraude administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps remercier, ma tutrice de stage Marie FORISSIER, chargée de mission patrimoine naturel au Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Elle m'a beaucoup appris sur les défis à relever dans le monde du travail. Elle a partagé ses connaissances et expériences, tout en m'accordant sa confiance et une large indépendance dans l'exécution de mes missions.

Je remercie également toute l'équipe du Parc, avec qui j'ai eu plaisir à travailler, pour leur accueil, leur bienveillance, leur gentillesse et le partage de leurs connaissances. Ils ont été d'un grand soutien dans l'élaboration de ce mémoire.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Monsieur Christophe DEPRES, mon professeur référent, qui m'a accompagné sur les plans administratifs, rédactionnels et de l'organisation des différents temps forts de ce stage de fin d'études.

Messieurs Romain SORDELLO, Fabien PAQUIER et Fabien SANET, pour avoir répondu à mes questions sur les trames écologiques, la pollution lumineuse et les chiroptères, et partagé leur expérience personnelle.

Mesdames Carine BOUCABEILLE et Marie-Odile DURAND, pour m'avoir permis de les accompagner lors de suivit des populations de chiroptères sur le territoire du Parc.

Madame Karine CHEVROT, Messieurs Olivier GADAL, Orian BATIGNE et Sébastien VAUCLAIR, pour m'avoir accordé des entretiens et partagé leur retour d'expérience ainsi que leur expertise sur l'étude de la pollution lumineuse.

Les partenaires du Parc, Messieurs François PASTOR (C3SM) et Laurent BERTELLI (SYADEN), ainsi que les élus, délégués et employés municipaux pour leur réactivité lors de nos échanges et le partage de leurs données.

Madame Aurore LLEDO, pour avoir relu et corrigé mon mémoire. Ses conseils de rédaction ont été très précieux.

Les stagiaires des différents Parcs Naturels Régionaux travaillant sur la même thématique, pour leur soutien, le partage de leurs connaissances et de leurs vécus au quotidien.

Mes parents et amis, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Table des figures

- Figure 1 : Grandeurs photométriques liées à l'éclairage (CEREMA, 2022).
- Figure 2 : Définition des grandeurs mesurant les nuisances lumineuses (CEREMA, 2020) (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2019).
- Figure 3 : Distribution spectrale pour six types de sources lumineuses (Gaston et al., 2013).
- Figure 4 : Zoom sur la France et ses pays frontaliers sur la carte mondiale de la luminosité artificielle du ciel (Falchi et al., 2016).
- Figure 5 : Évolution des luminaires en termes d'efficacité de flux et d'émission de pollution lumineuse. Source : Acere.
- Figure 6 : Présentation du territoire d'étude : le PNR Corbières-Fenouillèdes.
- Figure 7 : Bandes spectrales et leurs impacts par taxon (Rapport d'étude AUBE – étude bibliographique CEREMA, 2018).
- Figure 8 : Prescription réglementaires concernant l'éclairage nocturne.
- Figure 9 : Répartition des réponses à la question « Votre commune pratique-t-elle l'extinction de l'éclairage public la nuit ? ».
- Figure 10 : Répartition des heures d'extinction (a) et d'allumage (b) de l'éclairage public des communes du PNRCF.
- Figure 11 : Représentation du statut d'extinction et de la durée de celle-ci dans les communes du PNRCF en été.
- Figure 12 : Représentation du statut d'extinction et de la durée de celle-ci dans les communes du PNRCF en hiver.
- Figure 13 : Classement des motivations à la démarche d'extinction.
- Figure 14 : Nombre de communes menant les actions d'amélioration de l'éclairage public listées.
- Figure 15 : Nombre de communes selon le gestionnaire des travaux et de l'entretien de leur éclairage public.
- Figure 16 : Cartographie des gestionnaires de l'entretien (a) et des travaux (b) de l'éclairage public des communes du PNRCF.
- Figure 17 : Répartition des communes du PNRCF qui rencontrent ou ont rencontrées des freins à la mise en place de la démarche d'extinction.
- Figure 18 : Pourcentage de communes ayant rencontré des freins de différentes nature.
- Figure 19 : Pourcentage de communes portant un intérêt ou non aux différents types d'accompagnement proposés par le PNRCF.
- Figure 20 : Modélisations de la pollution lumineuse (radiance) en 2018 (a) et en 2023 (b).
- Figure 21 : Modélisation de la pollution lumineuse (luminance) par la région Occitanie (2021).
- Figure 22 : Modélisation des entités paysagères du PNRCF et des édifices remarquables pouvant être à l'origine de la pollution lumineuse.
- Figure 23 : Modélisation de la TVB du PNRCF avec ajout des zones à enjeu pour les chiroptères.
- Figure 24 : Modélisation de la Trame Noire à l'échelle du PNRCF.
- Figure 25 : Diagramme en étoile pour l'évaluation des caractéristiques de l'éclairage public d'une commune.
- Figure 26 : Diagramme en étoile pour l'évaluation de l'implication d'une commune dans la démarche de réduction de la pollution lumineuse et de la communication autour de ces enjeux
- Figure 27 : Cartographie des zones prioritaires pour les actions de la stratégie TN.
- Figure 28 : Potentiel de labellisation VVE des communes du PNRCF.
- Figure 29 : Objectifs, indicateurs et délais pour la réalisation de la stratégie Trame Noire.
- Figure 30 : Analyse SWOT de l'étude aboutissant à la stratégie Trame Noire du PNRCF.

Abréviations

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie

ANPCEN : Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

CC : Communauté de Communes

C3SM : Communauté de Communes Corbières Salanque Méditerranée

CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels

CEP : Conseil en Energie Partagée

CEREMA : Centre d'études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

DREAL : Directions Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EEDD : Education à l'Environnement et au Développement Durable

EDF : Electricité De France

EnR : Energie Renouvelables

EP : Eclairage Public

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

G20 : Groupe des vingt (pays ayant les économies les plus développées)

IDSA : International Dark Sky Association

IGN : Institut National de l'Information Géographique et Forestière

INPN : Inventaire national du patrimoine naturel

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

LED : Light-Emitting Diode, en français diode électroluminescente

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

NBS : Night Sky Brightness, en français brillance du ciel nocturne

NDR : Night Sky Brightness Dispersion Ratio

OFB : Office Français de la Biodiversité

ONTVB : Orientations Nationales Trame Verte et Bleue

PLU(i) : Plan Local d'Urbanisme (intercommunal)

PNA : Plan National d'Action

PNR : Parc Naturel Régional

PNRCF : Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes

QGIS : Quantum Geographic Information System

RICE : Réserve Internationale de Ciel Etoilé

Scot : Schémas de cohérence territoriale

SDE : Syndicat D'Energie

SIG : Système d'Information Géographique

SINP : Système d'Information de l'iNventaire du Patrimoine Naturel

SIVOM : Syndicat Intercommunal à Vocations Multiples

Sraddet : Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires

SRCE : Schéma Régionaux de Cohérence Ecologique

SQM : Sky Quality Meter

SYADEN : Syndicat Audois D'Energie et du Numérique

SYDEEL : Syndicat Départemental d'Energies et d'Electricité du Pays Catalan

TVVE : Territoire de Villes et Villages Etoilés

TN : Trame Noire

TVB : Trame Verte et Bleue

UE : Union Européenne

UL(O)R : Upward Light (Output) Ratio

UV : Ultraviolet

VVE : Villes et Villages Etoilés

Table des matières

Introduction	1
1. Trame Noire : concepts, histoire et perspectives	2
1.1. Concepts de trames écologiques et de Trame Noire	2
1.2. La pollution lumineuse : définition	3
1.3. Evolution de l'éclairage nocturne au cours des siècles en France	5
2. Matériel et méthodes	6
2.1. Bibliographie et état de l'art	7
2.2. Enquêtes	8
2.3. Modélisation SIG	9
2.4. Elaboration de la stratégie	10
3. Résultats	10
3.1. Enjeux environnementaux de la Trame Noire	11
3.1.1. Effets de la pollution lumineuse sur la faune et la flore	11
3.1.2. Effets de la pollution lumineuse sur le groupe spécifique des chiroptères	12
3.1.3. Effets de la pollution lumineuse sur la santé humaine	13
3.1.4. Effets de la pollution lumineuse sur l'astronomie	14
3.2. Lien entre éclairage nocturne, consommation d'énergie et aspects socio-économiques	15
3.3. Règlementation liée à la Trame Noire et à la pollution lumineuse	16
3.4. Leviers d'action et outils pour la réduction de la pollution lumineuse	18
3.5. Enquête sur l'éclairage public des communes du Parc	20
3.6. Cartographie de la Trame Noire dans le Parc : analyse des données nocturnes et de la biodiversité	23
3.7. Diagnostic de l'éclairage public et extinction : retour d'expérience	25
4. Discussion	27
4.1. Analyse des résultats : enjeux, obligations, outils et indicateurs de la Trame Noire au niveau local	27
4.2. Proposition d'une stratégie d'action en faveur de la Trame Noire, à l'échelle du Parc	31
4.3. Limites de l'étude et perspectives	36
Conclusions	38
Bibliographie	39
Sitographie	42
Annexes	45

Introduction

Dans les années 1980, les astronomes ont été les premiers à constater la « disparition » des étoiles dans le ciel nocturne : l'alerte sur le phénomène de « pollution lumineuse » était lancée (Aellen *et al.*, 2014). La pollution lumineuse représente un excès de lumière artificielle émise par des installations d'origine humaine comme les lampadaires de l'éclairage public (EP), la signalisation aérienne, l'éclairage des bâtiments industriels, etc. D'après l'Atlas mondial de la luminosité artificielle du ciel nocturne, plus de 80% de la population mondiale et plus de 99% des américains et des européens, vivent désormais sous un ciel nocturne pollué par la lumière (Falchi *et al.*, 2016). De plus, les halos lumineux dus à cette pollution progressent d'environ 6% par an en Europe (Sordello *et al.*, 2021). Le concept de Trame Noire (TN) découle de ce constat, s'appuyant sur les méthodes des Trames Verte et Bleue (TVB). La Trame Noire peut être définie comme « un réseau écologique, un ensemble connecté de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques, propice à la vie nocturne », c'est-à-dire ayant un niveau d'obscurité suffisant pour la biodiversité nocturne (Sordello *et al.*, 2021).

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'un stage de fin d'étude de six mois, réalisé dans le Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes (PNRCF), au sein du pôle patrimoine naturel. La mission principale de ce stage était de proposer une stratégie en faveur de la Trame Noire, à l'échelle du PNRCF. En effet, de nombreuses espèces animales et végétales présentes dans le Parc sont patrimoniales et potentiellement impactées par la lumière. Il s'agit par exemple d'oiseaux emblématiques comme la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) et le Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*), de petits mammifères comme le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*), le Grand murin (*Myotis myotis*), ou encore le Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), etc. L'étude liée à l'élaboration de la stratégie Trame Noire du PNRCF s'ancre donc dans un contexte de forts enjeux pour le patrimoine naturel, mais également dans une démarche de sobriété énergétique ainsi que pour la conservation de la qualité des cieux nocturnes.

Ce Parc, créé en 2021, est situé dans la région Occitanie au Sud-Ouest de la France. Le Parc couvre un territoire de 1780 km². Il s'étend sur 7 EPCI (Etablissement Publics de Coopération Intercommunale) et 106 communes dont 99 communes adhérentes. Le Parc est reconnu au niveau national pour la richesse de son patrimoine naturel, culturel et de ses paysages. Il a pour vocation de protéger et valoriser le patrimoine naturel, culturel et humain de son territoire, en mettant en œuvre une politique innovante d'aménagement et de développement économique, social et culturel, respectueuse de l'environnement.

Le Parc a décidé en 2022 de se lancer dans une action spécifique à l'amélioration de la qualité des nuits. Cette action s'inscrit dans les mesures 1.1.3., 2.1.1. et 3.3.2. de sa Charte. Ces mesures ont respectivement pour objectif de préserver les continuités écologiques internes et ses liens fonctionnels avec l'extérieur ; de s'engager dans une sobriété et efficacité énergétique ; et de réduire la pollution lumineuse. La présente étude a donc été initiée afin de capitaliser l'ensemble des données sur le volet naturel utiles à la compréhension des enjeux généraux et locaux, à la compréhension des volontés politiques locales, et enfin à la connaissance des leviers existants pour permettre de maintenir, voire restaurer la Trame Noire sur le territoire du Parc dans l'hypothèse où de tels outils existent. La problématique de l'étude peut se résumer à la question suivante : « Comment peut-on élaborer et mettre en œuvre une stratégie efficace pour restaurer et maintenir la Trame Noire dans le Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes (PNRCF), en conciliant les enjeux de biodiversité, les besoins d'éclairage pour les activités humaines, et la sobriété énergétique ? ».

Afin de retranscrire au mieux le travail réalisé durant cette étude, la première partie de ce mémoire sera consacrée aux éléments de conceptualisation de la Trame Noire et de pollution lumineuse, permettant de comprendre les outils de mesure et d'analyse du phénomène. La seconde partie illustrera la méthode et les outils utilisés pour aboutir aux résultats présentés dans la partie

suivante. L'analyse de ces résultats, la discussion autour des travaux réalisés et des perspectives d'action ainsi que les limites de l'étude seront exposées dans la dernière partie.

1. Trame Noire : concepts, histoire et perspectives

La biodiversité mondiale subit une crise, avec un nombre croissant d'espèces menacées par l'extinction, notamment en raison de la fragmentation des habitats naturels. En réponse à ce problème, la France a mis en place des stratégies de conservation, appelées trames écologiques, qui visent à préserver et restaurer les continuités écologiques à travers des corridors reliant les habitats. Récemment, la Trame Noire, extension des Trames Verte et Bleue, s'est concentrée sur la réduction de la pollution lumineuse pour protéger la faune et la flore, contribuant ainsi à une meilleure gestion écologique du territoire.

1.1. Concepts de trames écologiques et de Trame Noire

La biodiversité mondiale fait face à une crise majeure. Un grand nombre d'espèces sont menacées d'extinction dans le monde. Les taux d'extinction de ces espèces sont bien plus élevés que leurs taux d'extinction de fond (ou taux naturel d'extinction), notamment chez les invertébrés terrestres. Ces taux sont plus importants que lors des précédentes crises biologiques : on parle de la sixième extinction de masse (Cowie *et al.*, 2022). Cette perte de biodiversité entraîne la disparition irréversible d'espèces de faune et de flore et fragilise les écosystèmes. La France fait partie des dix pays ayant le plus grand nombre d'espèces mondialement menacées au monde, soit 2 268 espèces d'après la Liste rouge (UICN, 2023). L'une des principales causes de cette érosion est la fragmentation des habitats naturels, majoritairement due à l'artificialisation des sols et à l'intensification de l'agriculture. En France, depuis 1981, environ 60 000 hectares de terres naturelles et agricoles sont perdus chaque année au profit de l'urbanisation. Jusqu'à la révolution industrielle, l'équilibre entre rural et urbain était assez stable. Depuis, la concentration des emplois autour des villes a attiré les populations en périphérie urbaine, entraînant une consommation croissante d'espaces naturels et agricoles (INRA *et al.*, 2017). Après la seconde guerre mondiale, les attentes sociales des populations urbaines ont favorisé le développement du modèle pavillonnaire, très gourmand en espace. Ces changements ont conduit à une consommation excessive des espaces naturels et agricoles, accélérant l'érosion de la biodiversité malgré les politiques de préservation mises en place depuis les années 1960.

Pour remédier à cette situation, une nouvelle approche de préservation de la biodiversité est devenue nécessaire. C'est pourquoi la modélisation de la Trame Verte et Bleue a été entreprise. La TVB schématise les concentrations et les déplacements de la biodiversité en un ensemble de réservoirs et de corridors écologiques. Elle se décline en sous-trames selon les différents milieux qu'elle représente (ouvert, forestier, humide, littoral...). La superposition de ces sous-trames permet de décrire une trame globale. Ces zones d'intérêt pour la biodiversité sont prises en compte à plusieurs niveaux (national, régional, départemental et local). Il est important de distinguer les continuités écologiques, qui sont un diagnostic scientifique du territoire, de la Trame Verte et Bleue, qui est un outil basé sur ce diagnostic pour enrayer l'érosion de la biodiversité. Les continuités écologiques sont identifiées, tandis que la TVB est construite à partir de celles-ci, auxquelles s'ajoutent l'analyse des activités humaines du territoire géré. La délimitation et les règles d'urbanisme liées à la TVB dépendent autant de la réalité écologique du territoire que des décisions politiques. Cependant, elle n'est pas un outil de gestion des pratiques agricoles, sylvicoles, industrielles ou touristiques, car elle se concentre sur la planification urbaine.

Face au défi de préservation de la biodiversité contre son érosion, la Trame Verte et Bleue est le concept socle à la base de nombreuses approches aboutissant à une réglementation comme la limitation de l'étalement urbain (Loi ALUR de 2014)¹, la réduction à zéro de la perte nette de

biodiversité (perte non compensée par une certaine protection ou restauration de la biodiversité ailleurs) (Loi de 2016)², et l'objectif de zéro artificialisation nette d'ici 2050 (Loi "Climat et résilience" du 22 août 2021)³. Le concept de TVB est défini, dans la réglementation, pour la première fois en France lors du Grenelle de l'environnement de 2007. Deux lois émergent de ce rassemblement (Grenelle I⁴ et II⁵).

La TVB peut être intégrée dans des documents d'urbanisme afin de prendre en compte à la fois les continuités écologiques et les objectifs des acteurs du territoire pour leur conservation afin d'aménager au mieux la zone concernée. À l'échelle de la France, les « Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques » (ONTVB) servent de document-cadre. Elles fixent les principaux objectifs de la politique de TVB et incluent des enjeux écologiques pour assurer une cohérence nationale de cette politique. À l'échelle régionale, des documents appelés Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) ont été initialement mis en place conjointement par l'État et les Régions. La loi NOTRe (Nouvelle Organisation Territoriale de la République)⁶ a instauré un nouveau schéma régional de planification, le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sraddet), piloté par le Conseil régional. Les Sraddet intègrent les SRCE, rendant ces derniers obsolètes dès l'entrée en vigueur des Sraddet. À l'échelle locale, les projets des communes ou des intercommunalités doivent intégrer les enjeux de continuités écologiques dans leurs documents d'urbanisme, tels que les Plans locaux d'urbanisme (PLU), les PLU intercommunaux (PLUi) et les Schémas de cohérence territoriale (Scot). Selon l'article L101-2 du code de l'urbanisme⁷, les collectivités publiques doivent, dans leur action en matière d'urbanisme, viser la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques.

La pollution lumineuse est abordée pour la première fois en 2014 dans les ONTVB. Celles-ci sont révisées le 17 décembre 2019 et prennent davantage en considération les nuisances lumineuses en les définissant comme un des obstacles aux continuités écologiques. L'objectif de conservation et d'amélioration de la qualité des continuités écologiques prend en compte leur préservation vis-à-vis de cette pollution. Notamment, la ligne directrice sur les infrastructures linéaires de transport qui souligne l'importance d'englober les effets diffus pouvant impacter des milieux distants via la pollution lumineuse⁸. Le guide méthodologique sur les enjeux relatifs à la préservation et à la restauration de la biodiversité dans les Sraddet fait également référence à ces notions. La notion temporelle (alternance jour/nuit) est intégrée à la TVB et donc la Trame Noire, aussi appelée trame sombre, prend forme. Elle s'inscrit en prolongement de la TVB, elle doit donc être prise en compte de la même façon dans l'aménagement du territoire à toute les échelles décrites ci-dessus (Sordello *et al.*, 2021).

Les trames écologiques, dont la Trame Noire, sont donc des outils de modélisation visant à comprendre les enjeux environnementaux d'un territoire et les intégrer aux différents documents stratégiques de planification écologique et urbaine. Cela permet de limiter la perte ou la fragmentation des milieux naturels responsables pour partie de l'érosion de la biodiversité et causée par la pollution lumineuse. Afin de poursuivre l'étude de la TN il est primordial de définir la pollution lumineuse et ces multiples dimensions.

1.2. La pollution lumineuse : définition

La pollution lumineuse est définie par « le rayonnement lumineux infrarouge, UV et visible émis à l'extérieur ou vers l'extérieur, et qui par sa direction, son intensité ou sa qualité, peut avoir un effet nuisible ou incommodant sur l'Homme, sur le paysage ou les écosystèmes » (Zufferey, Febbraro, 2005). La pollution lumineuse est une conséquence de l'éclairage nocturne par une lumière artificielle notamment émise par l'éclairage public, les enseignes lumineuses et les vitrines. Afin de mieux comprendre les multiples dimensions et indicateurs de la lumière artificielle, il faut définir

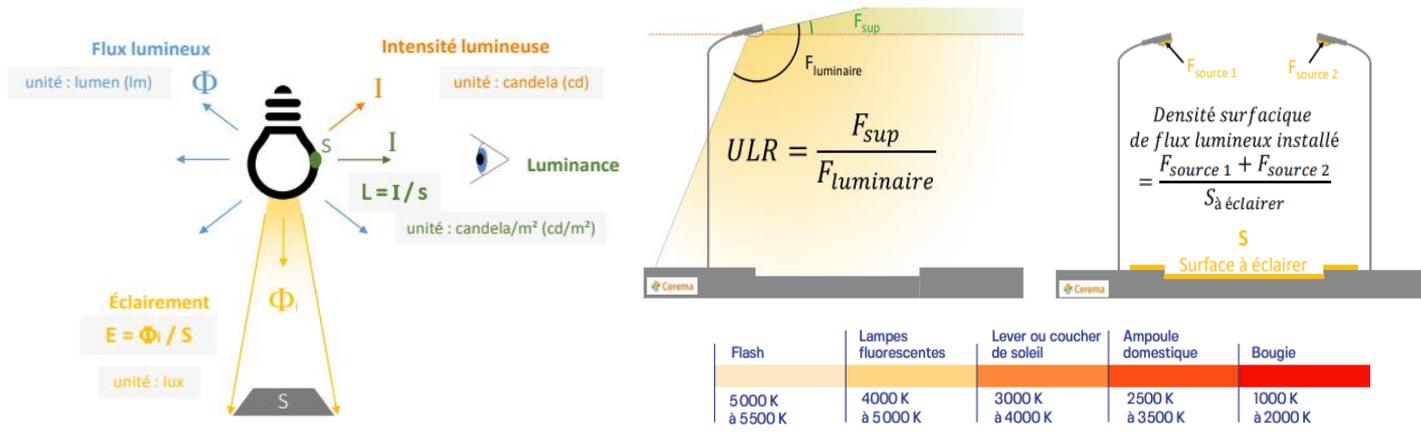


Figure 1 : Grandeurs photométriques liées à l'éclairage (CEREMA, 2022).
 Figure 2 : Définition des grandeurs mesurant les nuisances lumineuses (CEREMA, 2020) (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2019).

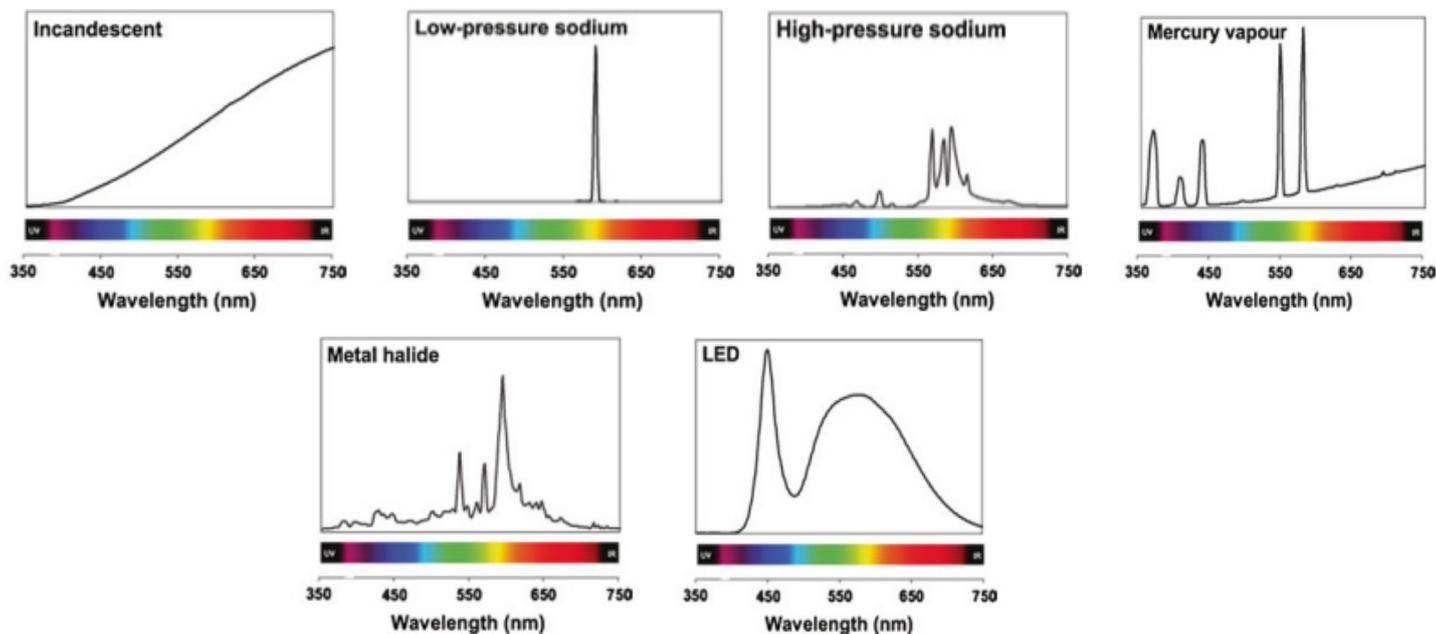


Figure 3 : Distribution spectrale pour six types de sources lumineuses (Gaston et al., 2013).

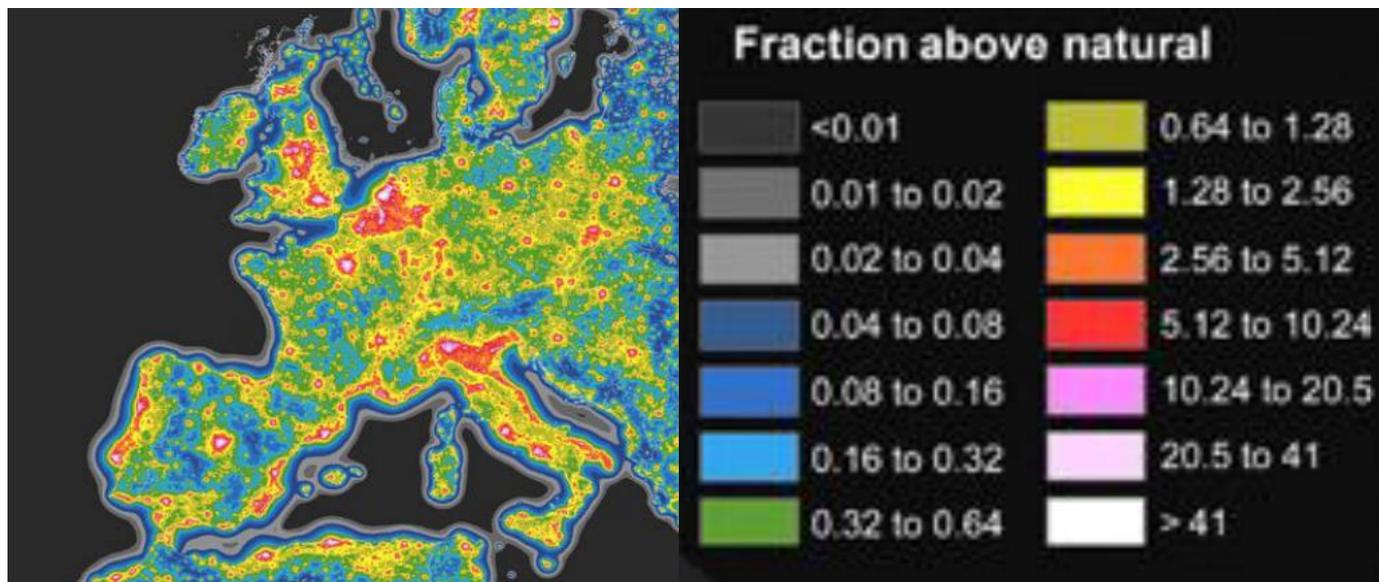


Figure 4 : Zoom sur la France et ses pays frontaliers sur la carte mondiale de la luminosité artificielle du ciel (Falchi et al., 2016).

certaines grandeurs. Tout d'abord, l'éclairage est défini par des grandeurs photométriques comme le flux lumineux mesuré en lumen (lm), l'intensité lumineuse qui en découle exprimée en candela (cd), la luminance (cd.m^{-2}) et l'éclairement dont l'unité est le lux ($\text{lx} = \text{lm.m}^{-2}$) (Figure 1). Ces grandeurs peuvent être mesurées par un luxmètre.

Les indicateurs les plus utilisés pour définir les nuisances lumineuses sont :

- L'Upward Light Ratio (ULR) : part de flux lumineux émis au-dessus de l'horizontale ;
- La température de couleur exprimée en Kelvin (K), mesurée par un colorimètre ;
- La densité surfacique de flux lumineux installé décrivant le rapport entre le flux total de l'éclairage et la surface à éclairer, exprimée en lumen (lm) (CEREMA, 2020).

Ces indicateurs sont illustrés dans la figure 2.

La dernière dimension nécessaire à la définition de l'éclairage artificiel est la distribution spectrale. Elle représente la quantité d'énergie émise à chaque longueur d'onde par une source lumineuse (CEREMA, 2022) et est généralement modélisée par un spectrophotomètre. Les distributions spectrales pour différents types d'éclairage sont représentées en figure 3. Certaines sources lumineuses ont un spectre monochromatique alors que la plupart d'entre elles sont polychromatiques, c'est-à-dire qu'elles émettent dans les longueurs d'ondes différentes.

La pollution lumineuse découlant de l'éclairage nocturne se mesure quant à elle avec des indicateurs liés à la luminosité globale du ciel comme la luminance et la radiance. Les mesures de luminance, aussi appelée Night Sky Brightness (NBS) peuvent être acquises depuis le sol de manière manuelle ou automatique grâce à un Sky Quality Meter (SQM). La radiance, elle, est propre à une longueur d'onde. C'est une mesure de densité de flux d'énergie rayonnante par unité d'angle plein et de surface qui s'exprime en Watt par stéradian par mètre carré ($\text{W.sr}^{-2}.\text{m}^{-2}$). Cette mesure est effectuée depuis le ciel, par un satellite. C'est à l'aide de ces deux mesures (NBS et SQM), que des cartes de luminosité artificielle du ciel peuvent être construites, comme celle présentée en figure 4.

Cette carte représente la luminosité artificielle mondiale. Elle a été obtenue en combinant la luminosité mesurée par satellite et par SQM, puis en comparant la donnée obtenue à la luminosité normale du ciel ($22,0 \text{ mag.arcsec}^{-2}$ ou $174 \mu\text{cd.m}^{-2}$). Les unités utilisées pour représenter la luminosité du ciel, dont la pollution lumineuse est responsable, sont liées à sa perception. Les microcandelas par mètre carré mesurent la luminance perçue sur une surface donnée, tandis que les magnitudes par seconde d'arc carré mesurent la luminosité du ciel nocturne sur une petite région du ciel (Falchi *et al.*, 2016). Cependant, les indicateurs traditionnels que sont la luminance et la radiance ont des limites. Le calibrage des appareils et le besoin d'un ciel dégagé pour les mesures entraînent un biais de reproductibilité. C'est pourquoi des chercheurs proposent un indicateur statistique : le Ratio de Dispersion de la luminance du ciel nocturne ou NBS Dispersion Ratio (NDR). Ce modèle statistique prend en compte la moyenne des observations qui sont des mesures individuelles de NBS sous différentes conditions météorologique et fait une « prédiction » à partir de ces données. Les prédictions ont été comparées avec la médiane des mesures de 23 sites différents. L'écart moyen entre la médiane des mesures et la valeur prédite par le modèle est de $0,18 \text{ mag.arcsec}^{-2}$. Le modèle NDR semble donc relativement fiable (Deverchère *et al.*, 2022).

La pollution lumineuse est définie à plusieurs échelles : le type de sources lumineuses, leurs puissances, leurs couleurs, leurs nombres, leurs répartitions dans l'espace, la lumière émise vers le ciel d'un ensemble de sources, la taille du halo engendré, la répartition territoriale des zones de pollution lumineuses, etc. Tous ces paramètres doivent être mesurés et pris en compte dans la TN selon l'échelle à laquelle elle est modélisée. En effet, la pollution lumineuse peut être responsable de rupture de continuité écologique ou amoindrir les zones dites réservoir de biodiversité.

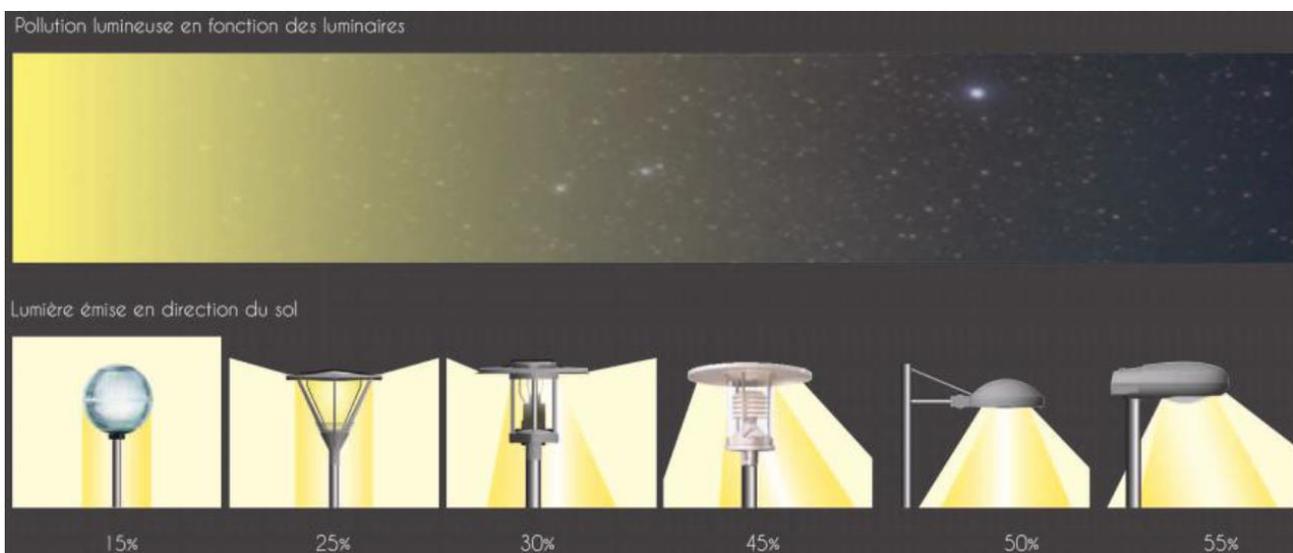


Figure 5 : Évolution des luminaires en termes d'efficacité de flux et d'émission de pollution lumineuse.
Source : Acere.

Les progrès technologiques ont permis la construction de différentes sources lumineuses, la définition et la mesure des grandeurs qui leur sont associées. En étudiant ces grandeurs physiques, il apparaît comme d'autant plus évident que l'évolution de la pollution lumineuse est historiquement liée aux pratiques d'éclairage au fil des siècles. Il apparaît donc important de revenir sur l'évolution de l'éclairage nocturne depuis ses débuts à son expansion massive qui a transformé, dans certains territoires, les nuits en jours artificiels.

1.3. Evolution de l'éclairage nocturne au cours des siècles en France

L'éclairage nocturne a connu de nombreuses évolutions au cours du temps. Des premiers feux maîtrisés par l'Homme, à la lanterne, apparue en France à la fin du XVII^{ème} siècle, aux réverbères à huile puis au gaz, l'éclairage nocturne a pris des formes et une ampleur variable. C'est au XX^{ème} siècle, avec l'électrification, que cette pratique se démocratise jusque dans les campagnes. Utilisé pour palier à l'insécurité de certains quartiers parisiens, l'éclairage des rues est désormais consacré à l'allongement des activités humaines sur une partie de la nuit et bien d'autres actions comme la mise en lumière du patrimoine (Aellen *et al.*, 2014). Les lampadaires eux-mêmes subissent de nombreux changements de forme (figure 5), de source lumineuse, de couleur, etc.

La popularisation de l'éclairage nocturne entraîne l'augmentation massive de son utilisation. D'après l'ADEME (Agence de la transition écologique) et l'ANPCEN (Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne), le nombre de points lumineux a augmenté de 64% entre 1992 et 2014, en lien avec l'augmentation de l'urbanisation du territoire français. Cet éclairage peut engendrer un halo lumineux qui dilue l'obscurité nocturne. Les halos sont souvent liés à un éclairage mal orienté, mal dosé et/ou mis en place dans des lieux inappropriés (Brasseur, 2014).

Dans les grandes villes et les pays industrialisés, la croissance de la population mondiale, l'urbanisation, le développement des infrastructures, la baisse des coûts d'éclairage et les nouvelles technologies ont entraîné une forte augmentation des émissions lumineuses anthropiques (Franchomme, 2023). En 2014, 23% de la surface terrestre et 88% des zones industrialisées, comme l'Europe, étaient touchées par la lumière artificielle (85% de la France). Entre 2012 et 2016, la surface de la Terre éclairée par la lumière artificielle extérieure a augmenté de 2,2% par an, avec une croissance de la radiance de 1,8% par an. Une étude récente montre qu'entre 2011 et 2022, la brillance du ciel due à la lumière artificielle a augmenté de 10% par an, doublant en moins de huit ans. Le passage aux LED depuis les années 2000 a accru la pollution lumineuse en développant l'éclairage dans de nouvelles zones. En France, le nombre de points lumineux liés à l'éclairage public est passé de 7,2 millions en 1990 à 11 millions aujourd'hui, soit une augmentation de 53%. Toutefois, la durée de l'éclairage public a diminué de 12% depuis 1990, grâce à l'extinction de l'éclairage au cœur de la nuit par environ 12 000 communes (chiffres fournis par l'Association française d'éclairage lors de l'audition de ses représentants le 4 novembre 2022). Les cartes de la pollution lumineuse de 2014 et 2021, réalisées par DaskSky Lab, montrent une légère diminution de la pollution au cœur de la nuit, sans donner d'indications sur le début et la fin de la nuit (Association Française de l'astronomie, 2022).

Cette dynamique de diminution de la pollution lumineuse en cœur de nuit peut s'expliquer par l'augmentation de la prise en compte de cette pollution dans l'aménagement du territoire notamment avec la définition et la mise en œuvre croissante de la Trame Noire sur le territoire national. Face à cette dynamique positive on note toutefois certains retours en arrière suite à des mécontentements ou changements d'élus, ou encore un développement accru de lumières artificielles nocturnes liées à différents mécanismes tels que la mise en place d'éclairages privés face aux extinctions de l'éclairage public, le développement de panneaux lumineux informatifs ou publicitaires, le développement d'activités industrielles (EnR, etc), la mise en lumière du patrimoine ou encore les fêtes nocturnes,

sources de pollution lumineuse. Le débat sur la réduction de la pollution lumineuse reste donc d'actualité, avec des tensions entre les enjeux économiques, culturels et écologiques.

En résumé, l'évolution de l'éclairage nocturne en France est marquée par une augmentation considérable de l'utilisation de la lumière artificielle au cours des siècles, accentuée par l'urbanisation et les avancées technologiques. Toutefois, la prise de conscience récente des impacts négatifs de la pollution lumineuse sur la biodiversité, la santé humaine, et l'environnement a conduit à des efforts pour mieux réguler l'éclairage public. Ces efforts s'inscrivent dans le cadre des stratégies de Trame Noire, visant à restaurer des conditions d'obscurité propices à la préservation de la biodiversité nocturne.

Le questionnement lié à cette étude met en avant trois dimensions majeures :

- La préservation de la biodiversité dans le contexte des continuités écologiques (Trame Noire) ;
- La réduction de la pollution lumineuse, qui affecte ces espèces ;
- La sobriété énergétique et les enjeux locaux de développement, qui doivent être pris en compte dans l'aménagement du territoire.

Les hypothèses de travail suite à la mise en contexte du sujet sont de trois types : écologique, technique et socio-économique. La première hypothèse est écologique et postule que la mise en œuvre de la Trame Noire dans le PNRCF permettra une réduction significative de la pollution lumineuse et donc de ces impacts sur la faune et la flore, en particulier les espèces vulnérables, comme les chiroptères. Cette hypothèse pourrait être testée en mesurant les effets sur les populations de ces espèces après la réduction des sources lumineuses dans des zones clés. L'hypothèse technique pourrait être formulée de cette façon : L'utilisation de nouvelles technologies d'éclairage (LED à spectre contrôlé ou systèmes d'éclairage adaptatif) peut permettre de concilier réduction de la pollution lumineuse et sécurité publique, limitant ainsi l'opposition à la réduction de l'éclairage nocturne. Cette hypothèse pourrait être vérifiée par des études techniques avant/après sur des zones où ces nouvelles technologies sont implantées. L'hypothèse socio-économique serait que les communes et acteurs locaux du PNRCF seront plus enclins à adopter les principes de la Trame Noire si des bénéfices économiques (comme la réduction des coûts d'éclairage public) et une meilleure sensibilisation à la protection du ciel nocturne leur sont présentés. Il pourrait être intéressant de réaliser des enquêtes ou des études de cas sur l'acceptation sociale et les retombées économiques de l'extinction de l'éclairage public dans certaines communes.

Le contexte de l'étude ayant été posé, la méthodologie de cette dernière peut être explicitée.

2. Matériel et méthodes

Cette partie détaille les étapes méthodologiques entreprises pour mener à bien l'étude sur la pollution lumineuse et la Trame Noire dans le Parc Naturel Régional des Corbières-Fenouillèdes. Ce processus inclut une large revue bibliographique sur les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité, en se concentrant particulièrement sur les chiroptères, un groupe bioindicateur clé. Il s'appuie sur des échanges avec des experts et des acteurs locaux, complétés par des enquêtes menées auprès des communes pour évaluer leurs pratiques d'éclairage public. Une modélisation SIG (Système d'Information Géographique) a permis de visualiser les données collectées, notamment sur l'éclairage public, la pollution lumineuse et la biodiversité. Ces étapes ont abouti à l'élaboration d'une stratégie pour la réduction de la pollution lumineuse, identifiant les zones prioritaires d'intervention et proposant des pistes d'actions concrètes pour préserver les corridors écologiques nocturnes.

2.1. Bibliographie et état de l'art

Les sujets liés à la trame noire sont nombreux et variés : l'éclairage, la pollution lumineuse, les conséquences de cette dernière sur les santés humaines, animales et des écosystèmes ainsi que sur la qualité des cieux pour l'observation des astres. C'est pourquoi, dans un premier temps, des recherches bibliographiques ont été entamées sur ces différents sujets. Le volet biodiversité représente un intérêt certain pour l'élaboration de la stratégie Trame Noire à l'échelle d'un parc naturel régional. Le choix a donc été fait d'approfondir les recherches sur ce thème. Parmi les mammifères nocturnes, les chiroptères, se sont particulièrement distingués. En effet, la littérature scientifique fait le constat que les chiroptères sont de bonnes espèces bioindicatrices pour l'élaboration d'une trame noire car elles sont lucifuges pour la plupart, c'est-à-dire qu'elles fuient la lumière (Sordello *et al.*, 2021).

Afin d'avoir une vue d'ensemble sur les nombreuses conséquences de la pollution lumineuse sur la biodiversité et les écosystèmes, tout en réduisant le travail de recherche, les chiroptères ont été choisis comme taxon de référence. La question des impacts de pollution sur les chiroptères et les leviers d'actions pour les réduire a fait l'objet d'une synthèse bibliographique.

Afin de réaliser les recherches documentaires nécessaires pour appréhender le concept, les enjeux et les outils de la Trame Noire des experts dans ces sujets (chercheurs sur les trames écologiques, chiroptérologues, syndicats d'énergie (SDE), etc.) ont été sollicités. La récolte de retours d'expérience d'autres Parcs a permis de comprendre les stratégies d'autres territoires pour pouvoir les adapter à celui du PNRCF. Des échanges ont également eu lieu avec des agents, ainsi que les stagiaires d'autres PNR travaillant sur des thématiques en lien avec la trame noire. La rencontre d'acteurs locaux, comme des membres d'associations de protection des chiroptères ou de bureau d'étude, a aussi été une ressource pour l'élaboration de la stratégie trame noire du parc. La liste des personnes sources pour cette étude est faite dans le tableau en annexe 1.

En parallèle des échanges avec experts de la Trame Noire, des articles scientifiques ont été recherchés. Les moteurs de recherche privilégiés ont été Google Chrome et Google Scholar. Les mots clés utilisés ont été les suivants :

- « Trame noire »
- « Pollution lumineuse »
- « Chiroptères »
- « Éclairage »
- « Biodiversité »
- « Nocturne »
- « Stratégie »
- « Astronomie »
- « Energie »

Puis ces mêmes mots clés ont été recherchés sur des plateformes comme Science Direct, Web of Science, Springer Open, Nature, etc. afin d'avoir un panel de sources scientifiques variées. De plus, les sources des articles lus ont été étudiées et lues à leur tour selon leur pertinence. Les articles scientifiques et autres documents ont été téléchargés et référencés dans le logiciel Zotero en indiquant leur titre, la date de parution et de consultation, le nom des auteurs et un résumé des informations principales, afin de constituer un fond d'informations aisément consultable.

Des recherches ont été entreprises sur la réglementation liée à la pollution lumineuse ainsi qu'à l'éclairage nocturne. Les sources d'information sur le sujet réglementaire ont été trouvées sur des sites gouvernementaux comme Légifrance et le Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires ou encore Européens comme EUR-Lex en entrant les mots clés « nuisance lumineuse », « pollution lumineuse » et « éclairage public ». Le CEREMA (Centre d'études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement) propose également des guides techniques

afin de mieux comprendre les textes réglementaires et accompagner leur mise en œuvre. Ces informations ont ensuite été résumées dans une note technique (annexe 2).

La réglementation apporte des pistes d'actions afin de réduire les nuisances liées à la pollution lumineuse. Cependant, des recherches complémentaires ont été menées sur les leviers d'actions qui permettraient de limiter la pollution lumineuse ainsi que ses impacts sur la biodiversité, notamment sur les chiroptères, sur la santé humaine et sur les aspects sociaux-économiques liés aux activités humaines.

L'une des solutions ressorties de la recherche précédente a fait l'objet d'un approfondissement : les labels. En effet, deux labels ont été mis en évidence lors des recherches de leviers d'action visant à réduire la pollution lumineuse : Villes et Villages Etoilés (VVE) et Réserve Internationale de Ciel Etoilé (RICE). Des membres de l'association desservant le label VVE ont été contactés afin de récolter des informations complémentaires à leur site internet. Pour les RICE, des retours d'expérience ont été recueilli auprès de Parcs labellisés ou en cours de labellisation (Pic du Midi, PNR des Pyrénées Catalanes). Une note technique (annexe 3) a été rédigée sur ces labels.

Afin de pouvoir mettre en place ses solutions lors de la mise en œuvre de la stratégie Trame Noire il a fallu faire des recherches sur d'éventuels financements. Les recherches se sont tournées vers le Fonds vert, Fonds d'accélération de la transition écologique dans les territoires. L'axe 1 intitulé « Rénovation des parcs de luminaires d'éclairage public » a semblé être adapté aux financements de l'acquisition de matériel et à la réalisation d'études sur l'éclairage public des communes du PNRCF.

L'état de l'art théorique étant fait, il a été question de récolter des informations concrètes et données de terrain fiables pour mener l'étude de la pollution lumineuse dans le territoire du Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes.

2.2. Enquêtes

Une enquête d'une quinzaine de questions (annexe 4), destiné à faire l'état des lieux de l'éclairage public et des volontés des communes du Parc naturel régional Corbières-Fenouillèdes, a été diffusé par mail et lors d'un comité syndical (en format papier) aux maires des communes du Parc au cours de l'été 2023. Les questions portaient sur l'extinction et la gestion de l'éclairage public ainsi que sur les attentes des communes et leur besoin ou non d'accompagnement de la part du Parc. Les résultats de cette enquête ont été dépouillés une première fois en avril 2024. Il y avait alors un taux de réponse de 57,6% (57 communes sur 99). Pour compléter les informations des communes n'ayant pas répondu, il a fallu contacter une seconde fois les communes par mail et/ou par téléphone. La grande majorité des réponses manquantes ont été collectées entre avril et juillet. Le taux de réponse était alors de 83,8%. Les réponses à chaque question de cette enquête ont été entrées dans le logiciel Excel puis mises sous forme de graphique afin de mieux visualiser les résultats et pouvoir les analyser. Les bases de données ainsi formées sont exposées en annexe 5 pour les réponses brutes et en annexe 6 pour la réalisation des graphiques.

Un guide d'entretien a également été réalisé afin d'interroger les différents acteurs confrontés à la gestion des questions de pollution lumineuse et d'éclairage public. Ce guide est présent en annexe 7. Il a été construit dans le but de mettre en évidence des arguments nécessaires à la compréhension de ces problématiques et permettant de convaincre une commune à entrer dans une démarche volontaire d'amélioration et/ou d'extinction de son éclairage public. Pour ce faire, des personnes qui ont su convaincre par le passé ont été interrogés comme un ancien agent de la réserve naturelle de Mantet, des astronomes amateurs ou encore un membre de du bureau d'étude DarkSky Lab. De plus, ces entretiens avaient pour but de rassembler des éléments pour la rédaction d'un protocole de diagnostic de l'éclairage public d'une commune. La construction du guide d'entretien a donc été motivée par ces questions. Les contacts des personnes interrogées ont été rechercher dans le réseau déjà établi lors des recherches bibliographiques et de nouveaux ont été acquis au cours des entretiens.

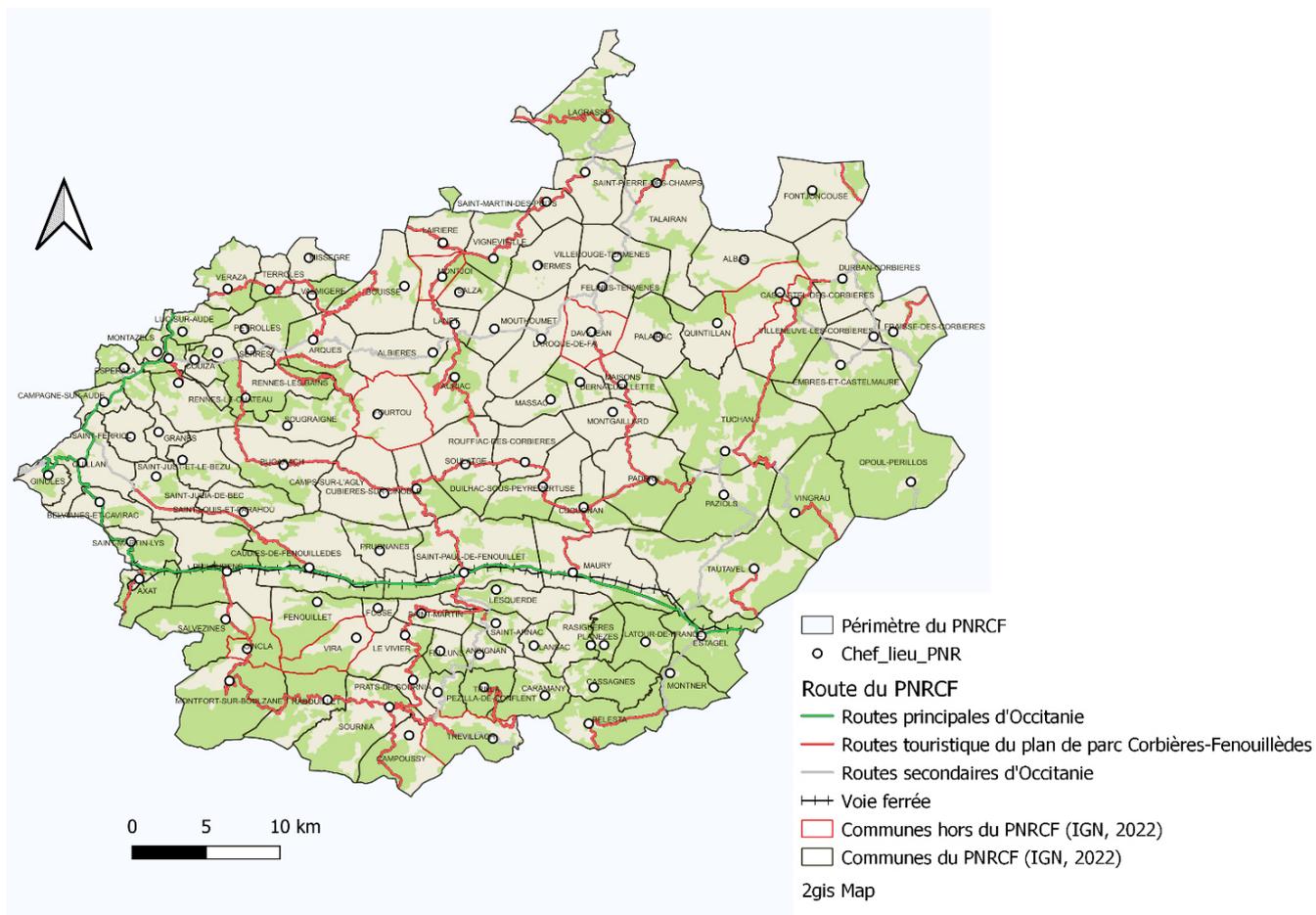


Figure 6 : Présentation du territoire d'étude : le PNR Corbières-Fenouillèdes.

Les résultats du questionnaire ont été traités et modélisés sous forme de carte afin de les rendre plus lisibles et visuels mais également d'individualiser les réponses de chaque commune.

2.3. Modélisation SIG

Plusieurs cartes ont été créées à l'aide du logiciel QGIS. Dans un premier temps il est important de présenter le territoire de l'étude dans son ensemble. Pour ce faire, une cartographie administrative a été réalisée et est présentée en figure 6. Cette carte regroupe les différentes limites administratives (départements, communes, chefs-lieux) acquis par l'IGN (Institut National de l'Information Géographique et Forestière), les principaux axes de transports renseignés par la région Occitanie (Open data Occitanie) ainsi qu'un fond de carte permettant de distinguer les différentes occupations du sol sur le territoire.

La cartographie l'extinction de l'éclairage public sur le territoire du Parc a été initiée à la suite des réponses des communes à l'enquête sur l'éclairage public. Une carte diffusée en novembre 2022 dans le journal local « L'indépendant » a également été prise en compte afin de réaliser une cartographie la plus complète possible de l'état d'éclairage du PNRCF notamment pour les communes faisant parties du périmètre du Parc mais non adhérentes à la charte ou n'ayant pas répondues à l'enquête. Une fois les communes catégorisées selon leur statut d'extinction (éteintes, allumée, en réflexion et sans information) elles ont été séparées en plusieurs couches en fonction de ces catégories afin de visualiser leur répartition sur le territoire. Un code couleur a été appliqué pour chaque catégorie et sera repris sur toutes les cartes modélisant le statut d'extinction des communes.

La modélisation de la pollution lumineuse a été possible grâce aux données de luminance de la région Occitanie (Région Occitanie *et al.*, 2021) ainsi qu'aux données de radiance satellitaire (VIIRS et LuoJia) des départements de l'Aude et des Pyrénées Orientales (CEREMA, 2024a; 2024b). Celles-ci ont été acquises afin de savoir où la pollution lumineuse était la plus importante. Cette information a été comparée avec le statut d'extinction des communes du Parc pour vérifier la cohérence entre cette donnée et les dires des communes. Les données du satellite VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) ont été acquises de 2011 à 2023, la résolution spatiale est de 740 mètres et la bande spectrale balayée est comprise entre 500 et 900 nanomètres. Celles du satellite LuoJia sont acquises depuis 2018, elles sont plus précises avec une résolution spatiale de 130 mètres et une bande spectrale de 460 à 800 nanomètres.

Les données de TVB ont également été modélisées sur une nouvelle carte afin d'identifier les zones réservoirs de biodiversité ainsi que les corridors écologiques les reliant. La TVB ayant été cartographiée par le PNRCF, grâce aux bases de données du SRCE, de la DREAL (Directions Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) et de l'INPN (Inventaire national du patrimoine naturel), les données utilisées étaient déjà disponibles sur le serveur interne du Parc. Comme les chiroptères sont le groupe biologique cible pour réaliser cette modélisation, des données d'habitat, d'observation et de zones de protections spéciales ont été récoltées via le SINP (Système d'Information de l'Inventaire du Patrimoine Naturel) et la DREAL. Les zones faisant l'objet d'un Plan National d'Action (PNA) pour les chiroptères ainsi que les points où ils avaient été observés ont été indiqués. Certaines données ont fait l'objet de l'établissement d'une zone tampon de 300 mètres autour de la zone concernée afin d'adapter leur échelle à celle de la précision des données du satellite VIIRS. Cette compilation de données donne une meilleure idée des réservoirs de biodiversité nocturne. En ce qui concerne les corridors, des experts en chiroptères ont été consultés afin de définir les zones de déplacement les plus propices à ce groupe. Les cours d'eau, les cols ainsi que les éléments linéaires, comme les haies, ont été identifiés. Cette représentation de la TVB a été adaptée en une autre carte pour modéliser la Trame Noire. Les zones de conflit entre ce réseau écologique et la pollution lumineuse ont été mises en évidence grâce à la superposition du réseau préétabli et de la radiance la plus récente (VIIRS, 2023). Ces cartes permettent de mieux appréhender les zones du Parc les plus et moins favorables à la biodiversité nocturne et donc de visualiser les zones d'action

prioritaires. Cette approche correspond à une méthode déductive d'élaboration de la Trame Noire à partir d'une TVB déjà existante.

Les sources des données et leur utilisation sont détaillées dans le tableau en annexe 8.

2.4. Elaboration de la stratégie

Après avoir identifié les réseaux écologiques incluant les nuisances lumineuses, il s'agit d'engager des pistes d'action pour préserver et/ou restaurer ces réseaux. L'objectif principal de cette stratégie est de diminuer le niveau de fragmentation et d'atténuer voire supprimer les zones conflictuelles identifiées.

Afin de regrouper les informations concernant le statut d'extinction des communes du Parc, la pollution lumineuse, la TVB et donc la TN, une base de données a été réalisée sur Excel. Le choix a été fait de travailler à l'échelle communale, c'est-à-dire que chaque commune représente une ligne/unité de la base de données, car la commune sera l'échelle d'action du Parc pour la mise en place d'actions concrètes. Chaque paramètre correspond à une colonne, à chaque paramètre est attribué un score et l'addition de ces scores permet de déterminer les communes où l'enjeu est prioritaire. L'extinction est représentée de façon binaire (commune éteinte = 0 ; allumée = 1) et un point de plus est accordé à chaque commune ayant entamé une réflexion sur le sujet. La volonté des communes à être accompagnées est prise en compte selon le nombre de type d'accompagnement qu'ils souhaitent, ou non, recevoir (d'après les réponses à l'enquête sur l'éclairage public). Tous les indicateurs de la pollution lumineuse y sont également intégrés. Le codage de la radiance et de la luminance a été réfléchi selon le nombre de « couche » de différentes couleurs présentes sur la commune. Ces « couches » modélisent l'étendue et l'intensité lumineuse du halo dégagé par l'éclairage d'une commune. Les scores de cette section vont de 0 (absence de pollution lumineuse) à 7 (pollution lumineuse la plus élevée du PNRCF). Les zones de protection spéciales ainsi que les éléments de la Trame verte et bleue ont été pris en compte selon le principe de présence/absence sauf les corridors qui pouvaient être de nature différente et qui ont donc été simplement comptabilisés. La base de données ainsi formée est présente en annexe 9. Cette base de données a ensuite été entrée sur le logiciel QGIS afin d'avoir un rendu clair des communes prioritaires du Parc. Un gradient de couleur, du blanc au rouge, a été choisi pour représenter les zones de faible à fort enjeu.

Une fois les zones prioritaires identifiées, des pistes d'actions ont été formulées. Plusieurs axes et échelles d'actions ont été identifiés et regroupés dans la proposition de stratégie Trame Noire présentée dans la partie 4.2. L'élaboration de cette stratégie a été dirigée par les résultats des nombreuses recherches sur les enjeux et acteurs locaux de la TN. Elle s'inspire également des synthèses bibliographiques réalisées sur ce sujet (Sordello, 2011; Sordello *et al.*, 2018; 2021) ainsi que des stratégies territoriales déjà mise en place comme celle des Hauts de France (CEREMA, 2019).

Afin de fixer des objectifs de labellisation à la stratégie il a fallu estimer le nombre de communes éligible au label VVE par exemple. Un membre de l'ANPCEN a été contacté et a fourni l'exemple de la commune de Cucugnan sur laquelle l'association a fait des relevés de qualité de ciel nocturne. Toutes les communes ayant les mêmes caractéristiques d'extinction ont donc été comptées comme pouvant potentiellement recevoir ce label. Ce résultat a ensuite été modélisé sur QGIS.

3. Résultats

Cette partie suivante présente les résultats de l'étude des éléments nécessaires à l'élaboration d'une stratégie Trame Noire à l'échelle du PNRCF, en explorant notamment les enjeux environnementaux, les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité (notamment les chiroptères), les aspects socio-économiques liés à l'éclairage nocturne, ainsi que les leviers d'action

pour réduire ces nuisances. La cartographie de la Trame Noire dans le parc et l'analyse des données recueillies permettent de poser les bases d'une stratégie d'action efficace.

3.1. Enjeux environnementaux de la Trame Noire

3.1.1. Effets de la pollution lumineuse sur la faune et la flore

La lumière a une influence sur la plupart des êtres vivants. Chez les animaux il s'agit de la modification du taux d'activité, de l'orientation, du comportement social, migratoire, ou reproducteur, de la facilité à localiser une proie ou à éviter un prédateur, etc. La pollution lumineuse joue donc un rôle très important dans la vie de nombreuses espèces de tous les taxons. Sa régulation est donc essentielle pour la conservation des espèces menacées.

La pollution lumineuse trouble en effet les repères temporels d'espèces variées. Les plantes, par exemple, qui possèdent une large gamme de photorécepteurs, perçoivent et répondent aux signaux lumineux dans les zones UV, bleue, rouge et proche infrarouge du spectre électromagnétique. La lumière influence divers processus tels que la germination, la croissance, l'expansion des feuilles, la floraison, le développement des fruits et la sénescence (Briggs, 2002). Quant aux insectes, Eisenbeis et Hassel estiment à environ 150 le nombre d'entre eux tués par lampadaire et par nuit d'été, représentant plus d'un milliard d'insectes morts chaque nuit en Allemagne (Eisenbeis, Hassel, 2000). Cela affecte tout le réseau trophique dépendant de ces insectes et les plantes, car de nombreux insectes nocturnes sont pollinisateurs ou phytophages. De plus, un grand nombre d'espèces aquatiques sont sensibles à la pollution lumineuse à tous les niveaux trophiques. L'étude de Nemeth et Anderson montre une augmentation de l'activité nocturne des Saumons coho et chinook, d'ordinaire inactifs, de 90% en présence de lumière artificielle (Nemeth, Anderson, 1992).

La pollution lumineuse met également en péril les repères spatiaux des espèces se déplaçant la nuit, ayant un effet soit attractif soit répulsif. La majorité des oiseaux migrateurs, notamment ceux qui traversent le Sahara pour se rendre en Afrique, se déplacent de nuit (Bruderer, 2002). Beaucoup d'entre eux, comme les passereaux et les canards, s'orientent grâce à la position des étoiles. Cette boussole stellaire n'est pas innée, mais acquise avant le vol migratoire, rendant la visibilité des étoiles essentielle à leur survie (Teyssède, 1996). Les oiseaux migrateurs peuvent être désorientés en entrant dans les halos lumineux qui se forment au-dessus des villes la nuit. Éblouis et privés de leur carte céleste, ils tournent en rond (Bruderer, 2002), épuisant ainsi des ressources énergétiques et entrant même parfois en collision avec des édifices lumineux (tours de télévision, plateformes pétrolières, bateaux, éoliennes, etc.). La lumière artificielle dirigée vers les milieux aquatiques a également des conséquences sur les déplacements des espèces y vivant. Cette dernière perturbe les migrations de poissons tels que le Saumon. Certaines études révèlent un phénomène d'attraction par la lumière artificielle (Larinier, Boyer-Bernard, 1991). Le même phénomène d'attraction, appelé phototaxie positive, est observé et bien connu chez insectes nocturnes. Kolligs a montré que les insectes attirés par les lampes étaient à 99% des moustiques, des papillons, des mouches et des coléoptères (Kolligs, 2000). Certaines espèces appartenant à ces taxons sont d'intérêt communautaires au sein du PNRCF comme la Rosalie des Alpes (*Rosalia alpina*) ou encore la Noctuelle des peucédans (*Gortyna borelii*). Eisenbeis et Hassel ont démontré que le rayon d'attraction autour des lampadaires varie de 400 à 700 m en temps normal et d'environ 50 m les nuits de pleine lune (Eisenbeis, Hassel, 2000). Étant donné que les lampadaires sont généralement espacés de 30 à 50 mètres, les rues éclairées constituent un obstacle pratiquement infranchissable pour les insectes nocturnes (Baur *et al.*, 2004). De la même façon que les oiseaux migrateurs, les insectes se retrouvent pris au piège, attirés par la lumière, et s'épuisent en vol ou sont prédatés.

Les différents taxons étudiés ont des réponses différentes à l'exposition à une lumière artificielle nocturne. Ceux-ci peuvent également réagir différemment selon la source lumineuse à

	UV (<400 nm)	Violet (400-420 nm)	Bleu (420-500 nm)	Vert (500-575 nm)	Jaune (575-585 nm)	Orange (585-605 nm)	Rouge (605-700 nm)	IR (>700 nm)
Chiroptères	X	X	X	X	○	?	○	?
Mammifères terrestres	?	?	X	?	?	?	?	?
Mammifères marins	?	?	?	?	?	?	?	?
Oiseaux	X	?	X	X	?	X	X	?
Tortues marines	?	X	X	X	?	?	○	?
Autres reptiles	?	?	?	?	?	?	?	?
Amphibiens	?	X	X	X	X	X	○ X (effet réduit pour certaines espèces)	?
Insectes	X	?	X	?	?	?	?	○
Coraux/Invertébrés aquatiques	?	?	X	X	?	?	○	?
Poissons	X (poissons de profondeur)	?	X (poissons de profondeur)	X (poissons de profondeur)	X (poissons de surface)	?	X (poissons de surface)	?
Plantes chlorophylliennes	X	?	X	X	?	?	X	X

Figure 7 : Bandes spectrales et leurs impacts par taxon (Rapport d'étude AUBE – étude bibliographique CEREMA, 2018).

X : Effet constaté.

O : Pas ou peu d'effet identifié.

? : Pas d'information.

laquelle ils sont exposés. L'intensité lumineuse, moins elle est élevée, moins son effet répulsif sera important (Stone *et al.*, 2012). La direction du flux lumineux est également importante pour les espèces volantes par exemple. Le type de source lumineuse a également un impact sur les différents groupes. La couleur générale de la lumière émise (spectre) induit plus ou moins d'impact sur la faune et la flore comme le montre la figure 7. Les domaines de longueur d'onde du plus au moins impactant sur les taxons étudiés sont : le bleu, le vert, les UV, le violet, l'orange, le jaune et le rouge. Les domaines dont les effets sont les plus documentés sont le bleu, le rouge et le vert. Le domaine rouge, allant de 605nm à 700nm, est celui n'ayant pas ou peu d'effet identifié pour le plus grand nombre d'espèce étudiées, soit les tortues marines, les coraux ou invertébrés aquatiques, certaines espèces d'amphibiens et les chiroptères. Les amphibiens ainsi que les chiroptères sont les deux groupes avec le plus grand nombre de domaine dont l'effet a été identifié.

Les effets néfastes de la pollution lumineuse sur la faune et la flore révèlent l'ampleur de l'impact de l'éclairage artificiel sur les écosystèmes nocturnes, affectant divers taxons de manière significative. Parmi ces taxons, les chiroptères, en raison de leur mode de vie strictement nocturne et de leur grande sensibilité à la lumière, constituent un groupe particulièrement vulnérable. Cette sensibilité unique place les chiroptères au cœur des préoccupations liées à la conservation des écosystèmes nocturnes. Dans la section suivante, nous examinerons en détail les effets spécifiques de la pollution lumineuse sur ce groupe, en explorant comment elle influence leur comportement, leur cycle de vie et leur survie dans un environnement de plus en plus perturbé par l'éclairage artificiel.

3.1.2. Effets de la pollution lumineuse sur le groupe spécifique des chiroptères

Les chiroptères sont des animaux particulièrement originaux et diversifiés, répartis dans presque tous les habitats terrestres à l'exception de l'Antarctique. En France, 174 espèces de chiroptères sont recensées, dont 35 en métropole. Parmi une diversité alimentaire incluant des insectivores, frugivores, carnivores, piscivores, nectarivores et hématophages, seules les espèces insectivores sont présentes en France métropolitaine. Ces mammifères sont dotés de plusieurs adaptations nocturnes uniques, telles que l'écholocation, un système de sonar découvert par Donald Griffin dans les années 1940, qui leur permet de s'orienter dans l'obscurité (Dietz, Kiefer, 2021). Leurs rétines, principalement composées de bâtonnets, leur offrent une vision monochromatique adaptée à la faible luminosité, bien que certaines espèces (souvent nectarivores) puissent également percevoir la lumière ultraviolette. La sensibilité des chiroptères à la lumière est particulièrement marquée, car ils nécessitent l'obscurité pour mener à bien des activités essentielles, telles que la chasse, le déplacement et l'accès à leurs gîtes (Arthur, Lemaire, 2021). Leur cycle de vie est étroitement lié à l'alternance des saisons, avec des périodes cruciales comme la mise-bas en été, l'accouplement en automne et l'hibernation en hiver (Dietz, Kiefer, 2021). C'est pourquoi les chiroptères ont une dépendance forte à l'obscurité et sont vulnérables face à la lumière artificielle. Le PNRCF compte parmi ces espèces patrimoniales neuf espèces différentes de chiroptères (annexe 10). De plus, les chiroptères sont des espèces protégées avec une réglementation et des zonages déjà existants (PNA, Natura 2000, ...).

Les pressions que les espèces de chiroptères subissent sont très diverses. Malgré de nombreuses Lois et conventions de protection (internationales, européennes, nationales) en vigueur dès les années 1970, il semblerait que les effectifs actuels de chauves-souris soient nettement inférieurs à ceux des années 1950 bien que les études sur ce groupe étaient rares à cette époque (Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer *et al.*, 2017). L'une des menaces qui pèse sur ce groupe est la modification et la dégradation de leur habitat naturel, notamment par les nuisances lumineuses.

Les chiroptères sont l'un des groupes les plus suivis en matière d'incidence de la pollution lumineuse. En effet, les chiroptères, genre d'espèces nocturnes particulièrement sensibles à la

lumière, plus couramment appelés chauves-souris, ont tendance à diminuer leur activité dans les endroits pollués par de la lumière artificielle ou même à les fuir. La seule luminosité de la pleine lune suffit à réduire leur activité : on appelle ce phénomène la phobie lunaire. La pollution lumineuse impacte négativement l'activité acoustique de nombreuses espèces de chauves-souris et modifie leur chronobiologie lunaire. La moitié des espèces étudiées montrent une réponse altérée au cycle lunaire, perdant leur phobie lunaire en présence de lumière artificielle. Par exemple, l'espèce *Myotis austroriparius* a une activité six fois supérieure en l'absence de lumière artificielle (Li *et al.*, 2024).

La réaction à la pollution lumineuse des chiroptères varie selon les espèces. En général, les chauves-souris à vol lent et avec une charge alaire (rapport poids - envergure) basse, dites « glaneuses », évitent la lumière artificielle, qui fragmente leur habitat et les pousse à choisir des itinéraires alternatifs lors de leurs déplacements (*Myotis sp.* ; *Rhinolophus sp.* ...). En revanche, les espèces à vol rapide et à charge alaire élevée, dites de « haut vol », exploitent la lumière artificielle comme source de nourriture (*Pipistrellus sp.* ; *Eptesicus sp.* ; *Nyctalus sp.* ...). L'article « Street lighting disturbs commuting bats » (Stone *et al.*, 2009) apporte les premières preuves des effets négatifs de la pollution lumineuse sur les comportements de déplacement des chauves-souris. Certaines espèces tolérantes trouvent des opportunités de chasse grâce à la lumière artificielle, mais cela augmente leur risque de mortalité par collision avec des véhicules ou par prédation (Stone *et al.*, 2015). Les espèces les moins tolérantes resteront repoussées par toute émission lumineuse, même de faible intensité, similaire à la lumière de la lune (Li *et al.*, 2024; Stone *et al.*, 2012). Une compétition intra et interspécifique est donc observée dans les zones polluées par la lumière. En Suisse, une étude démontre la corrélation entre la diminution de la présence des espèces appartenant aux rhinolophes et l'augmentation de la présence de celles appartenant aux pipistrelles. Cela implique soit que ces espèces exploitent désormais deux niches différentes soit qu'elles sont en compétition pour se nourrir (Rowse *et al.*, 2016). La compétition interspécifique est également motivée par le besoin de s'alimenter. En 1993, Frey démontre une compétition entre *Tyrannus forficatus*, un oiseau insectivore chassant jusqu'à trois heures après le coucher du soleil, et les chiroptères présents sur le même territoire. La lumière artificielle ayant comme effet de prolonger le jour, elle entraîne une compétition entre espèces diurnes et espèces nocturnes (Rowse *et al.*, 2016).

L'exposition à la lumière artificielle à proximité des gîtes affecte également le comportement et le succès alimentaire des adultes, impactant négativement le développement des jeunes et leur taux de survie à l'hibernation. La réduction de l'intensité lumineuse peut minimiser les impacts de la pollution lumineuse sur le rythme circadien des espèces les plus tolérantes (Stone *et al.*, 2015), mais pour les espèces les plus sensibles la sortie de gîte par exemple sera tout de même retardée (Stone *et al.*, 2009).

En résumé, la pollution lumineuse a de multiples effets sur la faune et la flore, incluant attraction, répulsion, modifications des rythmes biologiques ainsi que des comportements de déplacement, altération du succès reproductif et peut même entraîner leur mort. Leur degré de sensibilité varie selon les espèces, le milieu de vie, la tolérance à la lumière, le régime alimentaire et le type de vol, mais également les caractéristiques des sources lumineuses. Les chauves-souris sont un ensemble d'espèces bioindicatrices importantes pour évaluer l'impact de la pollution lumineuse sur les écosystèmes nocturnes.

3.1.3. Effets de la pollution lumineuse sur la santé humaine

L'exposition à la lumière artificielle la nuit a un effet délétère sur l'horloge biologique humaine. Comme la plupart des mammifères, l'Homme dispose d'un système de régulation de son horloge interne basé sur la lumière. Certaines cellules des ganglions sont photosensibles (ipRGCs). Elles sont responsables des fonctions non-visuelles de la rétine, et perçoivent le signal lumineux qui est transmis à l'horloge interne pour aboutir à la glande pinéale. L'exposition à la lumière joue le rôle

de synchronisateur : la lumière bleue inhibe la production de mélatonine par la glande pinéale située dans le cerveau. La mélatonine est l'hormone qui provoque l'endormissement, elle gère donc le cycle veille/sommeil et de très nombreuses autres fonctions dans l'organisme (humeur, appétit, etc.). L'inhibition de la sécrétion de cette hormone est capable d'avancer ou de retarder l'horloge biologique selon l'heure d'exposition, à l'origine d'une désynchronisation. Le rapport de l'Anses, publié en 2019, analyse les impacts de la lumière bleue et montre qu'une exposition, même très faible, à cette lumière le soir ou la nuit perturbe les rythmes biologiques et donc le sommeil, notamment via les écrans (ANSES, 2019).

Outre le dérèglement du rythme circadien, la lumière artificielle peut avoir un impact négatif sur la rétine, en rapport avec la toxicité de la bande bleue (380-500nm) du spectre visible notamment utilisée dans les LED. La phototoxicité résulte de lésions photochimiques au niveau de l'épithélium pigmenté et des photorécepteurs rétiniens responsables de la fonction visuelle de la rétine. Leurs pigments photosensibles, opsine pour les cônes et rhodopsine pour les bâtonnets, sont consommés le jour et régénérés la nuit. Le respect d'un rythme circadien plongeant, de nuit, la rétine dans une obscurité totale est donc fondamentale pour la régénération des messagers chimiques par les photorécepteurs qui les consomment. L'exposition à la lumière la nuit perturbe gravement leur métabolisme. Cette phototoxicité peut être une cause de maladies dégénératives de la rétine. De plus, l'incidence de cancer du sein, 50 à 200 % plus élevée chez les infirmières exposées à la lumière artificielle la nuit, est rapportée à l'inhibition de la mélatonine, la privation de sommeil et la désynchronisation. L'exposition des adolescents aux écrans fait aussi question car les LED des appareils émettent une lumière bleue, dont l'impact sur l'horloge interne est considérable. Les désynchronisations chroniques des travailleurs de nuit comme celles des adolescents doivent être considérées comme des préoccupations importantes de santé publique (Dufier, Toutou, 2021).

Les éclairages domestiques à LED de type « blanc chaud » présentent un faible risque de phototoxicité. En revanche, d'autres types d'éclairage à LED tels que des lampes torches, les phares automobiles ou les écrans peuvent émettre des lumières particulièrement riches en bleu et présenter des risques pour la santé. Par ailleurs, de nouveaux effets dus à une exposition aiguë et à long terme à la lumière riche en bleu sont mis en évidence : baisse de la vue, risques augmentés de dégénérescence maculaire liée à l'âge (maladie chronique liée à une dégradation de la partie centrale de la rétine), etc.

Le rythme de vie et la santé des Hommes sont donc étroitement liés à la présence ou non de pollution lumineuse. Qu'elle vienne de l'extérieur (éclairage public, phares de voiture) ou de l'intérieur (ampoules, écrans), ses effets sur notre biologie sont considérables. La modification de notre mode de vie affecte également notre perception de l'environnement qui nous entoure, notamment les paysages nocturnes qui sont altérés par la lumière artificielle. Parmi les éléments de ces paysages nocturnes, les plus emblématiques sont les étoiles. La voute céleste intrigue et fascine depuis la nuit des temps, mais sa visibilité est aujourd'hui menacée.

3.1.4. Effets de la pollution lumineuse sur l'astronomie

Les observatoires et plateformes astronomiques sont une fenêtre ouverte sur l'Univers. Là, des astronomes pratiquent l'étude scientifique des astres, des planètes (y compris la Terre) et de la structure de l'univers. Les astronomes, professionnels ou amateurs, ont été les premiers à remarquer les effets de la pollution lumineuse sur le ciel nocturne avec la « disparition » des étoiles. Le ciel étant de moins en moins noir à cause de la présence de lumière artificielle, les étoiles, nébuleuses et galaxies ne sont plus visibles (Reserve internationale de ciel étoilé du Mont-Mégantic, 2023). La pollution lumineuse qui réduit la visibilité du ciel étoilé provient de la lumière réfléchi qui repart vers le ciel ainsi que de la lumière émise vers le haut ou proche de l'horizon. Cette lumière est dispersée par les molécules de gaz et autres particules atmosphériques en suspension (poussière, aérosols, gouttelettes) ce qui forme un halo lumineux masquant la voute céleste. Les objets d'études de l'astronomie sont

essentiellement des objets très faiblement lumineux. Les astronomes considèrent qu'une augmentation entre 10% et 33% de la luminosité du ciel par rapport à ce niveau naturel gêne l'observation des astres. D'autre part la création et les investissements à réaliser sur un observatoire astronomique sont très importants. Donc la qualité d'un site est primordiale et doit être anticipée sur le long terme. Sans quoi, les observatoires seraient menacés et pourraient même être contraints de fermer comme ce fut le cas pour le plus grand observatoire Canadien, le David Dunlap Observatory. C'est pourquoi, les responsables d'observatoires et de sites astronomiques professionnels militent activement pour une meilleure qualité des cieux. La lutte contre la pollution lumineuse et les processus mis en place ont été initiés dans le cadre de la sauvegarde d'observatoires astronomiques professionnels. La protection des sites astronomique est primordiale car ils sont des lieux d'animation, de formation, de culture, de découverte de la nature la nuit et de recherches scientifiques (Bonavitacola, 2023).

La lumière artificielle représente donc un danger, à la fois pour les êtres vivants (faune, flore et humanité) mais également pour l'observation du ciel étoilé qui est dégradé voire impossible dans certaines zones les plus polluées. Cette pollution provient de pôles d'activités humaines comme les villes ou les zones industrielles. C'est l'Homme lui-même qui a implanté cette pollution et qui produit, pour l'alimenter, de l'énergie et des matériaux parfois rares. Cette production a des conséquences sur les besoins énergétiques et les finances des populations qui les mettent en place. De même, la pollution lumineuse prive ceux qui y sont exposés de l'observation des étoiles et donc d'une partie de la connaissance et de la culture commune associées.

3.2. Lien entre éclairage nocturne, consommation d'énergie et aspects socio-économiques

Selon l'ADEME (ADEME, 2011), la consommation d'électricité annuelle pour l'éclairage public et l'éclairage des bâtiments s'élève à 56 TWh en France, soit entre 10 et 11% de la production totale d'électricité. Cet éclairage peut représenter jusqu'à 50% des consommations d'électricité et 20% du budget énergie d'une commune de moins de 2000 habitants. Le fonctionnement de cet éclairage nécessite de l'électricité, principalement produite à partir de sources nucléaires (uranium) et d'énergies fossiles (charbon, gaz, fioul). Or, celles-ci se trouvent en quantité limitée dans le sous-sol de la terre et arriveront tôt ou tard à épuisement. De plus, la France est pratiquement totalement dépendante d'autres pays pour leur fourniture. Enfin, l'utilisation de ces énergies n'est pas sans conséquences pour l'environnement : émissions de CO₂, dérèglements climatiques, production de déchets radioactifs dangereux, etc. Il convient donc de maîtriser ces consommations électriques en veillant à ne pas user de l'éclairage inutilement (Brasseur, 2014).

La pollution lumineuse entraîne un « gaspillage » d'énergie non négligeable. Cette dépense d'énergie non essentielle peut être due à une surconsommation des appareils d'éclairage ou simplement de l'éclairage nocturne constant de zones sans besoins particuliers. Selon l'International Dark-Sky Association (IDSA)⁹, au moins 30% de l'éclairage extérieur serait « gaspiller » aux Etats-Unis, représentant chaque année un coût de 3,3 milliards de dollars. La rénovation des systèmes d'éclairage par les LED devrait permettre de réduire fortement la consommation d'énergie compte tenu du rendement énergétique des LED. Selon l'Association française de l'énergie¹⁰, une LED permet d'économiser jusqu'à 70% d'électricité par point lumineux par rapport à une lampe classique. Le rendement énergétique d'une LED (rapport du flux lumineux émis par la puissance électrique consommée) est actuellement de 130 à 150 lm/W contre 55 à 70 lm/W pour une lampe fluocompacte ou 17 à 30 lm/W pour une lampe halogène. Cette diminution de la consommation d'énergie pourrait cependant être moins importante que prévu en cas d'augmentation du nombre de points lumineux et de la quantité de lumière émise, ce qui a été constaté par le passé. Par ailleurs, les LED sont majoritairement produites en Chine avec de l'électricité fortement carbonée et nécessitent d'extraire des terres rares, processus très émissif de CO₂ et polluant, ce qui oblige à relativiser leur bilan carbone. L'analyse du cycle de vie montre que pour une LED produite en Chine et utilisée en France, 30% des

émissions de gaz à effet de serre sont issues de l'extraction des matériaux, 5% de la construction et 65% pour l'utilisation.

L'éclairage public représente un poste de dépense important pour les collectivités, et sa gestion efficace est essentielle pour maîtriser les coûts. Pour les parcs d'éclairage public, un contrat est établi entre le fournisseur d'énergie, souvent EDF, et la collectivité. Ces contrats peuvent proposer des prix fixes qui restent stables jusqu'à la fin du contrat, ou des prix indexés sur l'ARENH (Accès Régulé à l'Électricité Nucléaire Historique), ce qui permet de se protéger contre la volatilité des prix de marché. Les prix proposés par EDF sont encadrés par la Décision du 28 janvier 2021¹¹, qui fixe les tarifs réglementés de vente de l'électricité applicables aux consommateurs non résidentiels en France métropolitaine continentale. Ces mesures permettent aux collectivités de mieux planifier leur budget et de limiter les impacts des fluctuations du marché de l'énergie, tout en contribuant à la transition énergétique grâce à des choix éclairés en matière de consommation.

La dimension culturelle de l'éclairage est toute aussi importante à prendre en compte. La lumière étant associée à la sécurité et l'obscurité à l'inconnu, la peur et la méfiance, il est compréhensible que les Hommes ne veuillent pas se séparer de cette lueur rassurante. L'une des craintes est liée au nombre d'accidents de la route qui seraient plus importants en l'absence d'éclairage. Or, les principales causes d'accidents de la route sont d'abord liées à l'être humain (excès de vitesse, manque de vigilance, ...), au moyen de transport (état du véhicule) puis à l'environnement (animaux, visibilité, ...) (Azzeddine, 2015). Une étude menée en Angleterre n'a trouvé aucune preuve indiquant qu'une stratégie d'adaptation de l'éclairage public (extinction, éclairage partiel nocturne, diminution de l'intensité lumineuse ou changements vers la lumière blanche/LED) était associée à une modification des accidents de la route de nuit (Steinbach *et al.*, 2015).

De même, la crainte d'une criminalité plus forte en l'absence d'éclairage est fortement ancrée, surtout en Europe. De nombreuses études ont été menées aux Etats Unis et en Angleterre, donnant des résultats différents et parfois contradictoires sur l'effet de la lumière nocturne sur le taux de criminalité. Le plus souvent ces enquêtes ont des biais soit de méthode soit d'interprétation, confondant cause et corrélation (Mosser, 2007). Néanmoins, selon certaines données de gendarmerie locales le nombre de vols diminuerait en l'absence d'éclairage nocturne car cela rendrait plus visible les criminels utilisant des lampes torches. Steinbach *et al.* (2015) ont également pris en compte la criminalité dans leur étude. Une hétérogénéité statistique significative dans les effets sur la criminalité estimée au niveau des forces de police a été révélée. Il n'y a aucune preuve d'une association entre le nombre total de crimes et l'extinction ou l'éclairage partiel nocturne. Cependant, il y a des preuves faibles d'une réduction du nombre total de crimes avec la diminution de l'intensité lumineuse et l'utilisation d'une lumière blanche. Il est complexe de conclure sur l'influence véridique d'une amélioration ou extinction de l'éclairage public sur la criminalité car il n'y a pas de consensus sur ce sujet. Entre sentiment ou véritable insécurité en l'absence de lumière artificielle nocturne, la généralisation est impossible et les études au cas par cas restent les plus adaptées.

Ces éléments soulignent l'importance de maîtriser la consommation d'énergie liée à l'éclairage public, tout en tenant compte des enjeux socio-économiques et environnementaux. Afin de mieux encadrer ces pratiques et de limiter les impacts négatifs de la pollution lumineuse, des réglementations spécifiques ont été mises en place. La section suivante explore en détails le cadre réglementaire qui s'applique à la gestion de l'éclairage nocturne en France, en particulier à travers la Trame Noire et les dispositifs législatifs pour lutter contre la pollution lumineuse.

3.3. Réglementation liée à la Trame Noire et à la pollution lumineuse

La pollution lumineuse est une problématique environnementale croissante qui affecte la biodiversité, la santé humaine et la qualité du ciel nocturne. En France, cette problématique est encadrée par plusieurs textes réglementaires européens et nationaux, ainsi que par des recommandations techniques.

Où	Installations d'éclairage auxquelles les dispositions s'appliquent	Allumage (fin de journée)	Extinction Au plus tard	Allumage (matin)	Température de couleur (Kelvin)	Proportion de lumière émise au dessus de l'horizontale (ULR)	Eclairement (lux)
	Eclairage extérieurs liés à une activité économique et situé dans un espace clos		1h après la fin de l'activité	à 7h ou 1h avant le début de l'activité.	Maximum 3000 Dans une réserve naturelle max 2400	Valeur nominale < 1% Valeur sur site < 4%	< 35 en agglomération < 25 hors aggloméra° Chemin accès PMR < 20
	Eclairage de mise en lumière du patrimoine, des parcs et jardins	Au plus tôt au couché du soleil 	A 1h ou 1h après la fermeture pour les parcs et jardins			Sur un site d'observation astronomique et dans une réserve naturelle : 0	< 25 en agglo < 10 hors agglo
	Eclairage des bâtiments non résidentiels		A 1h		Maximum 3 000		< 25 en agglo < 20 hors agglo
	Eclairage intérieur des locaux à usage professionnel		1h après la fin d'occupation des locaux	A 7h ou 1h avant le début de l'activité			
	Eclairage des vitrines de magasins		A 1h ou 1h après la fin de l'activité				
	Eclairage des parkings annexés à une zone d'activité		2h après la fin de l'activité	A 7h ou 1h avant le début de l'activité	Maximum 3 000	Valeur nominale < 1% Valeur sur site < 4% 95% de la lumière est émise vers le bas dans un cône de 75,5°	< 25 en agglo < 20 hors agglo Accès PMR < 20
	Eclairage des chantiers extérieurs		1h après la fin de l'activité		Site d'observation astronomique ou réserve naturelle : max 3000		

Figure 8 : Prescription réglementaires concernant l'éclairage nocturne.

Agglo : agglomération ;  : coucher de soleil

La réglementation européenne vise à harmoniser les efforts des États membres pour réduire la pollution lumineuse et protéger l'environnement nocturne. Les directives et règlements européens pertinents incluent :

- L'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement, incluant l'éclairage extérieur (Directive 2001/42/CE)¹² ;
- L'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des substances chimiques, incluant les produits d'éclairage (Règlement CE n° 1907/2006)¹³ ;
- La fixation d'exigences en matière d'écoconception pour les sources lumineuses (Règlements UE 2019/2020)¹⁴.

La réglementation française vise à compléter et à préciser les directives européennes. La Loi Grenelle II⁵, concerne les bâtiments et l'urbanisme, les transports, l'énergie et le climat, la biodiversité, les risques, la santé et les déchets. Elle modifie le Code de la construction et de l'habitation ainsi que celui de l'environnement. L'article 173 crée le Chapitre III du Code de l'environnement : « Prévention des nuisances lumineuses ». La section 1 donne des prescriptions techniques relatives à chacune des catégories d'installations lumineuses (définies par le décret mentionné à l'article L. 583-1) selon leur puissance, leur type d'application de l'éclairage, la zone d'implantation et les équipements mis en place. Ces prescriptions peuvent porter sur les conditions d'implantation et de fonctionnement des points lumineux, la puissance lumineuse moyenne, les flux de lumière émis et leur répartition dans l'espace et dans le temps, ainsi que l'efficacité lumineuse des sources utilisées. La section 2 détail les sanctions administratives encourue en cas de non-respect de la loi. Cette Loi est la première en France à encadrer la prévention, la réduction et la limitation des nuisances lumineuses.

Une série de décrets et d'arrêtés ministériels ont ensuite été publiés afin d'en préciser le cadre réglementaire (Décret 2011-831 du 12/07/2011 relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses ; Décret 2012-118 du 30/01/2012 relatif aux enseignes et publicités lumineuses ; Arrêté ministériel relatif à l'éclairage nocturne des bâtiments non résidentiels afin de limiter les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie du 25/01/2013). La Loi n° 2016-1087 du 08/08/2016 pour la reconquête de la biodiversité¹⁵, de la nature et des paysages encre davantage la prise en compte de la Trame Noire dans les projets d'aménagement du territoire comme une nécessité réglementaire. En effet, elle précise que le devoir de protection de l'environnement comprend aussi l'environnement nocturne ; que la TVB doit tenir compte de la gestion de la lumière artificielle la nuit ; que les objectifs de qualité paysagère des chartes de Parcs Naturel Régionaux doivent également viser à garantir la prévention des nuisances lumineuses. De plus, elle introduit la notion de pollution lumineuse sous-marine.

L'Arrêté du 27 décembre 2018 (modifié en mai 2019), relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses¹⁶, est le principal, et le dernier, texte réglementaire encadrant la pollution lumineuse en France après la Loi Grenelle II. Il fixe des prescriptions concernant les installations d'éclairage extérieur pour réduire les nuisances lumineuses en regroupant les précisions apportées par les décrets et arrêtés cités ci-avant. Les obligations légales liés aux nuisances lumineuses sont déclinées selon un axe temporel et un axe spatial. Un certain nombre de critères comme la température de couleur, l'ULR ou l'éclairement sont pris en compte et réglementés dans cet arrêté. Le tableau présent en figure 8 synthétise les prescriptions citées dans l'arrêté. Le non-respect de cet arrêté peut entraîner une contravention de 750€ pour un monument ou une vitrine de commerce restant allumée la nuit entre 1h et 7h par exemple.

Après avoir exploré le cadre réglementaire encadrant la pollution lumineuse, il est crucial de se pencher sur les leviers d'action concrets qui peuvent être mis en œuvre pour réduire cette nuisance. Au-delà des obligations légales, diverses stratégies et outils peuvent être mobilisés pour limiter l'impact de l'éclairage nocturne sur l'environnement. La section suivante examine les approches

pratiques disponibles pour diminuer la pollution lumineuse, en se concentrant sur des solutions telles que l'extinction partielle des lumières, l'adaptation des systèmes d'éclairage, et la sensibilisation des populations.

3.4. Leviers d'action et outils pour la réduction de la pollution lumineuse

La première étape pour éviter la pollution lumineuse est tout simplement d'éteindre la lumière à une échelle géographique large (ex. une commune) ou de supprimer des points lumineux (un par un ou par quartier, par exemple). Une réflexion peut être engagée sur les points lumineux non indispensables par rapport aux enjeux locaux. Ces enjeux, peuvent être représentés par la présence de chauves-souris, qui représentent une espèce clef pour l'identification des trames noires (Sordello, 2011), et peuvent être évalués par des inventaires naturalistes.

Si l'extinction totale, sur l'ensemble de la nuit, n'est pas forcément envisageable, l'extinction partielle est souvent possible. En outre une variation saisonnière des rythmes d'éclairage peut être instaurée. L'extinction peut se faire sur toute la durée de la nuit pendant les périodes déterminantes de la vie des chiroptères (mise bas, hibernation, swarming, etc.), ou sur une partie de la nuit durant laquelle l'activité humaine est négligeable. L'extinction peut également être restreinte à des zones stratégiques utilisées par les chiroptères comme les gîtes, les routes de vol ou les lieux de chasse. Afin de réduire le temps d'éclairage durant la nuit, des systèmes d'horloges astronomiques ou des détecteurs de mouvements peuvent être installés (Rowse *et al.*, 2016). Afin de maximiser l'efficacité de l'extinction partielle, il est important d'adapter les horaires d'extinction aux heures de coucher et de lever de soleil afin de respecter le plus possible le rythme circadien. Ceci entre en contradiction avec les besoins pour l'activité humaine selon les saisons. Les jours étant plus courts en hiver, cela engendre un besoin d'éclairer artificiellement plus longtemps.

L'extinction, partielle ou définitive, de l'éclairage nocturne est une solution efficace pour réduire les effets de la pollution lumineuse sur les chiroptères. Cependant, toutes les communes ne semblent pas prêtes à mettre en place ce dispositif sur l'éclairage public pour diverses raisons (craintes, manque d'information, freins techniques, économiques ...). De plus, l'éclairage privé est également à prendre en compte (éclairage des sites industriels ou carrières par exemple ; éclairage des particuliers, des domaines agricoles, des monuments, etc.).

D'autres leviers d'actions potentiels existent afin de limiter la pollution lumineuse et ses impacts comme la modulation des paramètres de l'éclairage. Le choix du matériel d'éclairage peut impacter le spectre, la température de couleur, l'intensité, le flux, l'angle et donc l'éclairage. Pour limiter les conséquences de la pollution lumineuse sur la biodiversité il est préférable tout d'abord de se conformer à la réglementation en matière d'éclairage (arrêté du 27 décembre 2018 modifié) puis chercher à aller plus loin. La réduction de l'intensité lumineuse, diminuant la quantité totale de lumière diffusée, peut être un levier d'action suffisant pour minimiser les impacts de la pollution lumineuse sur le rythme circadien des espèces les plus tolérantes à la lumière, quel que soit le type d'éclairage étudié (Stone *et al.*, 2015), cette solution n'étant pas suffisante pour les espèces intolérantes. Cette diminution peut être totale ou partielle. En effet, le choix peut être fait de diminuer l'intensité de l'éclairage sur toute la durée de la nuit ou seulement sur une partie. Cette gradation de luminosité peut être un compromis lorsque l'extinction n'est pas indiquée. Néanmoins, les chiroptères les moins tolérants à la lumière seront tout de même repoussés par une émission de très faible intensité comme il le sont par la lumière de la lune (Li *et al.*, 2024).

La distance des points lumineux par rapport aux corridors écologiques empruntés par les chiroptères peut également influencer sur la quantité de pollution lumineuse qu'ils reçoivent. Pour les pipistrelles et les noctules, l'effet attractif de la lumière est limité à un rayon de dix mètres autour des points lumineux. Pour les murins, l'évitement de ces points lumineux a été détecté jusqu'à 25 mètres et même à plus de 50 mètres pour l'espèce *Eptesicus serotinus*. Il faudrait donc écarter les lampadaires des axes de passage des chiroptères de 50 mètres minimum afin de permettre aux chauves-souris

intolérantes de les utiliser (Azam *et al.*, 2018). L'orientation de la lumière est également prise en compte dans cette étude. L'intrusion lumineuse vers le haut crée des halos lumineux et l'intrusion lumineuse, à travers la végétation, vers le bas perturbe les chiroptères forestiers. C'est pourquoi, il est conseillé de la limiter à 0,1 lux afin que la perturbation soit minimale (Azam *et al.*, 2018).

Enfin pour ce qui est de l'éclairage privé intérieur, l'Anses recommande de réduire autant que possible la pollution lumineuse pour protéger l'environnement, et d'utiliser des lampes de classe 0 ou 1 selon la norme européenne EN 62 471¹⁷. Cette norme, applicable à toutes les sources lumineuses, définit quatre groupes de risque photobiologique (de 0 : exempt de risque, à 3 : risque élevé). Ainsi, il est possible d'agir à la fois sur les dimensions temporelles et spatiales de l'éclairage, mais également sur les luminaires eux-mêmes, qu'ils soient publics ou privés (notamment orientation de la lumière, température de couleur, etc.).

Outre la modification de l'éclairage, la sensibilisation est aussi importante en amont de l'action afin d'améliorer l'acceptabilité des différentes solutions de réduction de la pollution lumineuse. Afin de diminuer les craintes associées aux pratiques comme l'extinction, il est important d'expliquer le rôle des espèces que cela favoriserait, comme les chiroptères, dans l'environnement. Les espèces insectivores sont des auxiliaires pour les cultures car elles se nourrissent des ravageurs. De plus, leurs excréments, le guano, peuvent être utilisés comme fertilisant. La pollution lumineuse, en réduisant le succès alimentaire des chauves-souris, impacte indirectement l'agriculture (Rowse *et al.*, 2016). Pour cela de nombreux événements sont organisés autour de ce sujet, tels que « La nuit de la chauve-souris ». Des « Maisons de la chauve-souris » sont également présentes en Europe et les Muséums d'histoire naturelle français sont des hauts lieux de communication autour des chiroptères (Dietz, Kiefer, 2021).

La labellisation est également un moyen de valoriser les efforts fournis par les communes ou les territoires afin de diminuer les nuisances lumineuses. Deux organismes principaux s'occupent de la labellisation en matière de nuisances lumineuses : l'ANPCEN¹⁸ (Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes) et l'IDSA⁹. L'ANPCEN, une association française, attribue le label « Villes et Villages Étoilés » (VVE) aux communes, ainsi que le label « Territoire de Villes et Villages Étoilés » (TVVE) aux espaces regroupant plusieurs VVE (2/3 des communes, représentant la moitié de la population ou 50% des communes représentant les 2/3 de la population). Ce label valorise les communes au niveau local dans leur démarche d'amélioration de la gestion de l'éclairage public afin de réduire la pollution lumineuse. Il constitue un axe d'approche auprès des collectivités territoriales. L'IDSA, fondée aux États-Unis et présente dans de nombreux pays dont la France, délivre le label « Réserve Internationale de Ciel Étoilé » (RICE), un label reconnu dans le monde entier.

En France, des mesures législatives (lois du Grenelle de l'environnement 1 et 2), ainsi que l'établissement des RICE, ont permis des avancées significatives dans la protection des observatoires astronomiques par exemple. Pour protéger ces sites, plusieurs actions peuvent être mises en œuvre en plus des mesures déjà évoquées. Sur les sites concernés, un éclairage rouge épisodique peut être autorisé, les sources lumineuses éblouissantes doivent être masquées, et celles proches du site doivent être de faible puissance avec un spectre contrôlé (température de couleur < 2500K). Pour garantir l'efficacité de ces mesures, un travail de veille juridique et des bilans réguliers des sites par rapport à la pollution lumineuse doivent être réalisés. Une fois l'état des lieux établi, il est essentiel de sensibiliser les responsables pour leur adresser des recommandations visant à préserver la qualité des cieux.

Après avoir examiné les différentes stratégies et outils permettant de réduire la pollution lumineuse, il est pertinent de s'intéresser à leur application concrète sur le terrain. L'enquête menée

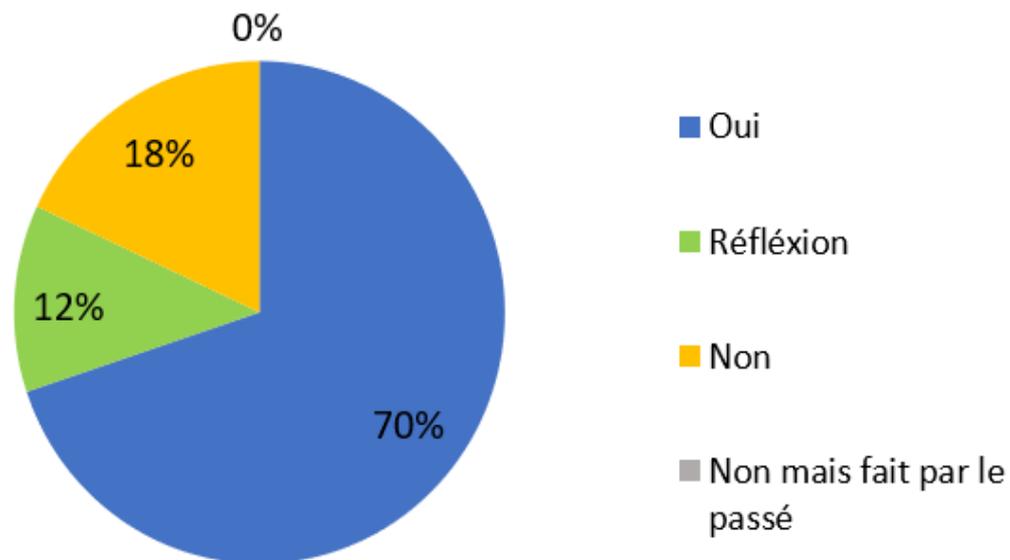


Figure 9 : Répartition des réponses à la question « Votre commune pratique-t-elle l'extinction de l'éclairage public la nuit ? ».

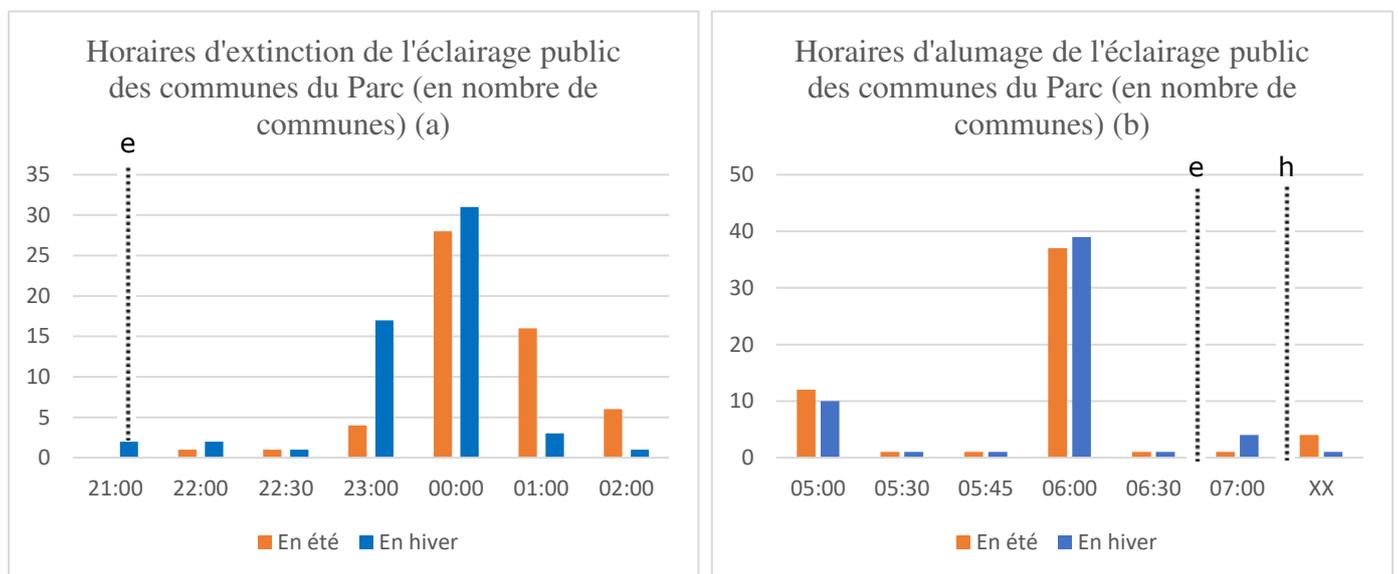


Figure 10 : Répartition des heures d'extinction (a) et d'allumage (b) de l'éclairage public des communes du PNRCF.

auprès des communes du Parc Naturel Régional des Corbières-Fenouillèdes offre un aperçu détaillé de l'état actuel de l'éclairage public et des démarches entreprises par les communes pour adapter leurs pratiques aux enjeux environnementaux. Cette enquête révèle non seulement les mesures déjà mises en place, mais aussi les obstacles rencontrés et les besoins d'accompagnement exprimés par les communes.

3.5. Enquête sur l'éclairage public des communes du Parc

L'enquête sur l'éclairage public des communes du PNRCF a permis de mettre en évidence l'état actuel de l'extinction dans le Parc. La volonté des communes à travailler sur le sujet a également été mesurée. 83 communes ont répondu à l'enquête, soit 78,3% du territoire du Parc et 83,8% des communes adhérentes à la Charte du PNRCF, les communes non adhérentes n'ayant pas été contactées. Les répondants sont les maires des communes, les adjoints, les conseillers municipaux délégués au Parc, des agents municipaux, ou encore des agents des communautés de communes et autres EPCI. Le tableau en annexe 11 recense les communes selon leurs réponses au questionnaire.

Environ 70% des communes ayant répondues pratiquent l'extinction de l'éclairage public sur une partie de la nuit, soit 58 communes (en bleu sur la figure 9). Parmi les 25 communes, restant allumées sur toute la durée de la nuit, 10 sont en réflexion par rapport à la mise en place de l'extinction (en vert sur la figure 9) et 15 n'ont entrepris aucune démarche dans ce sens (en jaune sur la figure 9). Aucune commune du Parc n'est revenue sur sa décision d'éteindre l'éclairage public en cœur de nuit. Par conséquent aucune commune n'a répondu aux deux questions concernant l'état d'avancement de la réflexion sur l'extinction et les raisons de l'abandon de cette démarche.

S'agissant des communes pratiquant l'extinction, il est intéressant de montrer la répartition des horaires d'extinction selon les saisons. Ces résultats sont présentés dans la figure 10. Les limites pointillées représentent les heures de lever et de coucher de soleil en été (e) et en hiver (h). Ces horaires ont été calculés en moyenne sur six mois (printemps-été et automne-hiver de l'année 2023) au niveau local (Perpignan). A noter que l'hiver, le soleil se couche en moyenne à 18h10, soit avant la première extinction qui a lieu à 21h, c'est pourquoi l'horaire n'apparaît pas sur le graphique. Les communes éteignent majoritairement à minuit et rallument à 6h, été comme hiver. La nuit noire dans les communes du Parc pratiquant l'extinction dure entre quatre heures et dix heures, selon les communes et les saisons. Les communes éteignent l'éclairage public entre une heures et six heures après la tombée de la nuit en été ; avec une majorité éteignant quatre heures après la tombée de la nuit. En hiver, les communes éteignent entre trois heures et huit heures après la tombée de la nuit, avec une majorité six heures après la tombée de la nuit. On observe, en été, que les communes rallument d'une heure et 45 minutes avant le lever du soleil, jusqu'à 15 minutes après celui-ci, avec une majorité 45 minutes avant. En hiver, les communes rallument entre trois heures et une heure avant le lever du soleil, avec une majorité deux heures avant. Notons que certaines communes n'éteignent pas l'été pour différentes raisons : fêtes, vendanges, tourisme, maisons secondaires occupées qui augmentent le nombre d'habitants en saison estivale, etc. D'autres ne rallument pas leur éclairage public le matin car ils n'ont pas besoin de le faire (pas de ramassage scolaire, levé de soleil assez tôt, ...), ou n'éteignent que sur une partie du village pour des raisons de sécurité et de besoin différents (parties résidentielles, zones industrielles ou commerciales, ...).

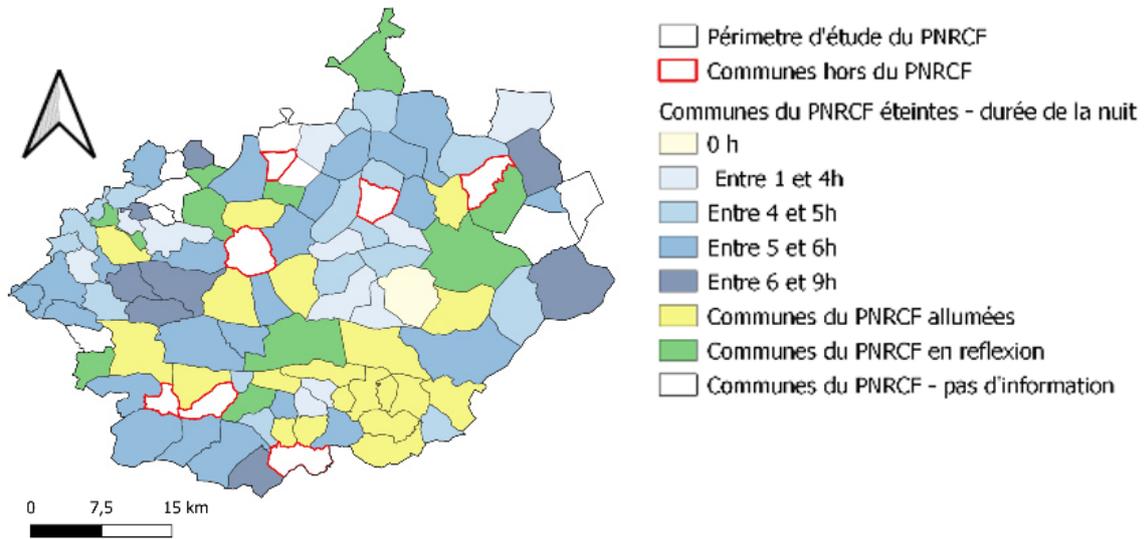


Figure 11 : Représentation du statut d'extinction et de la durée de celle-ci dans les communes du PNRCF en été.

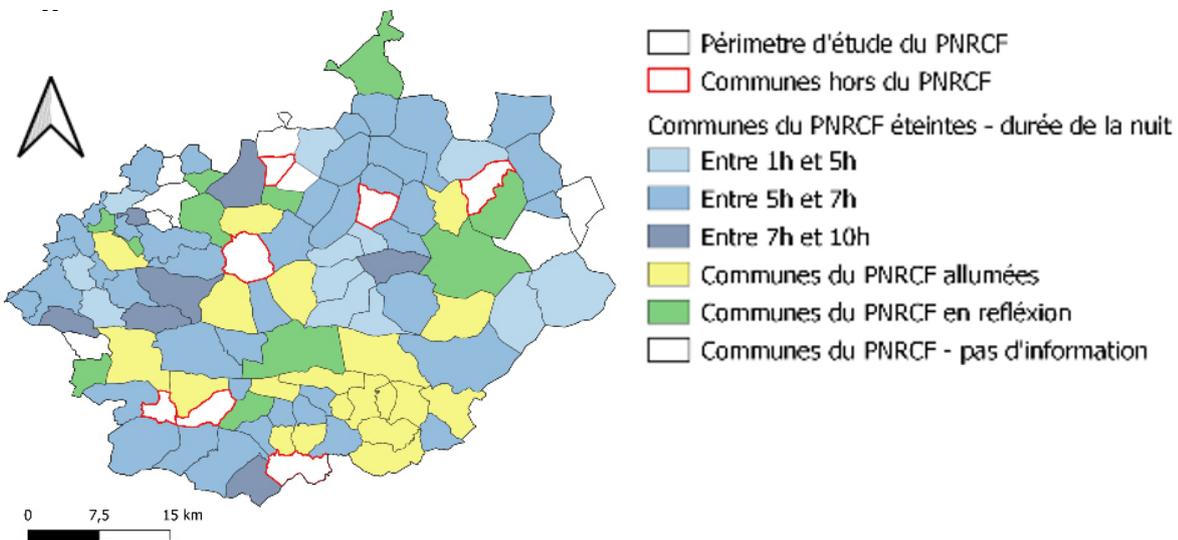


Figure 12 : Représentation du statut d'extinction et de la durée de celle-ci dans les communes du PNRCF en hiver.

Nombre de communes éteignant pour chaque raison proposée.

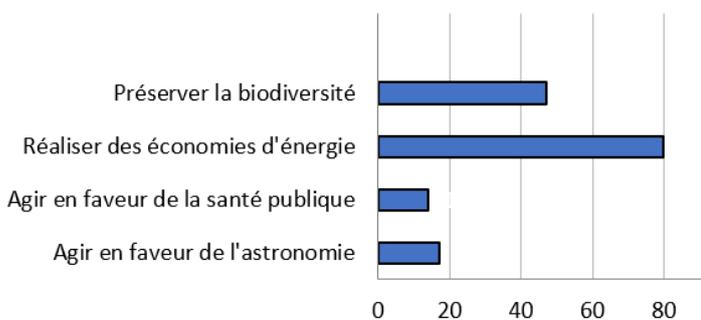


Figure 13 : Classement des motivations à la démarche d'extinction.

Actions en parallèle sur d'autres optimisations de l'éclairage public

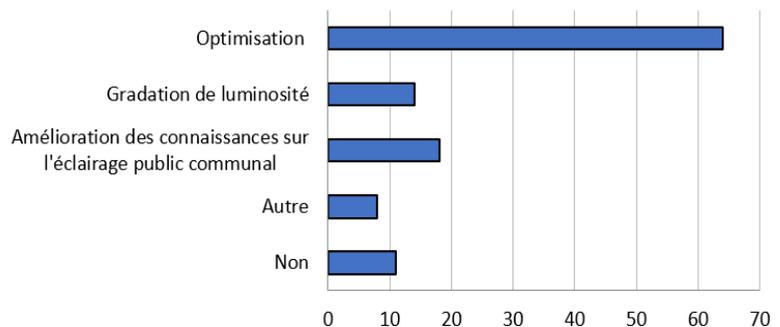


Figure 14 : Nombre de communes menant les actions d'amélioration de l'éclairage public listées.

Ces différentes subtilités sont représentées dans les cartes en figure 11 pour la saison hivernale et en figure 12, ci-après, pour la saison estivale. Les noms des communes selon leur statut d'extinction sont inscrits dans le tableau en annexe 12.

Les raisons ayant convaincu les communes à éteindre leur éclairage public ont également été interrogées. La figure 13 liste ces raisons et comptabilise le nombre de communes pour lesquelles elles sont légitimes. Trois communes n'ont pas répondu à cette question de l'enquête. Toutes les communes ayant répondues ont éteint leur éclairage public pour des raisons d'économie d'énergie, et de réduction des coûts. La préservation de la biodiversité est la seconde raison poussant à la mise en place de l'extinction avec 58,8% des communes. L'action en faveur de l'astronomie et de la santé publique sont les deux dernières raisons évoquées avec respectivement 21,3% et 17,5% des communes. L'extinction n'étant pas le seul recours des communes pour adapter leur éclairage public aux enjeux de la trame noire, le Parc a voulu savoir si les communes avaient mis en place certaines modulations. Le graphique en figure 14 montre que la plupart des communes ayant répondu à l'enquête (77,1%) ont optimisé leur parc d'éclairage public, notamment en changeant leurs anciens lampadaires par des LED. L'amélioration des connaissances sur l'éclairage public communal arrive en deuxième position des actions menées par les communes avec 21,7% d'entre elles s'informant sur le sujet. 16,8% des communes diminuent la puissance de leur éclairage au cours de la nuit. Les communes ayant précisés l'ampleur de la gradation de luminosité déclarent diminuer de 50% la puissance de leur éclairage. Enfin, 13,2% des communes interrogées n'ont pas encore mis en place de modulation de leur éclairage, en parallèle (huit communes) ou non (trois communes) de l'extinction. Cependant, l'une des communes n'a pas répondu à cette question. La réponse « autre » au questionnaire n'étant pas ouverte (case à cocher mais pas de détail) il n'est pas possible de savoir quelles autres modulations de l'éclairage public mettent en place les huit communes concernées.

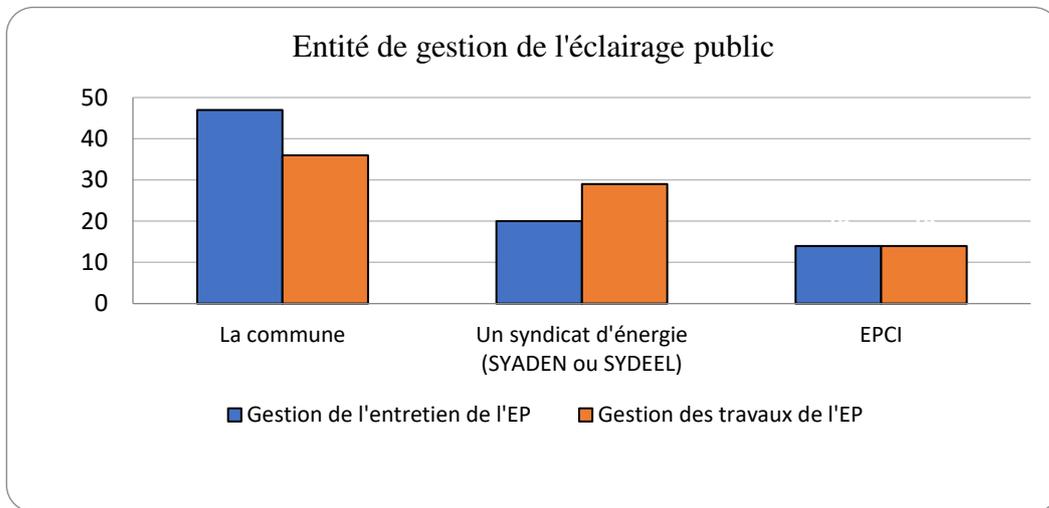


Figure 15 : Nombre de communes selon le gestionnaire des travaux et de l'entretien de leur éclairage public.

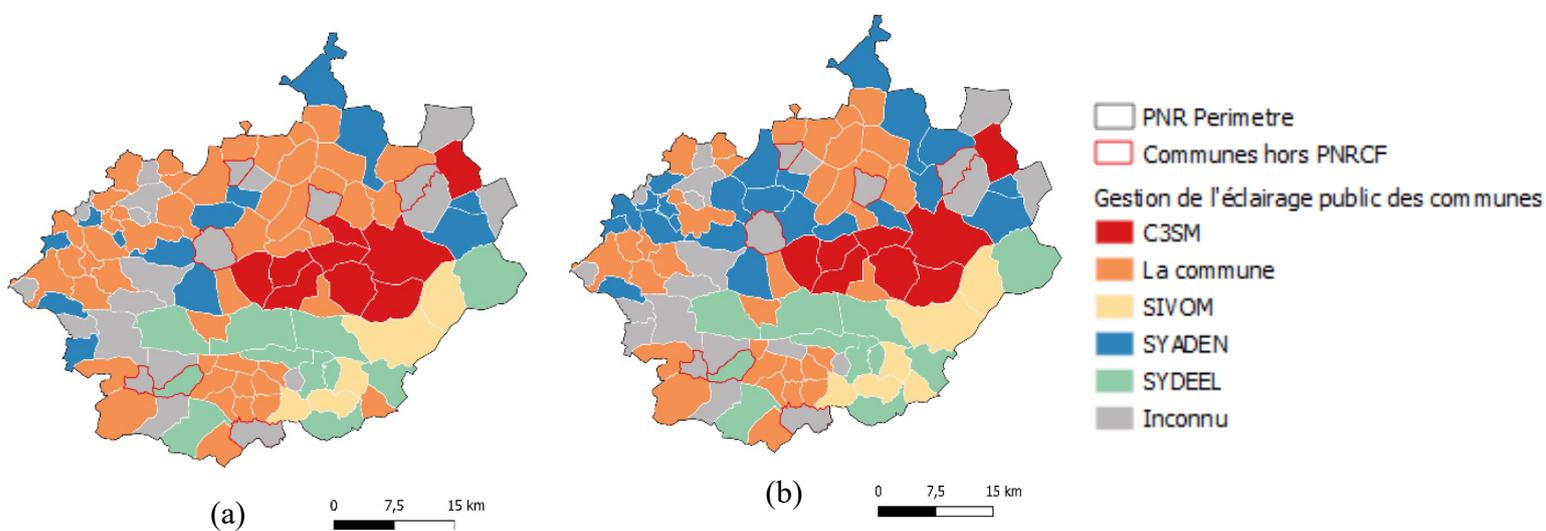


Figure 16 : Cartographie des gestionnaires de l'entretien (a) et des travaux (b) de l'éclairage public des communes du PNRCF.

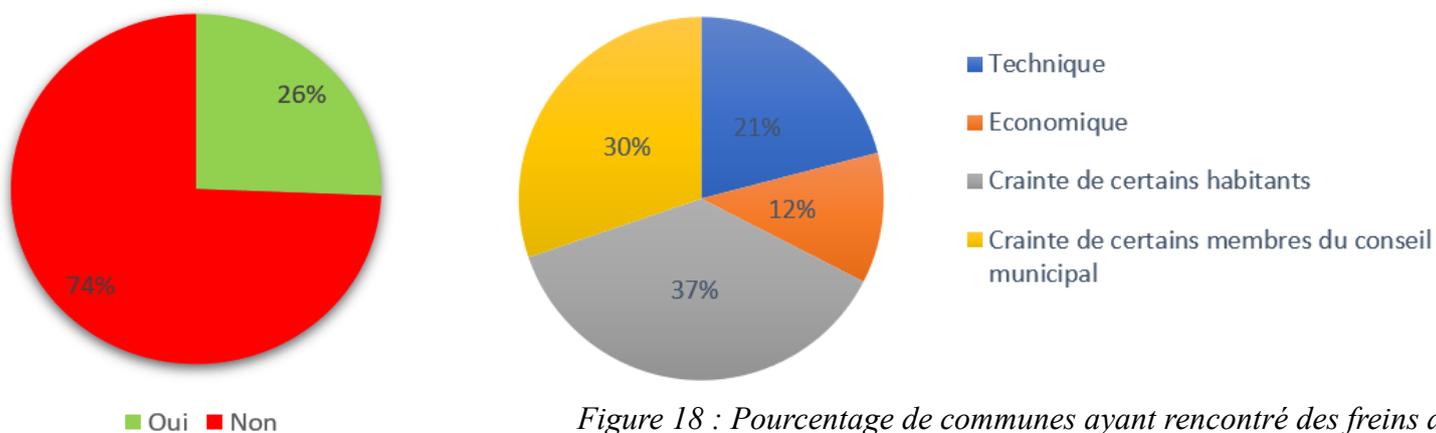


Figure 18 : Pourcentage de communes ayant rencontré des freins de différentes nature.

Figure 17 : Répartition des communes du PNRCF qui rencontrent ou ont rencontrées des freins à la mise en place de la démarche d'extinction.

Les communes peuvent réaliser les travaux d'entretien ou de rénovation en régie ou de manière déléguée. La figure 15, ci-après, montre les résultats de l'enquête à ce sujet. Dans une majorité des cas, entretien et rénovation sont gérés par les mêmes entités. Il peut s'agir de la commune en direct (régie), ou d'une délégation à un syndicat d'énergie ou à un EPCI. Sur le territoire du Parc les syndicats d'énergie sont aux nombres de deux : le SYADEN (Syndicat Audois D'Energie et du Numérique) et le SYDEEL (Syndicat Départemental d'Energies et d'Electricité du Pays Catalan). Les EPCI ayant une compétence pour la gestion de l'éclairage public sur le territoire du Parc sont : la C3SM (Communauté de Communes Corbières Salanque Méditerranée), le SIVOM (Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple) du Rivesaltais et de l'Agly, la CC Agly Fenouillèdes, des Pyrénées Audoises et du Limouxin. 58% des communes gèrent l'entretien de l'éclairage public en régie, 24,6% des communes le délèguent à un syndicat d'énergie, 11,1% à un EPCI et 6,2% au SIVOM. La même proportion des communes (soit 17,3%) délègue également la gestion des travaux sur leur parc d'éclairage à un EPCI ou au SIVOM. En revanche, ce poste de gestion est bien plus délégué aux syndicats d'énergie que l'entretien (36,7%). De même, 45,5% des communes gèrent les travaux de leur éclairage public soit 12,5 points de moins que pour l'entretien. Ces résultats ont permis de réaliser une cartographie présentant les gestionnaires de l'éclairage public des communes du Parc. Ces cartes, présentées en figure 16, permettent de savoir rapidement à qui s'adresser pour une question d'éclairage public dans les communes du PNRCF.

Le parc a ensuite cherché à savoir si les communes avaient été freinées dans la mise en place de leur démarche d'extinction et si cela pouvait être la cause de l'abandon de cette idée. Comme l'indique le graphique en figure 17, seulement 26% des communes répondantes ont rencontré des difficultés pour mettre en place l'extinction de l'éclairage public. Parmi les communes n'ayant pas rencontré de freins à la mise en place d'une réflexion sur l'éclairage public, 57,3%, soit 47 communes, ont mis en place l'extinction. Les 17% restant (14 communes) ne rencontrent pas de difficultés mais ne sont pas allés jusqu'à l'extinction. Parmi les communes rencontrant ou ayant rencontrés des freins, 13,4% éteignent leur éclairage public et ont donc surmontés cette difficulté. Les dix dernières communes (12,9% des communes répondantes) font encore face à des freins qui empêchent la mise en place d'une démarche d'extinction. Une seule commune, n'éteignant pas son éclairage public, n'a pas répondu à cette question, et par conséquent à la suivante. Les freins rencontrés par les 21 communes répondantes sont présentés dans le graphique en figure 18. Les craintes des habitants (37%) ou de certains membres du conseil municipal (30%) sont les principales causes de réticence à l'extinction de l'éclairage public dans les communes du Parc. Suivent les freins technologiques et économiques avec respectivement 21% et 12% des communes éprouvant ces difficultés.

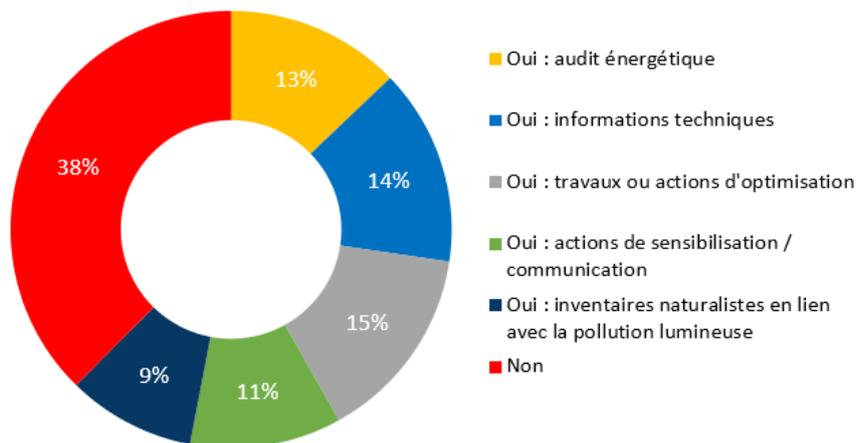


Figure 19 : Pourcentage de communes portant un intérêt ou non aux différents types d'accompagnement proposés par le PNRCF.

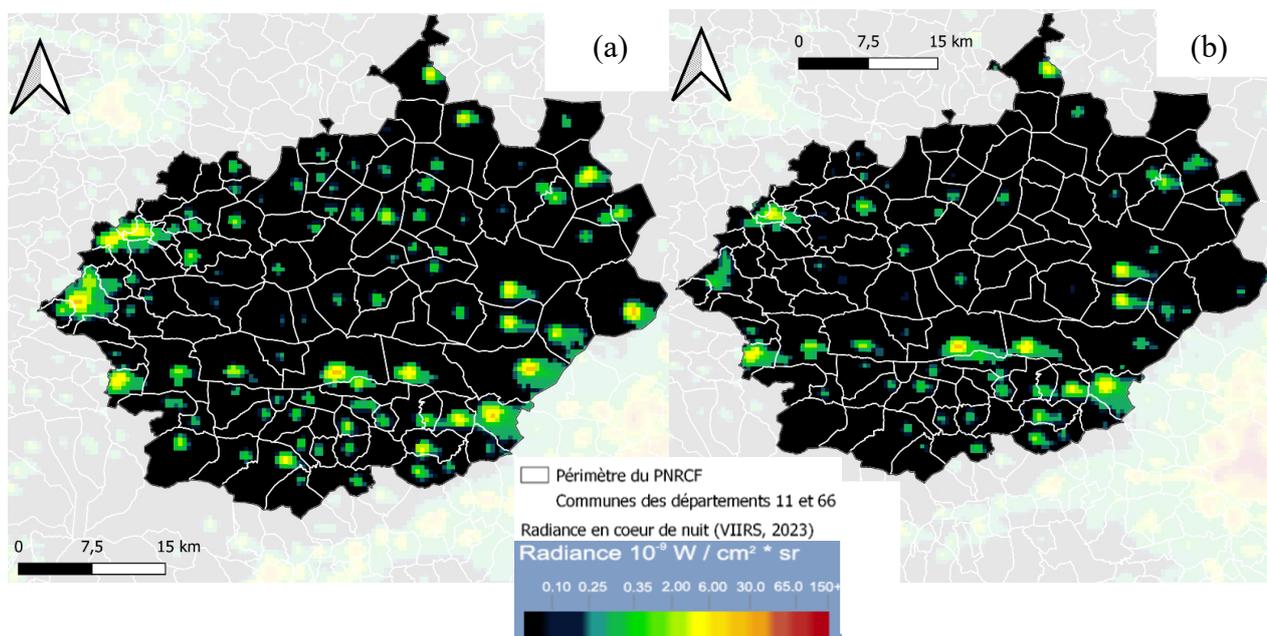


Figure 20 : Modélisations de la pollution lumineuse (radiance) en 2018 (a) et en 2023 (b).

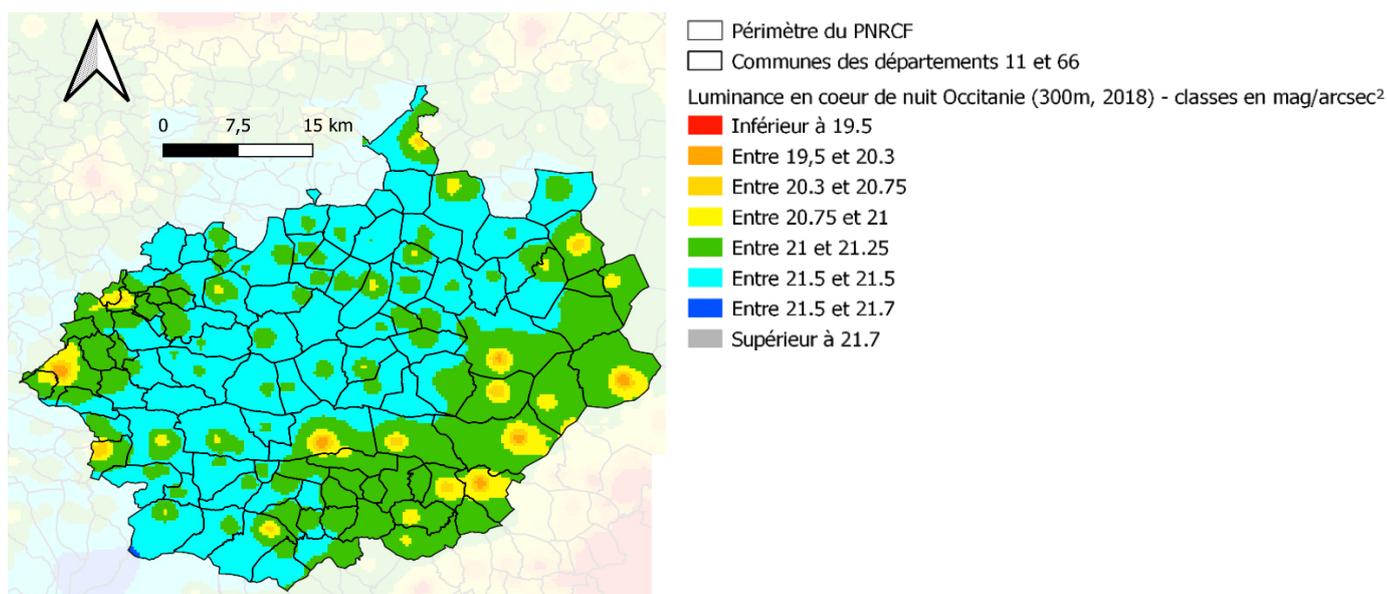


Figure 21 : Modélisation de la pollution lumineuse (luminance) par la région Occitanie (2021).

Pour finir cette enquête, les communes ont été invitées à réfléchir sur leur volonté d'être accompagnées par le Parc et sur le type d'accompagnement souhaité. Ces résultats sont présentés dans le graphique en figure 19. 62% des communes interrogées ont exprimé la volonté d'être accompagnées sur les questions de l'éclairage nocturne. 38% des communes ne souhaitent pas être accompagnées par la PNRCF. Parmi les communes intéressées par un accompagnement du Parc il existe un large panel d'actions sur lesquelles elles souhaiteraient un accompagnement : 15% seraient favorable à un accompagnement pour des travaux ou des actions d'optimisation de leur éclairage public ; 14% sont intéressées par des informations techniques sur l'éclairage public et les moyens de l'optimiser afin de réduire la pollution lumineuse ; 13% souhaiteraient que le Parc réalise un audit énergétique de l'éclairage communal (diagnostic de l'éclairage public) ; 11% aimeraient que le Parc les accompagne sur des actions de sensibilisation et de communication autour des nuisance lumineuse et de leurs enjeux ; et enfin 9% seraient intéressées par la réalisation d'inventaires naturalistes sur la faune et la flore de leur commune. Deux communes n'ont pas répondu à cette question.

Les résultats de l'enquête auprès des communes du Parc ont permis de dresser un état des lieux précis des pratiques d'éclairage public, des défis rencontrés et attentes pour réduire la pollution lumineuse. Afin de compléter cette analyse, une étude cartographique a été réalisée pour visualiser l'impact réel de ces pratiques sur la qualité du ciel nocturne et la biodiversité. Cette cartographie de la Trame Noire met en exergue la répartition spatiale de la pollution lumineuse et son évolution en lien avec les enjeux écologiques spécifiques du Parc.

3.6. Cartographie de la Trame Noire dans le Parc : analyse des données nocturnes et de la biodiversité

Les données nocturnes comme la radiance et la luminance ont été récoltées pour plusieurs années afin de voir si une évolution avait déjà eu lieu avant cette étude. Ces données sont présentées sous forme de cartes dans la figure 20 pour la radiance de l'année 2018 et de l'année 2023, plus ancienne et plus récente donnée du même système de mesure. La comparaison entre la carte d'extinction des communes en cœur de nuit et la carte représentant la radiance en cœur de nuit en 2023 met en exergue les mêmes zones. Celles qui avaient été identifiées dans la charte comme les plus polluées par la lumière artificielle nocturne. Soit les zones le long des routes D117 et D118 regroupant respectivement les communes de Saint Paul de Fenouillet à Maury ainsi que de Quillan à Couiza. Les zones les moins polluées sont quant à elles situées au centre du PNRCF dans les secteurs les plus ruraux. Ces représentations de la pollution lumineuse dans le Parc montrent que cette dernière n'y est pas très élevée (40.10^{-9} W/cm².sr maximum) et que la tendance est même à sa réduction entre 2018 et 2023. Par exemple, le halo de la commune de Quillan est réduit et sa radiance maximum passe de 35.10^{-9} W/cm².sr à 1.10^{-9} W/cm².sr. Le Parc ne comprenant pas de ville de plus de 4 000 habitants (Quillan est la ville la plus peuplée avec 3 336 habitants en 2015 selon l'INSEE), il n'est pas surprenant de remarquer une pollution lumineuse inférieure à la moyenne nationale. En effet, la luminance enregistrée, en figure 21, est supérieure à 21 mag.arcsec⁻² sur l'ensemble du PNRCF, à l'exception des villages et de leur halo, soit environ 70% du territoire. Alors que 85% du territoire Français est exposé à un niveau de pollution lumineuse élevé, soit avec une luminance inférieure à 21 mag.arcsec⁻² (d'après une étude de DarkSky Lab en 2021)¹⁹.

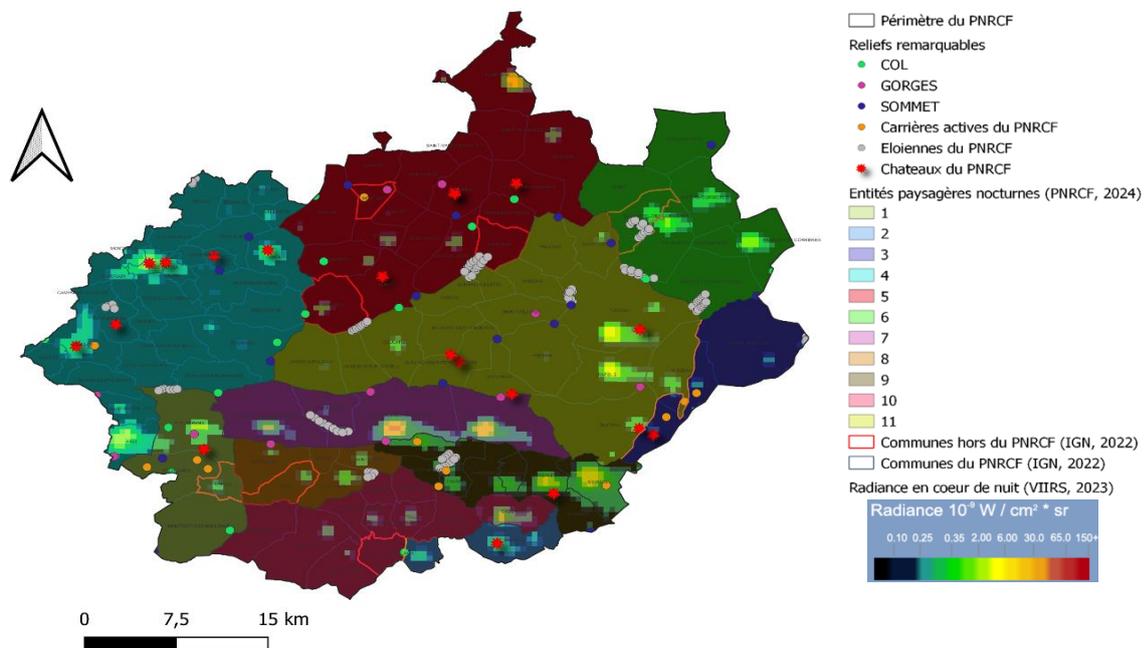


Figure 22 : Modélisation des entités paysagères du PNRCF et des édifices remarquables pouvant être à l'origine de la pollution lumineuse.

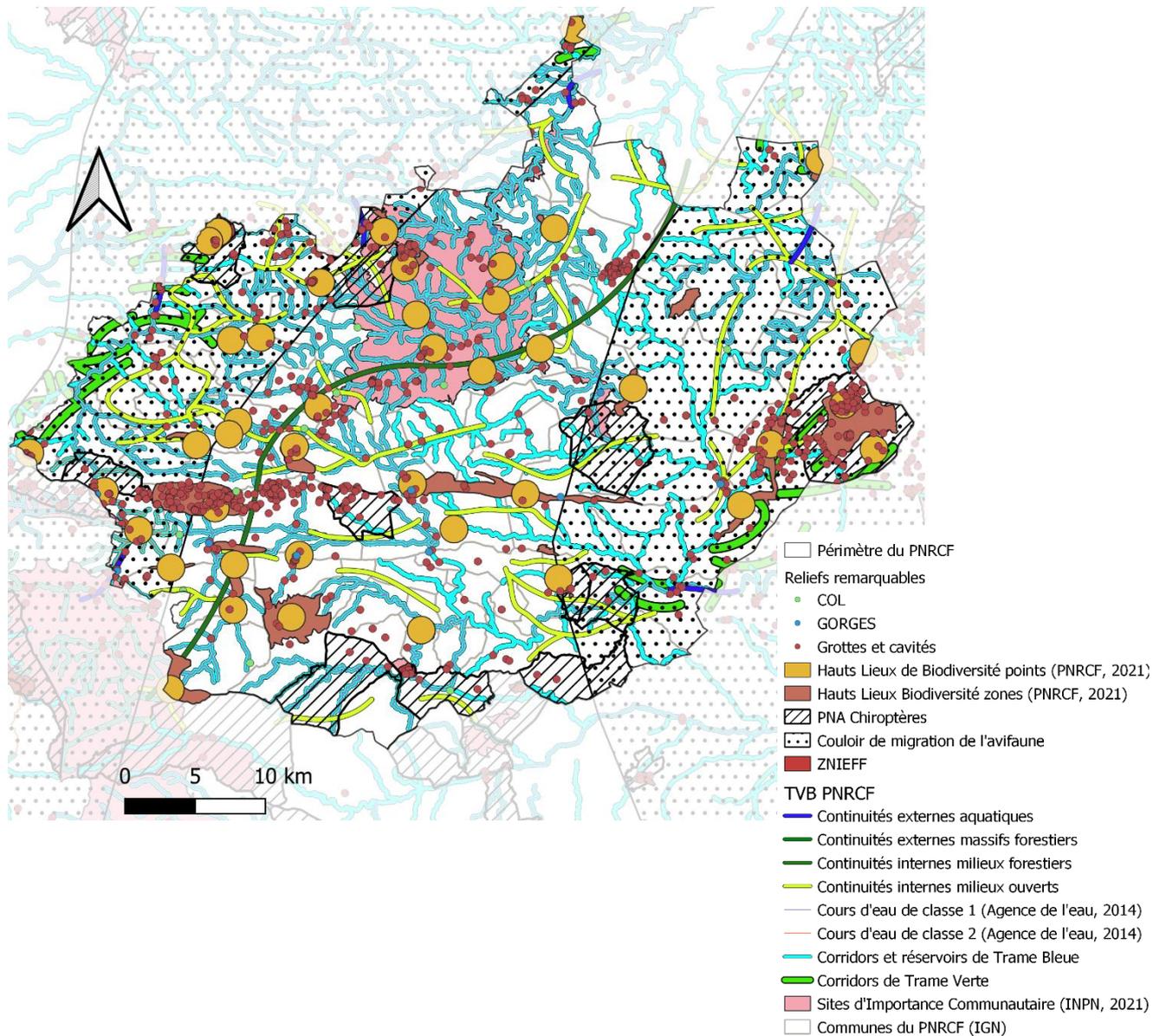


Figure 23 : Modélisation de la TVB du PNRCF avec ajout des zones à enjeu pour les chiroptères.

La pollution lumineuse étant diffuse, sa propagation dans l'espace dépend également de la topographie de l'endroit d'où elle est émise. Dans le but de représenter ce paramètre une carte de pollution lumineuse selon les entités paysagères a été réalisée et est exposée en figure 22. Chaque entité paysagère définit un groupe de communes faisant partie de la même unité paysagère et dont l'éclairage a un impact sur cette unité. Les chefs-lieux des communes du PNRCF, identifiés dans la carte de présentation du Parc, sont corrélés aux zones de forte pollution lumineuse. En effet, ce sont les villes et villages qui sont responsables d'une grande partie de la pollution lumineuse suivit par l'éclairage routier. Il existe cependant d'autres sources comme les parcs éoliens, les carrières et le patrimoine paysager ou monumental illuminé, tel que les châteaux dans certains cas. Les communes de l'entité paysagère 9 (Estagel, Latour-de-France et Planèzes) forment un seul et même halo, le halo de Saint-Paul-de-Fenouillet et de Maury communiquent également dans l'entité 3. En revanche, les halos émis par les communes de Belestia et Cassagnes ne se trouvent pas sur le même versant du massif, ils n'interagissent pas ensemble.

Le second élément de modélisation de la TN est la TVB. Une TVB avait déjà été réalisée par le Parc avant cette étude dans le cadre de la réalisation du Plan de Parc et de la création du Parc en lui-même. Cette carte a été enrichie, pour l'adapter aux enjeux nocturnes et relatifs aux chiroptères. La carte résultant de cette adaptation est présentée en figure 23. La carte donne une vue d'ensemble des principaux éléments de la Trame Verte et Bleue dans le Parc, en intégrant les aspects terrestres (forêts, milieux ouverts) et aquatiques, tout en mettant en évidence les zones identifiées comme hauts lieux de biodiversité ainsi que les corridors écologiques essentiels pour la conservation des espèces identifiées au niveau du SRCE. Les zones protégées telles que les PNA, les sites d'importance communautaires ou inscrit dans la directive habitat de Natura 2000, sont d'une grande importance pour la faune. Certains de ces zonages sont destinés à la protection spécifique des chiroptères comme les PNA²⁰. Les hauts lieux de biodiversité sont répartis en deux types : les zones et les points. Ces derniers désignent le soit un lieu précis dans la zone délimitée, soit un lieu spécifique particulièrement important mais représentant une surface trop faible pour définir une zone. La distinction en haut lieu de biodiversité a pour but de maintenir la vocation naturelle des sites ou de renforcer leur protection réglementaire. Les couloirs de migration de l'avifaune correspondent, d'Ouest vers l'Est, à la migration postnuptiale et pré-nuptiale. Entre les deux couloirs, une migration diffuse est tout de même observée. La TVB cartographiée est assez dense, il existe de nombreuses zones protégées ainsi qu'un important maillage de corridors écologiques les reliant entre eux. De nombreuses zones protégées se recoupent comme les ZNIEFF et certains hauts lieux de biodiversité.

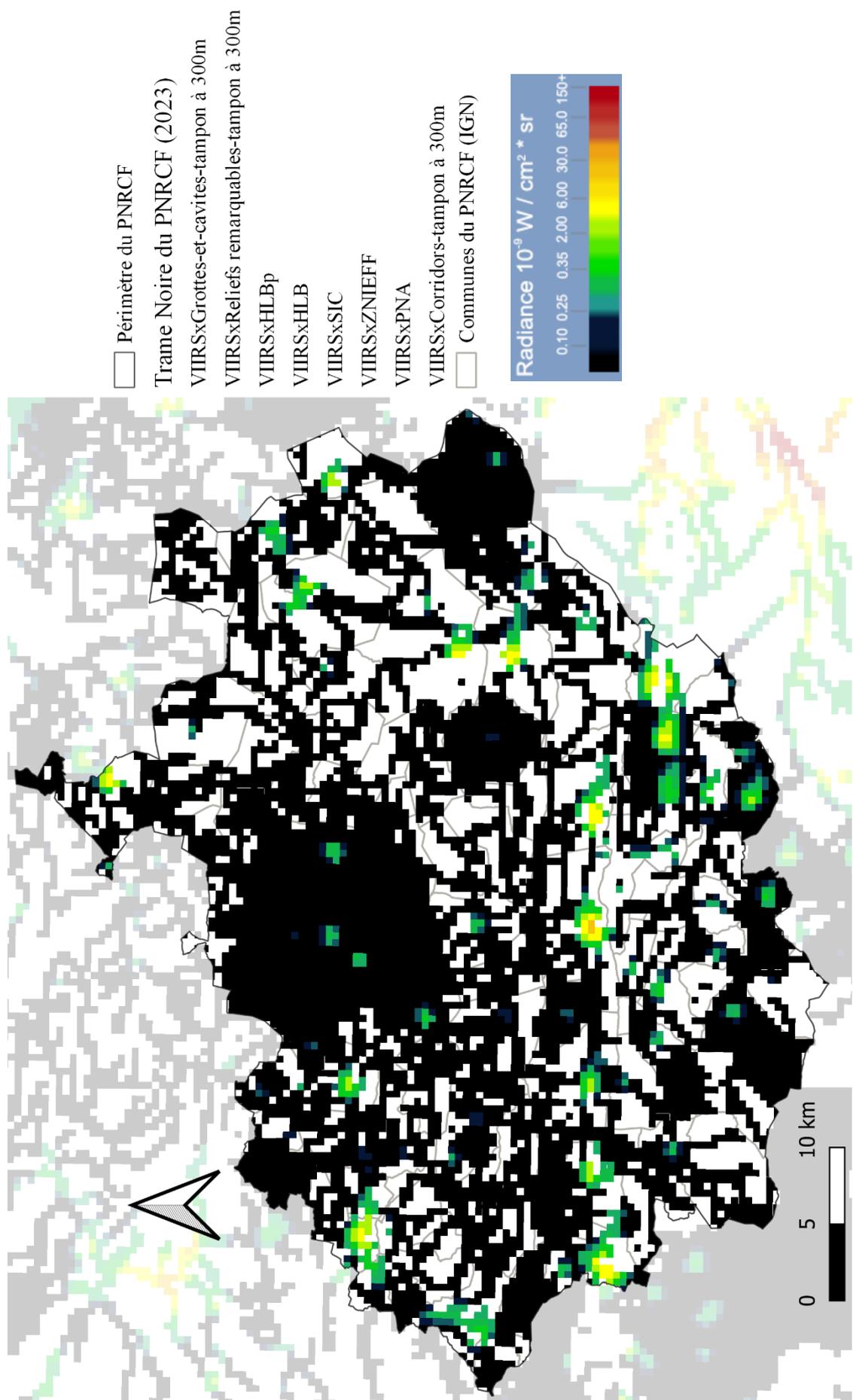


Figure 24 : Modélisation de la Trame Noire à l'échelle du PNRCF.

La dernière modélisation réalisée, afin de cartographier la TN du Parc, est présentée en figure 24. Elle croise les données de pollution lumineuse les plus récentes et les éléments de la TVB. Elle met en évidence les zones où l'obscurité est bien préservée (en noir) ainsi que les espaces sous l'influence de la lumière artificielle (coloration du bleu au rouge). L'identification des zones de conflit entre les continuités écologiques et la pollution lumineuse est essentielle pour la conservation des espèces nocturnes, car elle permet de mieux cerner les régions où les efforts de préservation de la Trame Noire doivent être concentrés pour minimiser la pollution lumineuse et ses effets. Les zones noires sont les plus critiques pour maintenir des corridors écologiques nocturnes, alors que les zones colorées indiquent des niveaux de pollution lumineuse qui pourraient potentiellement perturber les habitats nocturnes. Les entités paysagères comportant le plus de rupture de continuité écologiques de la Trame Noire sont les 4,7 et 9. Des ruptures de continuité écologique sont observables dans la Trame Noire modélisée. Certaines sont plus importantes par leur taille ou leur intensité (Saint-Paul-de-Fenouillet, Couiza, Estagel) mais également car elles rompent un couloir de déplacement nocturne ne laissant pas ou peu d'alternatives aux animaux les empruntant. D'autres ruptures sont moins impactantes pour le réseau de la TN, comme les halos des communes de Lanet, Albières et Laroque-de-Fa, qui ne compromettent pas de corridors mais mitent le réservoir de biodiversité dans lequel elles se trouvent.

Après avoir analysé en détail la cartographie de la Trame Noire et mis en évidence les impacts de la pollution lumineuse dans le Parc, il est essentiel de se pencher sur les aspects pratiques de la gestion de l'éclairage public au niveau communal. Cette prochaine section explore les processus et les retours d'expérience liés au diagnostic de l'éclairage public, un élément clé pour comprendre les dynamiques locales de pollution lumineuse et pour mettre en place des actions correctives adaptées. En effet, la manière dont les communes gèrent leur éclairage joue un rôle déterminant dans la préservation de la biodiversité nocturne et dans la réduction des nuisances lumineuses.

3.7. Diagnostic de l'éclairage public et extinction : retour d'expérience

Suite aux 4 entretiens réalisés, les différentes étapes au bon déroulement d'un diagnostic de l'éclairage public d'une commune ont été identifiés. Tout d'abord, il est important de réaliser un inventaire de chaque point lumineux et de ses caractéristiques (type de source, puissance, ULR, température de couleur, éclairement, spectre, etc.). La distance entre chaque source de lumière est également importante ainsi que l'identification des différents réseaux liés aux armoires électriques. Le type de matériel de gestion temporel de l'éclairage est aussi à noter (type d'horloge astronomique) afin d'anticiper les coûts de maintenance et de fonctionnement de ces outils. Les données récoltées, auprès des gestionnaires (commune, syndicat d'énergie ou EPCI) ou directement sur le terrain (luxmètre, spectromètre), sont géolocalisés (longitude et latitude) et peuvent comme cela être modélisées sur des logiciels de SIG (Système d'Information Géographique). Les outils utilisés lors de cet inventaire sont Google Maps et QField (extension de QGIS). L'étude de terrain est nécessaire si les caractéristiques des points lumineux ne sont pas disponibles ou n'existent tout simplement pas. La participation à la pollution lumineuse de chaque source lumineuse peut également être estimée ainsi que la contribution des éclairages privés présents sur la commune. Le temps de travail estimé par deux experts pour réaliser le terrain lié au diagnostic est d'une nuit (environ 11 heures) pour une commune de 2000 habitants. Pour une personne moins expérimentée, cela peut prendre trois heures pour 200 points lumineux. Quant au coût de ce travail, s'il est réalisé par un prestataire, est estimé à 1000€ et comprend également la formation d'une base de données des points lumineux de la commune étudiée. En estimant le temps de travail et le coût de l'investissement dans du matériel nécessaire à ce diagnostic (luxmètre, photomètre...) s'il est réalisé par un agent du Parc, le coût total serait de 2000€. Ce premier état des lieux permet ensuite de dégager des indicateurs de densité comme le nombre de points lumineux par habitant par exemple.

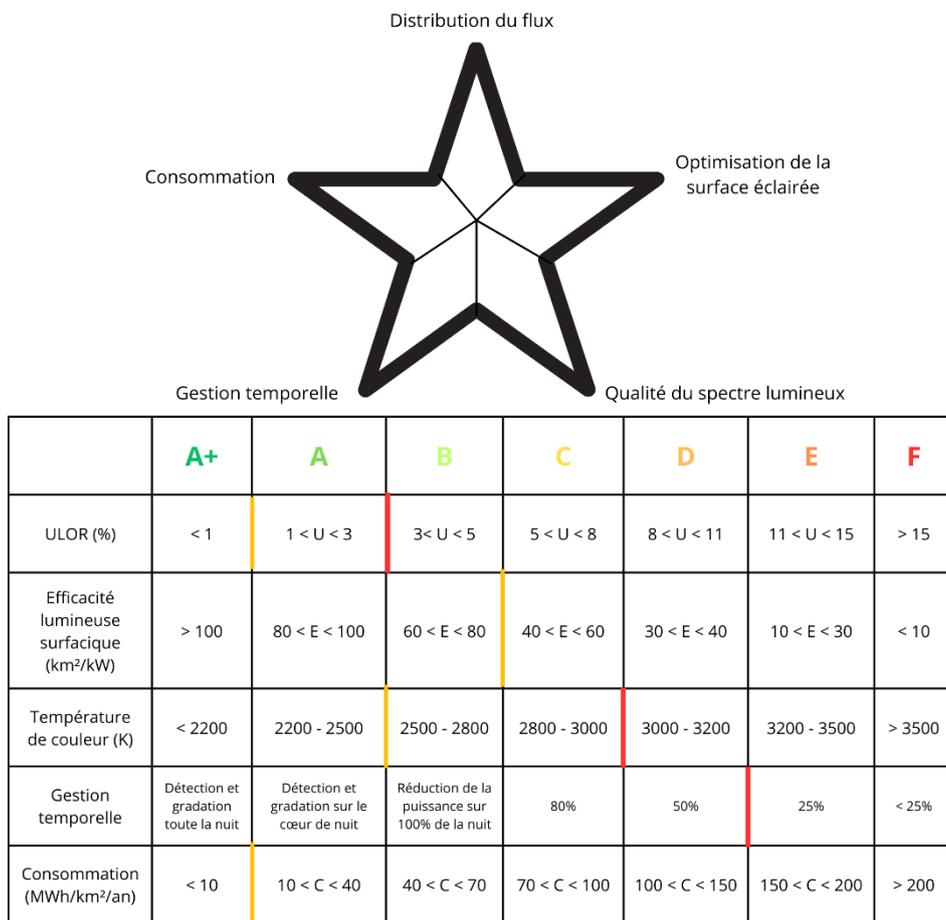


Figure 25 : Diagramme en étoile pour l'évaluation des caractéristiques de l'éclairage public d'une commune.

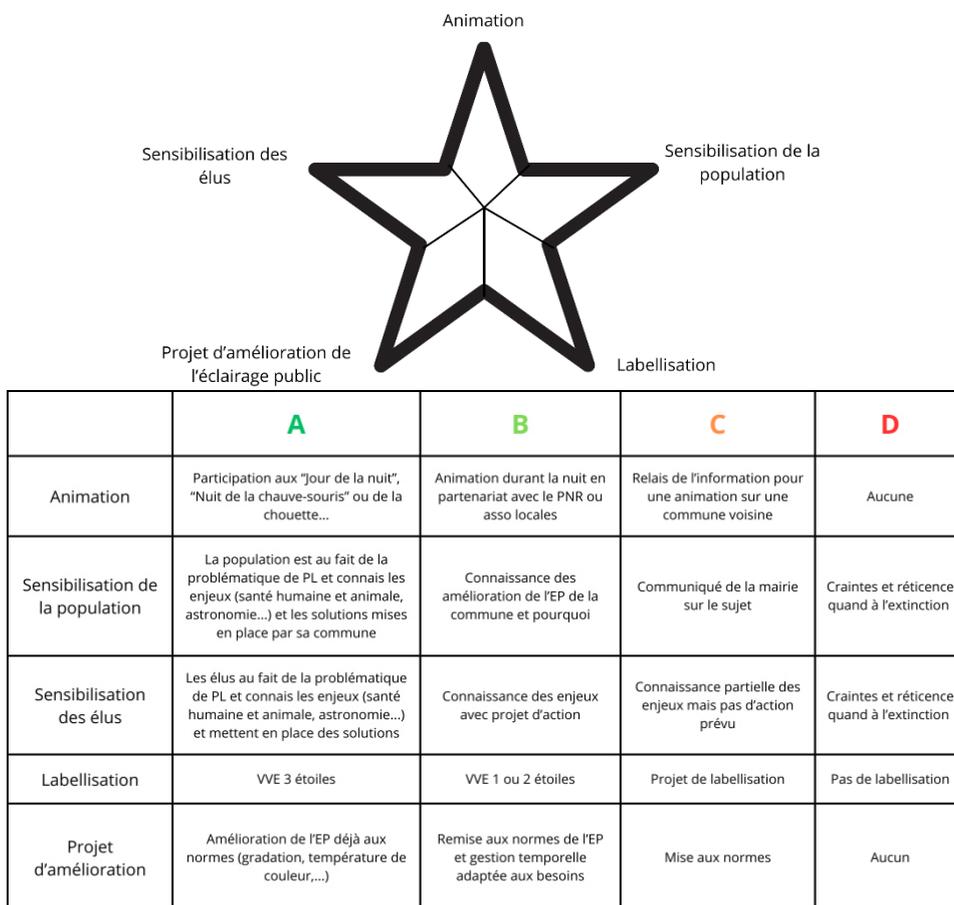


Figure 26 : Diagramme en étoile pour l'évaluation de l'implication d'une commune dans la démarche de réduction de la pollution lumineuse et de la communication autour de ces enjeux

S'il s'avère que le parc d'éclairage public est ancien et homogène, le diagnostic de terrain peut être remplacé par une approximation à l'aide des données nationales. Cette estimation suffit à produire des cartographies proches de la réalité. En revanche, si le parc est plus hétérogène, il est intéressant de mesurer la contribution à la pollution lumineuse de chaque type de point lumineux afin de fournir un diagnostic plus précis, personnalisé et ainsi donner des pistes d'amélioration adaptées.

La principale alerte émise par les interrogés concerne les données concernant les points lumineux. Elles sont parfois anciennes et des aménagements ont pu être réalisés entre temps. De plus, elles sont souvent lacunaires ou imprécises. Il est donc important de les comparer avec des données satellitaires ou avec des observations de terrain. De même, il est important d'assurer une bonne coopération avec les gestionnaires de l'éclairage public afin de travailler en confiance avec ces partenaires quant au partage de leurs données. Les syndicats d'énergie, par exemple, assurent pour les communes qui lui confient cette mission, la totalité de la gestion de l'éclairage public, un service qui couvre l'investissement, la rénovation (pose de matériels neufs), la maintenance (avec des entreprises spécialisées), la cartographie du patrimoine lumineux et le contrôle de l'énergie. Les diagnostics déjà réalisés par les SDE ont été collectés et font donc partis des retours d'expérience des communes (annexe 13).

Suite à ces entretiens et à des recherches complémentaires, des diagrammes en forme d'étoile ont été créés. Ces diagrammes prennent en compte cinq critères (un par branche de l'étoile). Chacun de ces critères est noté, de A+ à F ou de A à D, selon les indicateurs utilisés, leurs seuils et les textes réglementaires les encadrant. Les lignes rouges dans la légende du premier diagramme représentent ces limites, fixées par la loi Française. Les lignes jaunes représentent les limites imposées par l'ANPCEN pour la labellisation VVE. Le premier diagramme s'appuie sur le diagnostic technique de l'éclairage public avec comme critères la distribution du flux (ULOR), l'optimisation de la surface éclairée (Efficacité lumineuse surfacique), la qualité du spectre lumineux (température de couleur et teneur en lumière bleue), la gestion temporelle (durée d'extinction) et la consommation annuelle que représente l'éclairage public (Figure 25). Ce diagramme se rapproche de celui proposé par l'ANPCEN lors du diagnostic de l'EP d'une commune labellisée (annexe 14). Le second prend davantage en compte l'aspect communication et sensibilisation autour des enjeux (Figure 26). Le niveau de connaissance des élus et de leurs habitants est évalué (par un questionnaire par exemple). Le nombre d'animation en lien avec les thématiques de la TN sur la commune est compté. La labellisation ainsi que les améliorations du parc d'EP sont catégorisées selon l'avancement du projet.

De plus, des entretiens se sont dégagés une succession de décisions importantes afin de convaincre les communes d'entrer dans une démarche volontaire d'extinction, ou au moins d'amélioration, de leur éclairage public. Dans un premier temps les acteurs en charge de cet éclairage doivent être sensibilisés. Ils le sont soit par des élus, soit par des habitants ou encore des personnes faisant partie d'un PNR, d'une réserve naturelle ou d'une association d'astronomie. La phase de prise de connaissance des nuisances lumineuses et de leurs impacts sur la biodiversité, la santé, l'astronomie et les consommations énergétiques des communes est importante et il faut savoir cibler les bons exemples à aborder et l'ordre dans lequel ils doivent être abordés. Ce qui semble fonctionner le mieux est une présentation orale avec un support sous forme de diaporama. Cette présentation doit être claire et concise, aborder des exemples faunistiques et floristiques locaux si possible afin que ceux-ci soient compréhensibles pas tous.

Un autre argument de taille pouvant influencer le choix d'une commune dans sa démarche d'extinction est celui de la sécurité. En effet, les entretiens ont fait ressortir la question sécuritaire comme l'une des raisons pour lesquelles certaines communes ne s'engagent pas dans la réduction des nuisances lumineuses. Si cette crainte est soulevée par les habitants ou les élus d'une commune le but

principal sera de les « rassurer ». Pour ce faire, des exemples d'autres communes plus importantes (plus d'habitants, en périphérie de villes, etc.) pratiquant l'extinction de leur éclairage public peuvent être évoqués avec des données de gendarmerie montrant que la délinquance n'augmente pas suite à l'extinction ou encore que le nombre d'accidents de la route reste stable lui aussi. Sur le secteur autour du PNRCF, les communes de Tournefeuille, Millas, Néfiach, Illes-sur-Têt, Corneilla-la-Rivière, Llupia, Thuir et Trouillas ont été indiquées lors des entretiens comme des modèles à suivre pour l'extinction. Cette première phase de sensibilisation peut avoir lieu en conseil municipal ou lors d'une réunion publique. Si cela est fait en réunion publique, le conseil des personnes interrogées est de convoquer sur plusieurs sujets (pas seulement celui de l'éclairage public) pour qu'un maximum de personnes assiste à la réunion et donnent leur avis.

Toute décision concernant l'éclairage public d'une commune doit faire l'objet d'une réunion publique. Au-delà d'informer la population, cette réunion a une importance juridique. Le maire engage tout de même sa responsabilité et peut être poursuivi si un accident survient dans une zone non éclairée de sa commune. Afin de prévenir tout désaccord avec la population, un questionnaire concernant les démarches pouvant être engagées sur l'éclairage public peut être distribué dans les boîtes aux lettres ou par le moyen de communication habituel de la mairie. Un premier test de l'extinction peut ensuite être mis en place selon les réponses à ce questionnaire. La durée de ce test est fixée par le conseil municipal et peut également faire l'objet d'une question aux habitants. Suite à ce test ou au cours de celui-ci, une enquête de satisfaction ou un cahier de doléances peuvent être ouverts afin de s'informer du ressenti et des volontés des habitants.

Les résultats obtenus permettent d'appréhender de manière globale l'impact de la pollution lumineuse sur le territoire du PNRCF, tout en soulignant les initiatives déjà en place et les défis à relever. Cette synthèse des données recueillies révèle non seulement les tendances actuelles, mais aussi les marges de progression pour une gestion plus efficace de l'éclairage public et la préservation de la biodiversité nocturne. À partir de ces constats, il est désormais essentiel d'analyser ces résultats en profondeur afin d'identifier les enjeux cruciaux, les obligations réglementaires, ainsi que les outils et indicateurs indispensables pour l'élaboration et la mise en œuvre d'une stratégie de Trame Noire au niveau local.

4. Discussion

Cette dernière partie propose une discussion autour des résultats, en se focalisant sur l'analyse des enjeux et des outils à disposition pour préserver la biodiversité. Elle inclut également une proposition de stratégie d'action en faveur de la Trame Noire au niveau local, une discussion des limites de l'étude et des perspectives à venir pour mieux intégrer ces enjeux dans les politiques locales.

4.1. Analyse des résultats : enjeux, obligations, outils et indicateurs de la Trame Noire au niveau local

Le travail mené sur le sujet de la trame noire au sein du PNRCF apporte un ensemble de données de nature très variée. Pour le PNRCF, se lancer dans une stratégie à ce sujet nécessite la prise en compte d'éléments de nature scientifiques, réglementaires, de politiques publiques (environnementale et urbanistique) ainsi que de leviers financiers et incitatifs.

L'étude bibliographique nous apprend que tous les êtres vivants sont plus ou moins impactés par la pollution lumineuse qu'ils soient nocturnes ou non. Une faible intensité lumineuse suffit à influencer sur de nombreuses caractéristiques des cycles de vie des êtres vivants (déplacements, croissance, alimentation, survie, etc.), menant dans de nombreux cas à des conséquences délétères. L'ensemble des longueurs d'onde sont concernées, et il semble que les lumières ambrées soient celles qui aient le moins d'impact tandis que les lumières blanches sont celles qui en ont le plus. Toutefois, dès l'extinction réalisée, ou le changement de matériel opéré, l'effet positif est immédiat.

En outre, les impacts de la pollution lumineuse vont, pour certains, au-delà du vivant et changent notre perception de l'environnement nocturne (astronomie, déplacements, sensation d'insécurité, etc.). Partant de ces constats, une liste d'arguments en faveur de la réduction des nuisances lumineuses peut être dressée et portée à la connaissance des décideurs leur montrant les intérêts majeurs de leur action. Les espèces de référence par rapport à l'étude de la pollution lumineuse choisies dans le cadre de cette étude, et de manière générale à l'heure actuelle sont les chiroptères. Ce choix est lié à leur grande sensibilité à la lumière nocturne, même de faible intensité.

Les recherches concernant l'impact de la lumière artificielle nocturne sur la santé humaine sont relativement récentes, et à mesure que les organisations de santé approfondissent le sujet, de nouveaux effets sont continuellement découverts. Il est donc important de communiquer d'ores et déjà sur les dangers que l'exposition à la lumière artificielle représente pour la santé humaine, et de noter tous les bénéfices d'une réduction de la lumière nocturne sur celle-ci.

La qualité d'observation des cieux est également fortement dégradée par la pollution lumineuse. Cette dégradation, si elle se poursuit, pourrait devenir préoccupante non seulement pour les astronomes du Parc mais également pour ceux de la France entière car elle implique des déplacements vers des zones aux cieux mieux préservés qui se font de plus en plus rare. Les résultats de recherche des astronomes ainsi que leurs découvertes peuvent en pâtir. Les formations d'astronomes peuvent aussi être impactées significativement car les observations sont de moins bonne qualité qu'auparavant du fait notamment de la pollution visuelle de l'éclairage nocturne. Enfin, si l'observation du ciel étoilé est compromise sur tout le territoire français, la filière liée à ces métiers pourrait être fragilisée, voire se délocaliser dans d'autres pays encore préservés des nuisances lumineuses nocturnes. L'atlas mondial de la luminosité artificielle du ciel nocturne place la France 11^{ème} et 3^{ème}, parmi les pays du G20, respectivement en fonction de la pollution lumineuse subie par la population (en pourcentage du nombre d'habitants) et par rapport à la surface du pays exposé. Le pays le mieux classé en termes de pourcentage d'habitants exposés est l'Allemagne. Pour ce qui est de la surface polluée par la lumière artificielle, c'est l'Australie qui est la mieux placée (Falchi *et al.*, 2016). Les parties non exposées à la pollution lumineuse de ces deux pays pourraient attirer les astronomes.

A mesure que l'éclairage gagne en efficacité et en durée de vie (notamment grâce aux LED), les consommations d'énergie des communes et des particuliers diminuent. Les coûts associés à cette consommation diminuent eux aussi, ce qui pourrait inciter à ne pas diminuer, voir à augmenter, le temps d'éclairage ou la puissance engagée. Cependant, une hausse des prix a eu lieu suite à la crise sanitaire du COVID-19. Les raisons de cette augmentation sont discutables et multiples : réhabilitation du parc nucléaire, quotas de CO₂, guerre entre l'Ukraine et la Russie entraînant un boycott des énergies Russes. Or, des économies peuvent être faites avec la réduction de l'éclairage nocturne. Au-delà des enjeux environnementaux, de santé publique et d'astronomie, il existe donc également un enjeu économique à agir sur la réduction de la pollution lumineuse. En outre, grâce aux économies ainsi réalisées, un équilibre peut être effectué avec les investissements matériels permettant de limiter la pollution lumineuse (exemple : remplacer les horloges astronomiques hebdomadaires par des annuelles pour limiter les coûts de fonctionnement ; changer les luminaires et ampoules, etc.).

Au-delà des efforts volontaires des collectivités il est à noter un ensemble de réglementations à respecter concernant l'éclairage nocturne public et privé. A ce sujet il existe un ensemble documentaire assez clair et complet, couvrant un bon nombre des caractéristiques de l'éclairage et sa gestion temporelle. Cependant, le constat de méconnaissance de non-application ou de non-respect de cette réglementation est souvent fait. Des facteurs économiques expliquent dans certains cas les entorses à la réglementation. C'est le cas de parcs d'éclairages vétustes par exemple ceux composés de lampadaires type « boule » qui sont maintenant interdits à la vente et doivent être retirés au premier janvier 2025 à cause de leur ULR supérieur à 50%¹⁶.

De nombreux outils ont été identifiés afin de diminuer les nuisances lumineuses et leurs impacts. Il est primordial de susciter la volonté des élus en communiquant sur ces outils et en guidant leur action. Il existe à la fois des outils de diagnostic, de planification, d'action et de valorisation des actions réalisées. Les outils de diagnostic connaissent des échelles variées, des domaines divers (physique, écologique, etc.) permettant de prendre en compte divers enjeux, et peuvent être portés par différentes structures. Les outils de planification de type TVB au sein des documents d'urbanismes peuvent constituer à la fois des outils de dialogue au moment de leur instauration et de prise de conscience dans leur application. Ce sont les EPCI et le Parc qui sont les principales structures pouvant agir via ces outils. Les outils directs d'action ont été bien détaillés dans la partie 3.4 (extinction, gradation, changement de matériel) et sont principalement activables par les communes, leurs groupements, les syndicats d'énergie et le Parc (pour l'aspect incitatif et soutien technique, voire ingénierie financière).

La labellisation peut être une motivation qui guide l'ensemble des autres outils dans une dynamique positive en faveur de la nuit. Le label peut permettre de mobiliser les collectivités locales pour engager dans une véritable prise en compte de la pollution lumineuse sur leur territoire car il leur apporte une évaluation personnalisée de leur EP ainsi que des recommandations pour l'améliorer. Il représente donc un élément prépondérant et un axe d'approche plus que nécessaire dans la construction d'une stratégie TN. Il est à noter que la labellisation permet de favoriser les financements, ce qui peut être intéressant sur le long terme, en vue de la mise en place d'une Trame Noire. En outre, certaines parties du territoire ont déjà un potentiel de labellisation (VVE) et d'autres pourraient l'acquérir. Il pourrait également être intéressant de viser des labels les plus exigeants comme moteur à l'échelle du Parc (RICE, TVVE).

Le Parc apparaît, au vu des résultats collectés auprès des communes et des analyses satellitaires, comme une zone peu polluée en termes d'intensité et de territoire impacté. En parallèle, ce même territoire apparaît comme majeur en termes de continuités écologiques et d'enjeux environnementaux, et, comme mentionné plus haut, une faible pollution lumineuse nocturne, à la différence d'autres polluants (ex. chimique), peut conduire à des effets environnementaux importants. Les zones les plus polluées du PNRCF se trouvent au Sud Est (influence de la ville de Perpignan) et à l'Ouest près de Quillan. Les zones les moins polluées sont souvent celles situées sur les plateaux. Une dynamique positive est déjà lancée. Le constat général, entre 2018 et 2023, est à la diminution de la pollution lumineuse au sein du Parc. Il résulte de l'extinction en cœur de nuit d'un grand nombre de communes en réponse à la hausse du coût de l'énergie. De même, comme le nombre de communes éteignant augmente, les communes voisines sont plus enclines à faire de même.

L'enquête, réalisée dans le cadre de cette définition de stratégie à l'échelle du Parc, permet de dresser un constat fin de l'état de la pollution sur le territoire ainsi que des attentes grâce à un assez bon taux de réponse : seulement 16 communes n'ont pas répondu. En supposant que ces communes soient allumées tout au long de la nuit, le PNRCF se compose d'une majorité (62,6%) de communes pratiquant l'extinction de l'EP en cœur de nuit. Il reste 37,4% de communes ayant une marge de progression dans leur gestion de la pollution lumineuse. Parmi elles, 11 communes réfléchissent à éteindre leur EP sur une partie de la nuit et sont donc des communes à viser en priorité dans la stratégie. De plus, les démarches d'extinction ayant déjà été entreprises n'ont pas fait l'objet d'un rétro-pédalage. Pour les communes pionnières dans cette démarche (certaines éteignent depuis 2018), les potentiels changements d'élus ne semblent pas avoir eu d'impact sur cet aspect de la gestion de l'EP.

En ce qui concerne les horaires d'extinction, les différences entre les saisons estivales et hivernales peuvent s'expliquer par les durées de jour plus élevées en été qui nécessitent une plus faible période d'éclairage (en général une heure de moins que l'hiver). Ainsi les horaires d'extinction sont décalés vers le milieu de nuit pour l'été et vers le début de nuit pour l'hiver. De plus, la saison

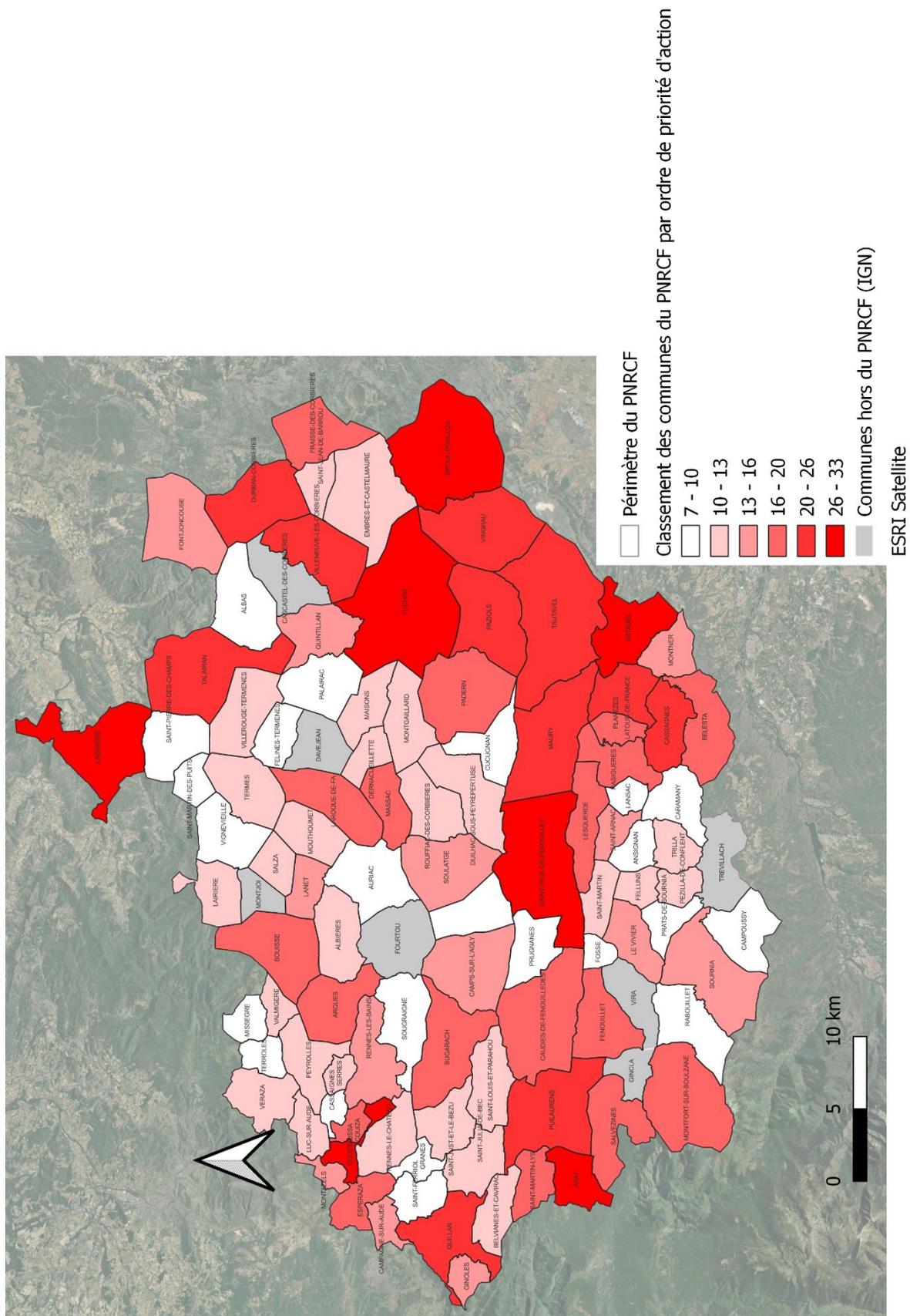


Figure 27 : Cartographie des zones prioritaires pour les actions de la stratégie TN.

estivale représente un nombre d'habitants plus important sur le territoire avec le tourisme mais aussi les résidences secondaires. De nombreux événements ont également lieu dans le Parc en été comme des marchés nocturnes ou encore des fêtes de villages. En raison de ces activités, les communes peuvent prendre des arrêtés municipaux pour ne pas éteindre exceptionnellement à la période souhaitée. Cette année ce fut le cas de la commune de Vingrau par exemple.

Les raisons pour ne pas éteindre ou pour le faire plus tard étant énoncées, les raisons pour lesquelles les communes éteignent sont aussi importantes à analyser. En premier lieu les communes souhaitent faire des économies d'énergie et réduire les coûts liés à ces dépenses, puis pour préserver la biodiversité et enfin pour agir en faveur de la santé publique et de l'astronomie. Ces deux derniers enjeux sont moins connus et/ou moins pris en considération par les élus. Il est donc important que le Parc axe sa communication sur ce que les communes connaissent le moins.

L'amélioration de l'éclairage public peut faire partie de ces moyens d'actions moins connus. En général, l'installation de LED et la gradation de luminosité sont les deux principales optimisations de l'EP mise en œuvre dans le Parc. Cependant, il existe plusieurs types de lampe LED du « blanc froid » à l'ambré en passant pas du « blanc chaud » émettant plus ou moins dans le bleu et avec des températures de couleur plus ou moins élevées. Les informations doivent être apportées dans le choix de ces différents types de LED en fonction de leurs effets.

Parmi les communes ayant amélioré leur EP, 48 éteignent et 22 ne le font pas. Parmi celles qui n'ont pas amélioré leur EP, 8 éteignent et 3 restent allumées. Au final, 78 communes ont déjà entrepris une démarche soit d'extinction soit d'amélioration de leur éclairage public. Cela représente 94% des communes ayant répondu à l'enquête et 78,8% des communes du Parc. Si les communes s'engagent à aller plus loin dans leurs démarches, c'est les 4/5^{ème} du PNRCF pourraient avoir une meilleure qualité de nuit et limiter efficacement la pollution lumineuse.

Parmi les communes ne voulant pas être accompagnées par le PNRCF, 30 pratiquent l'extinction de leur éclairage public et 12 ne le font pas. La même répartition est observée pour les communes qui souhaitent être accompagnées : 26 éteignent leur éclairage public la nuit et 13 ne le font pas. Les 30 premières communes sont certainement arrivées au bout de leurs efforts sur l'amélioration des conditions d'éclairage selon leurs moyens et leurs connaissances. Les 12 suivantes ne souhaitent pas être accompagnées, soit car elles ne souhaitent pas aller plus loin (deux communes) ou éteindre (une commune), soit car elles sont déjà accompagnées (six communes) par un autre organisme (Rénovation de l'EP avec la C3SM, Plan lumière du SIVOM, ...).

L'ensemble des résultats précédents ont permis de créer une base de données afin d'identifier les zones d'action prioritaires de façon multifactorielle. La modélisation de cette base est présentée dans la figure 27 sous forme de cartographie. Les chiffres en légende sont le résultat de la somme des cotations de chaque commune pour chacun des facteurs pris en compte. Les communes déjà éteintes sur une partie de la nuit ne seront pas prioritaires dans l'accompagnement pour le moment sauf pour labellisation. Les communes qui ressortent largement prioritaires sont : Axat, Saint-Paul-de-Fenouillet, Tuchan, Opoul-Périllos, Estagel, Couiza et Lagrasse. Ces communes présentent des zones d'enjeux concernant la biodiversité et la pollution lumineuse. Les différents axes de la stratégie TN du Parc pourraient donc être appliqués prioritairement à ces communes à court et moyen terme.

Quant à la pollution lumineuse émanant d'autres sources que l'EP, les actions à initier pour la réduire sont plus moins évidentes. Les parcs éoliens sont tenus par une obligation légale d'éclairer le haut de leurs mats par une lumière clignotante pour des questions de sécurité aérienne²¹. Le seul levier sur lequel il est possible d'agir est la couleur de cette lumière qui doit être préférentiellement rouge et non blanche. Pour les châteaux présents sur le territoire, le projet de labellisation au patrimoine mondial de l'UNESCO de cinq d'entre eux (châteaux Cathares, « fils de Carcassonne ») pourrait inciter à limiter leur éclairage, d'après la responsable de ce projet au sein du Parc. En effet, il est possible que les critères de labellisation soient durcis sur cet aspect car les installations de mise en

lumière dégradent le patrimoine (perçage, fils, dénaturation du bâtiment historique avec des éléments d'éclairage moderne). Les carrières mériteraient également une attention particulière et un suivi permettant de savoir si ces sites ont un impact particulier et si une action d'information doit être menée par le parc. Leur statut par rapport à la réglementation indique qu'elles devraient éteindre leur système d'éclairage au maximum une heure après la fin de l'activité. La cartographie des unités paysagères montre l'impact des communes les unes par rapport aux autres ou des sites les uns par rapport aux autres. Cela suggère que les unités paysagères doivent être prises en compte dans la définition des communes à accompagner lors de la mise en pratique de la stratégie TN.

La question des continuités écologiques et leur potentielle rupture par les effets de l'éclairage nocturne peut aussi être discutée. Ces éléments sont à prendre en compte dans l'analyse des enjeux (sites de passage importants pour la survie des espèces, question des collisions sur les axes routiers, migrations saisonnières ou journalières, etc.). En outre, les épisodes de sécheresse de plus en plus fréquents sur le territoire du Parc représentent un élément d'influence qui nécessitent d'en tenir compte.

Les recherches bibliographiques ainsi que les retours d'expérience d'un certain nombre d'experts ont permis de mettre en évidence des indicateurs de pollution lumineuse, des protocoles et actions types ainsi que des partenaires. Des seuils ont été évalués et serviront à établir les objectifs de la stratégie par exemple en termes de radiance, luminance, engagement des communes (nombre, niveau d'implication, ...), caractéristiques de l'éclairage (spectre, orientation, ...), effets sur la biodiversité (présence de chiroptères, etc.).

Certains de ces indicateurs ont été rassemblés en diagrammes étoile afin de simplifier la restitution de l'analyse et ainsi créer un résultat visuel pour le diagnostic des pratiques d'éclairage d'une commune qui pourraient être intégrés à la stratégie et permettre de suivre l'évolution du territoire du Parc, commune par commune. Le premier diagramme est axé sur l'évaluation technique de l'éclairage public, en tenant compte des normes et de l'efficacité énergétique, tandis que le second se concentre sur l'engagement sociopolitique de la commune pour la réduction de la pollution lumineuse, notamment par l'animation et la sensibilisation. Ces deux aspects sont complémentaires dans la gestion globale de l'éclairage nocturne, à la fois en termes de performances techniques et d'engagement communautaire.

Les résultats de l'étude ayant été analysés et mis en perspective, la stratégie et les actions concrètes à mener pour le maintien de la Trame Noire du Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes peuvent être énoncés.

4.2. Proposition d'une stratégie d'action en faveur de la Trame Noire, à l'échelle du Parc

Afin d'introduire cette stratégie, il est important de faire un inventaire des partenaires potentiels dans les projets qu'elle mettra en place. Les communes sont gestionnaires de leur éclairage public. Elles constituent donc des structures essentielles dans la stratégie en faveur de la Trame Noire sur le Parc.

Le territoire du Parc occupe deux départements et collabore sur l'aspect énergétique avec deux syndicats d'énergie : le SYADEN dans l'Aude et le SYDEEL dans le Pyrénées Orientales. Des conventions cadre de partenariat ont été établies avec ces syndicats et le PNRCF. Ces conventions encadrent, entre autres, les questions liées à l'éclairage public. Pour répondre aux ambitions de la Charte, le Parc s'engage à être un relai local pour l'accompagnement offert par les SDE aux communes ayant des projets de rénovation, d'extension urbaine ou d'économies d'énergie. Le SYADEN et le SYDEEL doivent en retour intégrer les objectifs de la charte, en particulier ceux concernant la préservation de la biodiversité nocturne, la Trame Noire et la lutte contre la pollution lumineuse. Une convention spécifique encadre également un partenariat sur les CEP (Conseils en Energie Partagée). Le CEP est un accompagnement sur les volets énergétiques et économiques des

communes lors de nouveaux projets d'investissement. Le Parc et les SDE s'engagent à s'accorder sur une méthode (critères de sélection des communes bénéficiaires d'un CEP : communes n'en ayant jamais bénéficié et/ou pas depuis plus de 5 ans, mode de sélection : appel à candidature ...), sur les communes retenues et sur le volume d'accompagnement.

Les communes délèguent également certaines compétences concernant leur éclairage public à des EPCI (C3SM, SIVOM). Ces EPCI ont leurs propres projets (Plan lumière) et une communication sur ceux-ci ainsi qu'une coopération avec le Parc serait judicieuse. Ces partenaires seront mobilisés par le Parc afin d'accompagner les communes rencontrant des difficultés techniques et/ou économiques par exemple. De plus le Parc pourrait fournir des supports d'information par rapport aux problèmes rencontrés par les communes et aux solutions pour y remédier proposées par ces partenaires.

Les acteurs situés au voisinage du Parc peuvent également jouer un rôle clef dans la dynamique portée par le PNRCF. En effet, le PNR des Pyrénées Catalanes (PNRPC) a déjà élaboré cette stratégie et la met en place en lançant, par exemple, le projet de labellisation du Parc en RICE. Cette stratégie se décline en trois axes de travail basés sur l'action et l'accompagnement des communes. Le PNARNM (Narbonnaise en Méditerranée) est en cours de révision de sa charte et pourra probablement également être un acteur partenaire.

Cette étude aboutit à une proposition pouvant constituer une base de la stratégie Trame Noire à adopter par les élus du Parc. L'objectif principal de cette stratégie est de préserver la Trame Noire du PNRCF pour protéger les chiroptères, et la biodiversité dans son ensemble. Il s'agit de préserver les continuités écologiques internes et ses liens fonctionnels avec l'extérieur ; de s'engager dans une sobriété et efficacité énergétique ; et de réduire la pollution lumineuse tout en trouvant des équilibres avec les activités humaines. Cette stratégie est volontairement centrée vers l'action, étant donné la large connaissance des enjeux et bénéfices des procédures de réduction de la pollution lumineuse. Elle se décline en trois axes. Ces axes incluent des mesures pour réduire la pollution lumineuse, créer et protéger les zones d'enjeux liées à la TN et suivre et évaluer la stratégie proposée.

Axe 1 : Réduction de la Pollution Lumineuse.

- Sensibilisation, formation, réglementation et accompagnement :

Organiser des actions de sensibilisation, pour les élus et les techniciens municipaux, sur les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité, en particulier les chiroptères, peut constituer la première étape d'une action sur le Parc.

La production d'un livret d'informations techniques, afin d'informer les décideurs sur les enjeux liés à la Trame Noire ainsi que la réglementation, les solutions afin d'agir en sa faveur, la diffusion de séquences vidéo et le lien avec les formations existant sur le territoire (conseil départemental 66) peuvent également être envisagés. De même que l'identification, au sein du Parc, d'une personne ressource.

Sensibiliser les habitants à l'importance de la Trame Noire par des campagnes d'information et des événements dédiés. Pour cela des animations nocturnes (balade, observation des étoiles...) ou en journée (jeux, fresque, exposition), des conférences ou des activités pédagogiques dans les écoles pourront être proposées par le Parc en partenariat avec des astronomes, des organisateurs d'événements comme les jours de la nuit et des chauves-souris. Une communication commune ou coordonnée peut également être envisagée avec les SDE, à destination des communes : le Parc sur la sensibilisation à la lutte contre la pollution lumineuse, les SDE sur les économies d'énergie qu'elle induit.

Proposer des diagnostics d'éclairage public pour identifier les points lumineux à modifier ou supprimer et estimer leurs impacts sur l'environnement, en liens avec les syndicats d'énergie, les EPCI et les communes en régie. Envisager une action du Parc en collaboration avec les gestionnaires centrée sur l'aspect environnemental des diagnostics. Suite aux diagnostics, suivre les retombées économiques (coût des investissements, économies réalisées sur un an, temps d'amortissement du matériel, coûts de maintenance et durée de vie par rapport à l'ancien parc d'éclairage ou aux anciennes pratiques, etc.) pour les communes s'étant engagées dans une démarche d'amélioration de leur gestion de l'EP.

Mettre en place les méthodes, appels à candidatures et accompagnements évoqués dans les conventions avec les SDE (convention cadre et CEP).

- Inscription des enjeux de la Trame Noire au sein des documents de planification :

Accompagner les communes et intercommunalités ou Scot dans l'élaboration et la mise en œuvre de Trames Noires dans des Scot, PLU, PLUi, cartes communales ou charte et règlements locaux donnant les zonages à enjeux et limitant l'éclairage nocturne non essentiel.

- Solutions techniques et financières :

Promouvoir l'adoption de technologies d'éclairage plus respectueuses de l'environnement, comme les lampes LED à faible intensité et faible température de couleur, les détecteurs de mouvement etc.

Promouvoir des solutions alternatives avec des outils innovants comme des coupes-flux sur mesure, des filtres de couleurs (gélatine), etc. Ces solutions sont moins coûteuses et donc plus attractives que le remplacement d'un point lumineux.

Faciliter l'accès à des financements pour la mise à niveau des infrastructures d'éclairage (ingénierie financière au sein du Parc).

Financer en partie la mise en œuvre de la stratégie Trame Noire au sein du Parc via le Fonds Vert par exemple. Un dossier est en cours de constitution et sera déposé le 19 septembre 2024. L'ébauche de dossier est disponible en annexe 15.

Ce premier axe a pour objectif de convaincre les communes de s'engager dans des démarches en faveur de la Trame Noire et pour la réduction de la pollution lumineuse (état de lieux, extinction ou optimisation de l'EP). L'engagement de ces communes pourra alors induire l'augmentation des zones ayant une bonne qualité de ciel nocturne et donc favorables aux chiroptères. Ces zones nouvellement créées doivent être protégées afin de les conserver. Les actions à mener dans l'axe 1 sont donc liées à la vérification de l'hypothèse technique.

Axe 2 : Création et Protection des Zones de Trame Noire.

- Cartographie et planification :

Valider la cartographie des corridors écologiques nocturnes et des habitats critiques pour les chiroptères avec les partenaires experts (référent trames de la Région Occitanie, MNHN, OFB, CEN, chiroptérologues, etc.). Décliner et affiner la modélisation des enjeux au niveau des communes intéressées.

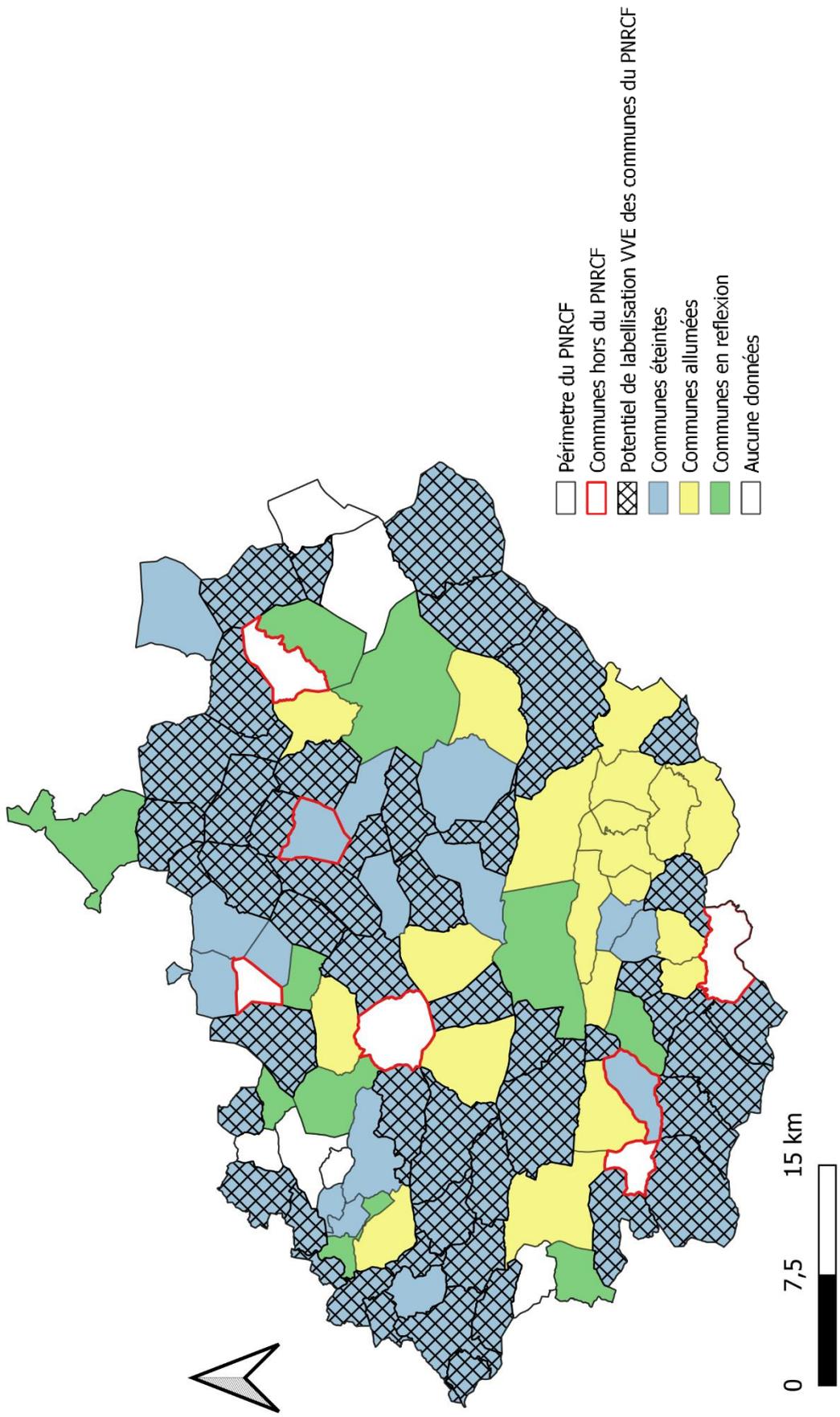


Figure 28 : Potentiel de labellisation VVE des communes du PNRCF.

Intégrer ces zones de protection prioritaires dans les documents d'urbanisme des communes, des EPCI et des Scot.

Cartographier les autres enjeux de la Trame Noire (carrières, châteaux, parc éolien, etc.) et associer les acteurs publics, privés ainsi que des citoyens à la dynamique de sensibilisation aux enjeux.

- Labellisations :

Identifier et classer des zones à faible pollution lumineuse en VVE, favorisant ainsi un environnement propice aux chiroptères. Viser à terme une labellisation TVVE du Parc, soit la labellisation en VVE de :

- 2/3 des communes, représentant la moitié de la population
- 50% des communes représentant les 2/3 de la population

Travailler à l'obtention du label RICE pour les zones les plus préservées, en collaboration avec les communes et les experts en étude de qualité des cieux (étude nécessaire à l'obtention du label). L'accompagnement à la réalisation de chartes locales encadrant la gestion et la conformité de l'éclairage public et leur adoption par les communes du Parc seront utiles dans la recherche de cette labellisation.

Les informations récoltées à l'échelle du PNRCF ont permis d'estimer à 49 le nombre de communes susceptibles d'être labellisées VVE. Ces communes sont présentées dans la figure 28. Elles représentent 49,5% des communes du Parc et un nombre d'habitants d'environ 14 600, en 2022 d'après l'INSEE. Le nombre d'habitants total du PNRCF s'élevant à 28 300, les communes pouvant prétendre à une labellisation représentent 51% de la population du Parc. Ces proportions sont insuffisantes pour obtenir le label de Territoire de Villes et Villages Etoilés, les seuils des deux scénarii pour le PNRCF étant de 50 communes pour 18 866 habitants, et de 66 communes pour 14 150 habitants. Il manque donc une commune pour atteindre l'objectif du premier scénario, le nombre d'habitants étant déjà assez important. Pour augmenter le nombre de communes pouvant obtenir le label VVE, le PNRCF doit soit convaincre de nouvelles communes de mettre en place l'extinction de leur EP, soit faire augmenter le temps d'extinction des 14 communes éteintes mais dont l'engagement n'est pas assez important pour la labellisation. Comme par exemple la commune de Padern qui n'éteint actuellement uniquement l'hiver entre minuit et 6h ; ou encore la commune de Saint-Ferriol qui éteint de 1h à 5h, soit une heure de moins que Cucugnan (commune de référence pour ce label). Notons que toutes les communes n'ont pas répondues à l'enquête et que leurs informations concernant l'éclairage ne sont pas disponibles, il est donc difficile de savoir si elles pourraient être labellisées ou non.

Afin que le Parc obtienne le label RICE, il doit définir des zones à labelliser ayant une bonne qualité de ciel étoilé, soit une luminance supérieure ou égale à $20 \text{ mag.arcsec}^{-2}$. Cette mesure correspond aux espaces du jaune au bleu sur la modélisation de la pollution lumineuse par la région Occitanie de 2021. Cela représente 83 communes, les 16 communes restantes ne peuvent pas être prise en compte dans le label RICE.

Une liste exhaustive des communes éteintes sur une partie de la nuit n'ayant pas le potentiel pour être labellisées, pour le moment, et les raisons de cette affirmation est présente en annexe 16.

- Protection des habitats naturels :

Encourager la conservation et la restauration des habitats naturels propices aux gîtes, sites de reproduction et à l'alimentation des chiroptères, tels que les cavités naturelles, certains bâtiments (moulins, édifices religieux, etc.), les forêts, les haies, ainsi que les milieux aquatiques et autres zones humides.

Créer des systèmes types bottom-up pour le franchissement des zones de discontinuité liés aux infrastructures de déplacement et leurs éclairages éventuels.

Promouvoir la gestion durable des espaces verts urbains sans éclairage nocturne pour maintenir un réseau fonctionnel de TN.

Ce second axe a pour objectif la protection des zones naturelle du PNRCF en prenant en compte la Trame Noire. L'engagement des communes pour la réduction de la pollution lumineuse sera valorisé par des labels ce qui pourrait être un argument pour l'engagement d'autres communes. Les actions à mener dans l'axe 2 ont donc pour but d'ajouter à la réduction technique de la pollution lumineuse une dimension écologique.

Axe 3 : Suivi et Évaluation de la Stratégie.

- Monitoring des Populations de Chiroptères :

Ce suivi cherche à tester l'hypothèse écologique. La mise en place un programme de suivi scientifique pour mesurer l'évolution des populations de chiroptères, en fonction des actions de réduction de la pollution lumineuse mises en œuvre, permettrait de tester l'hypothèse écologique. Elle serait réalisée en lien avec les études des hauts lieux de biodiversité et les zones Natura 2000 du Parc, mais également en collaboration avec les prestataires qui opèrent déjà ces suivis sur le territoire (Bureau d'étude, associations, etc.). Les données seront ensuite utilisées pour ajuster la stratégie et renforcer les mesures les plus efficaces. Le monitoring sera annuel car l'étude de plusieurs périodes de l'année est importante pour un suivi complet lié au cycle de vie des chiroptères. Il pourra être reconduit tous les 3 ans selon les besoins et les moyens du Parc. Il sera important de faire le lien avec la commission biodiversité du Parc pour avoir un retour sur l'action menée ainsi que d'éventuelles prescriptions.

- Suivi de la qualité de la Trame Noire :

Évaluer régulièrement l'état de la Trame Noire à l'aide de capteurs de lumière et de relevés sur le terrain (luminance).

Etablir un suivi annuel du statut et de la durée d'extinction des communes, puis tous les 6 ans (durée d'un mandat municipal) lorsque les objectifs de labellisation seront atteints.

Publier des rapports annuels sur l'état de la pollution lumineuse et son impact sur les chiroptères.

- Partenariat et réseau :

Créer des partenariats avec des structures locales, nationales et internationales pour assurer une participation active des habitants. Etablir une communication sur les données de sécurité (criminalité) avec les gendarmeries locales et polices municipales afin de tester l'hypothèse de la

Action	Objectif	Indicateurs	Délais et suivi
Acter la stratégie et initier sa mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> - Validation de la stratégie (cartographie et planification) en interne puis par les partenaires et experts. - Intégration de la Trame Noire dans les documents d'urbanisme. - Etablir et entretenir des partenariats durables. 		<ul style="list-style-type: none"> - A finaliser sous 2 ans.
Réduction de la pollution lumineuse	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibiliser et former les élus et techniciens municipaux sur les enjeux et la réglementation liés la TN. - Accompagner les communes dans les démarches d'extinction et/ou d'amélioration de leur EP. - Promouvoir des solutions d'éclairage respectueuses et économes. - Faciliter l'accès aux financements. - Sensibiliser les habitants du Parc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de communes éteignant, durée de l'extinction et type d'éclairage utilisé. - Diagnostics de l'EP (mesure de la puissance, de l'intensité, de la température de couleur, de l'ULR, ...). - Mesures de qualité des lieux (luminance). 	<ul style="list-style-type: none"> - Une formation par an. - 70 % des communes engagées d'ici 3 ans, suivi annuel. - Diagnostic de 3 communes par an. - Dépôt de la demande de Fonds Vert au cours du dernier trimestre 2024. - Atteindre un niveau de pollution lumineuse faible ($> 20 \text{ mag.arcsec}^{-2}$) pour 80% du territoire du Parc d'ici 5 ans.
Protection des habitats et des espèces cibles	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi des zones protégées (Natura 2000, PNA) et étude de la possibilité de les étendre. - Monitoring des populations de chiroptères. 	<ul style="list-style-type: none"> - Surface et nombre de zones protégées. - Nombre de gîtes connu, taille des colonies de chiroptères, nombre d'espèces présentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Echéance continue sur 5 ans. - Bilan d'étude annuel avec réévaluation tous les 3 ans.
Labellisation	<ul style="list-style-type: none"> - Labelliser une dizaine de communes en VVE par an. - Labelliser le Parc en TVVE : 2/3 des communes représentant 50% des habitants ou 50% des communes regroupant 2/3 des habitants labellisés VVE. - Labelliser le Parc en RICE : plan de gestion de l'EP couvrant 80% du territoire et des habitants, visibilité de la voie lactée, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de communes labellisées et nombre d'étoiles obtenues. - Pourcentage de communes et d'habitants du Parc labellisés VVE. - Gestion temporelle et spatiale de l'éclairage. - Luminance supérieure ou égale à $20 \text{ mag.arcsec}^{-2}$. 	<ul style="list-style-type: none"> - Labellisation de toutes les communes identifiées VVE dans 5 à 10 ans. - Labellisation du Parc en TVVE : objectif à 10 ans. - Conformité de 90% des éclairages à 5 ans et 100% à 10 ans. - Rapports annuels de l'évolution de la pollution lumineuse.

Figure 29 : Objectifs, indicateurs et délais pour la réalisation de la stratégie Trame Noire.

coexistence de la nuit avec la sécurité publique et la meilleure acceptation de ces démarches par les habitants.

S'associer aux dynamiques d'autres PNR afin de profiter de leur expérience et de leur recul par rapport à la mise en place de leurs stratégies TN (PNRPC : labellisation RICE ; PNR du Marais Poitevin : étude sociologique sur l'acceptation de l'extinction par les habitants) ou afin de leur faire part de la nôtre (PNRNM : réflexion sur la stratégie TN).

S'assurer que la direction du Parc, les élus, et les partenaires (experts, SDE, etc.) s'approprient pleinement la stratégie et en soutiennent la mise en œuvre.

Cette stratégie vise à impliquer activement les communes du Parc dans la protection de la Trame Noire, en valorisant l'action des communes et le territoire via des labels. Elle allie actions concrètes, accompagnement technique et sensibilisation pour assurer un avenir durable pour les chiroptères et la biodiversité dans son ensemble.

Un tableau récapitulatif des actions et objectifs de la stratégie Trame Noire proposée est présenté en figure 29.

4.3.Limites de l'étude et perspectives

La présente étude rassemble des données de nature variée, datant de 2018 à 2024, sur le territoire du PNRFCF. Il s'agit essentiellement de données issues de questionnaires auprès des communes, de données de littérature et d'analyses personnelles. Ces données ont une fiabilité relative qui permet d'avoir une bonne vision des enjeux généraux et spécifiques au territoire global du Parc. Certaines limites existent toutefois et des améliorations pourraient être envisagées ainsi que des perspectives de travail.

L'étude a été réalisée en utilisant des données dont la précision peut être limitée. En effet, toutes les communes n'ont pas répondu à l'enquête initiale, ce qui peut affecter l'exhaustivité des informations recueillies. L'enquête en elle-même comportait des biais : le formulaire papier octroyait plus de liberté de réponse que le formulaire en ligne et certaines questions auraient mérité d'être plus ouvertes comme le choix « Autre » qui devrait être suivi d'un espace pour expliciter cette autre réponse ou encore une question qui aurait pu être posée : « Depuis combien de temps la commune pratique-t-elle l'extinction ? ». Pour pallier à cette lacune, il serait utile de compléter l'étude par des observations de terrain en soirée, afin de vérifier directement l'état des éclairages publics et leur fonctionnement à différentes heures sur plusieurs périodes.

De plus, le sujet de la pollution lumineuse est en constante évolution, ce qui implique que les données disponibles peuvent rapidement devenir obsolètes. Cela s'observe pour les données de luminance de 2018 sur lesquelles le Parc s'est basé pour estimer la surface du territoire pouvant être labelliser RICE par exemple. Pour garantir la fiabilité et la précision des informations utilisées dans la mise en œuvre de la stratégie, une veille documentaire sera indispensable. Cela permettra d'ajuster les recommandations en fonction des découvertes majeures et des nouvelles tendances.

Si une action concrètement doit être engagée, il est nécessaire de capitaliser des informations de précision sur les enjeux à l'échelle communale (points lumineux, système d'éclairage, enjeux croisés avec d'autres domaines comme la sécurité). C'est pourquoi la mise en œuvre d'actions bénéfiques à la trame noire nécessite une plus grande précision des données d'éclairage et de continuités écologiques locales.

Sur le volet naturaliste il aurait été intéressant de compléter les données avec des éléments plus complets au niveau des chiroptères mais le temps du stage et la période estivale n'ont pas permis

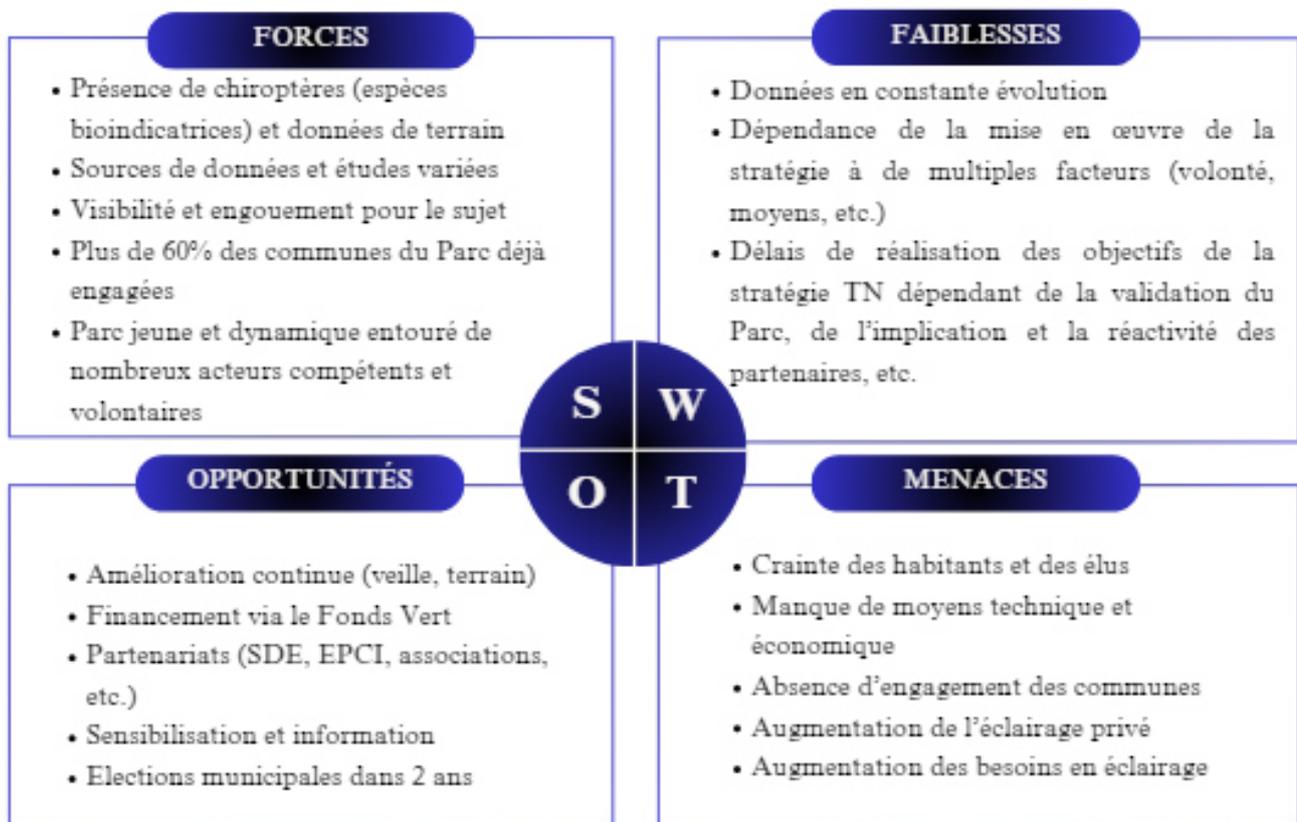


Figure 30 : Analyse SWOT de l'étude aboutissant à la stratégie Trame Noire du PNRCF.

de croiser avec les experts locaux. A ce jour aucune convention de partage des données n'existe avec ces partenaires sur les chiroptères, or les données relatives à ce groupe d'espèces remontent mal dans le SINP²².

La comparaison des sources de données relatives à la pollution lumineuse doit faire l'objet d'une description en termes de limites de l'étude. Une comparaison entre les données de LuoJia et celles de VIIRS pourrait illustrer les différences de précision de ces deux satellites et les limitations liées à l'ancienneté des données. Il serait intéressant de rechercher des données plus récentes de LuoJia, si possible, pour améliorer la précision des analyses. En outre, la comparaison de la luminance avec d'autres sources, comme DarkSky Lab, n'a pas pu être réalisée dans les délais impartis pour ce mémoire.

Parmi les limites à la stratégie proposée, l'obtention des labels doit être prise en compte. En effet, le fait que ceux-ci soient payant peut représenter un obstacle financier significatif. Une municipalité de plus de 200 habitants devra payer le label VVE 50€, celles de plus de 5000 habitants s'acquitteront de la somme de 150€. Pour la labellisation à plus grande échelle en TVVE, la contribution aux frais techniques s'élève à 400€. Cette contrainte financière pourrait dissuader certaines communes ou organisations de poursuivre cette démarche, malgré les avantages en termes de reconnaissance et de diagnostic fournis par ces labels. De plus, l'ANPCEN étant une association, il est possible qu'elle ne propose pas d'édition du concours chaque année. Cela pourrait retarder la réalisation des objectifs, notamment de la labellisation du Parc en TVVE. De même, le label RICE nécessite un investissement préalable conséquent pour démontrer l'éligibilité du territoire. Bien que la labellisation puisse servir d'argument pour solliciter des financements, elle ne garantit pas l'obtention de ces fonds, car les associations ne financent généralement pas les études ou les travaux nécessaires pour devenir labellisé.

Afin de synthétiser les éléments mis en évidence par cette étude ainsi que les alertes ou interrogations soulevées, une analyse SWOT a été réalisée et est présentée en figure 30.

Les perspectives et les développements de cette démarche sont nombreux et variés, car cette étude préliminaire visait à poser les bases pour l'élaboration d'une stratégie Trame Noire dans le PNRCF. Acter la démarche en interne et en externe serait une première étape. Il est crucial de formaliser la démarche en impliquant à la fois les équipes internes du Parc et les partenaires externes pour assurer une cohérence et un soutien à long terme. Afin de garantir une action rapide et une reprise efficace de cette étude, cette étape devrait être validée idéalement avant la fin de l'année 2024, avant la mise en œuvre de la stratégie elle-même.

La cartographie de la pollution lumineuse sur le site de DarkSky Lab serait l'étape suivante. Un compte au nom du PNRCF a été créé afin de profiter de leurs outils de modélisations tels que « Light Pollution Platform ». Cette interface permet de réaliser des cartographies de la pollution lumineuse avec les données les plus récentes disponibles (luminance de 2023 et radiance VIIRS de 2023). Grâce au suivi du webinaire de lancement de cette plateforme, des jetons, pour la création d'une carte à l'échelle du Parc, ont été crédités sur le compte du Parc. L'intérêt est donc de pouvoir comparer les luminances mesurées entre 2018 et 2023 afin de mieux comprendre les dynamiques du territoire en termes de pollution lumineuse. Ainsi les zones prioritaires, les communes pouvant être labellisée et la zone cœur de Parc pouvant prétendre au label RICE pourront être ajustées. De plus, des bureaux d'étude en qualité des cieux, comme DarkSky Lab, pourraient être d'une grande utilité dans la labellisation en RICE car une étude approfondie du territoire est demandée par l'IDSA. Ce partenaire potentiel réalise également une étude sur l'ensemble des données des SDE présents sur le PNRCF concernant l'éclairage public des communes qu'ils ont en gestion. Cette étude s'inscrit dans le projet Lumact, qu'il serait intéressant de suivre.

La déclinaison de la stratégie en fiches actions peut être envisagée. Des fiches actions détaillées, incluant l'évaluation des coûts, la maîtrise d'ouvrage, les partenaires impliqués, les

indicateurs de suivi, et la description détaillée des actions à mener, serait de bons outils pour concrétiser la stratégie finale.

Ces étapes, suivies du déploiement de la stratégie, permettront d'assurer une gestion efficace de la pollution lumineuse et de maximiser les bénéfices de l'étude tout en favorisant une approche collaborative et proactive.

Conclusions

La présente étude met en lumière l'importance cruciale de la lutte contre la pollution lumineuse, en particulier dans des zones d'enjeux comme le Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes (PNRCF). Les analyses réalisées montrent clairement les effets délétères de la lumière artificielle sur la biodiversité, notamment sur les chiroptères, ainsi que sur la qualité des cieux nocturnes. Le développement d'une stratégie pour la Trame Noire au sein du PNRCF se révèle essentiel pour protéger ces espèces et conserver un environnement nocturne de qualité, avec des retombées positives dans d'autres domaines. Cette stratégie s'appuie sur des outils de cartographie, des enquêtes auprès des communes, et une analyse des données naturalistes, permettant de proposer des actions concrètes. La mise en œuvre de ces actions, notamment par la sensibilisation, la formation, et l'accompagnement des acteurs locaux, est primordiale pour réduire les nuisances lumineuses. Il est toutefois important de souligner les limites de cette étude, telles que la nécessité de diagnostics et perspectives partagées en interne et en externe. En conclusion, pour assurer un avenir durable à la Trame Noire et à la biodiversité, il est crucial de poursuivre les efforts engagés, tout en adaptant les stratégies aux évolutions technologiques et réglementaires futures.

Bibliographie

ADEME, 2011. *L'éclairage public vous coûte cher ? L'ADEME peut vous aider à réduire vos consommations* [en ligne]. 2011. [Consulté le 17 juillet 2024]. Disponible à l'adresse : <https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2012/02/ademe-eclairage-de%CC%81finitive.pdf>

AELLEN, Anaïs, CANCEIL, Philippe, RIONDET, Edith et KÜHNEL, Agathe, 2014. Découvrir... La nuit des Causses du Quercy. Décembre 2014.

ANSES, 2019. LED : les recommandations de l'Anses pour limiter l'exposition à la lumière bleue. *Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail* [en ligne]. 14 mai 2019. [Consulté le 15 juillet 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/content/led-les-recommandations-de-l%E2%80%99anses-pour-limiter-l%E2%80%99exposition-%C3%A0-la-lumi%C3%A8re-bleue>

ARTHUR, Laurent et LEMAIRE, Michèle, 2021. *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse - 3ème édition* [en ligne]. Publications scientifiques du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris. Méze : Biotope éditions. [Consulté le 21 mai 2024]. Disponible à l'adresse : <https://leclub-biotope.com/fr/librairie-naturaliste/1625-les-chauves-souris-de-france-belgique-luxembourg-et-suisse-3eme-edition>

ASSOCIATION FRANÇAISE DE L'ASTRONOMIE, 2022. Les meilleurs coins pour observer le ciel. *Afastronomie - Français* [en ligne]. Septembre 2022. N° 584. [Consulté le 12 août 2024]. Disponible à l'adresse : <https://boutique.afastronomie.fr/cieletespace-584>

AZAM, Clémentine, LE VIOL, Isabelle, BAS, Yves, ZISSIS, Georges, VERNET, Arthur, JULIEN, Jean-François et KERBIRIOU, Christian, 2018. Evidence for distance and illuminance thresholds in the effects of artificial lighting on bat activity. *Landscape and Urban Planning*. 1 juillet 2018. Vol. 175, pp. 123-135. DOI 10.1016/j.landurbplan.2018.02.011.

AZZEDDINE, Dr Madani, 2015. LES PRINCIPALES CAUSES DES ACCIDENTS DE LA CIRCULATION ROUTIERE ET LES MESURES D'ATTENUATION EN ALGERIE. [en ligne]. 2015. [Consulté le 28 mai 2024]. Disponible à l'adresse : https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47406760/LES_PRINCIPALES_CAUSES_DES_ACCIDENTS_DE_20160721-6270-d9ofbq-libre.pdf?1469117749=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLes_Principales_Causes_Des_Accidents_De.pdf&Expires=1716907368&Signature=Vt6P8RLg-7hJh4SLRGeiskNOYqNsWd~Fq4DB0aKakLpHCyKuloq-3nnCa7uUtKOWgeeWk6CUcchZd2PvEbvqivFE1ofbKzJBEAiY3KLJAfoViC1F11ZAR1fhssmHL02h3YciWIJfDJJyz7aZ8C0OPvAcv9R~iQq3yzRZNUPplFYZsmPsegDwscqYB5~QLOfc41UcU23QWIk-PiiCqsC4Ub9n~R8idzXkqbHNuFe7KRTvorUVv50~xVbcw3yXUn4j4XXvusJpWMUyMv-HlehCu8LTgXwRTn6ndCs1ksTMziOtt6Un3wMDTKr7LhmlfVy9~CC5UL6IA0yEpi3RwnOWfQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

BAUR, B., DUELLI, P., EDWARDS, P.J., JENNI, M., KLAUS, G., KÜNZLE, I., MARTINEZ, S., PAULI, D., PETER, K., SCHMID, B., SEIDL, I. et SUTER, W., 2004. *La Biodiversité en Suisse : état, sauvegarde, perspectives. Fondements d'une stratégie nationale*. Bern : Haupt Verlag.

BONAVITACOLA, Michel, 2023. NUITS ÉTOILÉES : SOLUTIONS ET BIENFAITS. PARC NATUREL RÉGIONAL PÉRIGORD-LIMOUSIN (éd.). 9 novembre 2023. pp. 60.

BRASSEUR, Sophie, 2014. Guide : Lutte contre la pollution lumineuse. Mars 2014. pp. 48.

- BRIGGS, W. R., 2002. Plant photoreceptors : proteins that perceive information vital for plant development from the light environment. Part of the conference Ecological Consequences of Artificial Night Lighting. [en ligne]. 2002. [Consulté le 22 août 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.urbanwildlands.org/abstracts.html>
- BRUDERER, B., 2002. Störung nächtlich ziehender Vögel durch künstliche Lichtquellen - Perturbation des oiseaux migrateurs nocturnes par des sources de lumière artificielle. *Station ornithologique Suisse. Sempach*. [en ligne]. 2002. Disponible à l'adresse : <https://www.vogelwarte.ch/fr/>
- CEREMA, 2019. Trame noire en Hauts-de-France Mission d'assistance de la DREAL et du ministère de la transition écologique et solidaire en 2019. Décembre 2019. pp. 120.
- CEREMA, 2020. *Comprendre l'arrêté ministériel du 27 décembre 2018 relatif aux nuisances lumineuses* [en ligne]. 2020. [Consulté le 20 avril 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/aube-amenagement-urbanisme-biodiversite-eclairage>
- CEREMA, 2022. *Comprendre la réglementation, les normes et les recommandations en éclairage et publicité extérieurs* [en ligne]. Décembre 2022. [Consulté le 20 avril 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/aube-amenagement-urbanisme-biodiversite-eclairage>
- CEREMA, 2024a. *Cartographie départementale de la radiance nocturne du satellite LuoJia - 2018 (11)* [en ligne]. Raster. 13 avril 2024. [Consulté le 13 juin 2024]. Disponible à l'adresse : <https://static.data.gouv.fr/ressources/cartographies-departementales-de-la-radiance-nocturne-du-satellite-luojia-2018/20240313-155224/radiance-nocturne-luojia1-2018-d11.zip>
- CEREMA, 2024b. *Cartographie départementale de la radiance nocturne du satellite LuoJia - 2018 (66)* [en ligne]. Raster. 13 avril 2024. [Consulté le 13 juin 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/6b465d05-97e2-485a-a5a5-15c67edd0c73>
- COWIE, Robert H., BOUCHET, Philippe et FONTAINE, Benoît, 2022. The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*. 2022. Vol. 97, n° 2, pp. 640-663. DOI 10.1111/brv.12816.
- DEVERCHÈRE, Philippe, VAUCLAIR, Sébastien, BOSCH, Gonzague, MOULHERAT, Sylvain et CORNUAU, Jérémie H., 2022. Towards an absolute light pollution indicator. *Scientific Reports*. 11 octobre 2022. Vol. 12, n° 1, pp. 17050. DOI 10.1038/s41598-022-21460-5.
- DIETZ, Christian et KIEFER, Andreas, 2021. *Chauves-souris d'Europe : Connaître, identifier, protéger*. [en ligne]. Delachaux et Niestlé. [Consulté le 15 janvier 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.delachauxetniestle.com/livre/chauves-souris-deurope>
- DUFIER, J.L. et TOUITOU, Y., 2021. Rapport 21-10. Pollution lumineuse et santé publique. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*. Octobre 2021. Vol. 205, n° 8, pp. 867-878. DOI 10.1016/j.banm.2021.07.010.
- EISENBEIS, G et HASSEL, F, 2000. Attraction of nocturnal insects to street lights – a study of municipal lighting systems in a rural area of rheinhessen (germany). *Natur und Landschaft*. 2000. Vol. 75, n° 4, pp. 145-156.

FALCHI, Fabio, CINZANO, Pierantonio, DURISCOE, Dan, KYBA, Christopher C. M., ELVIDGE, Christopher D., BAUGH, Kimberly, PORTNOV, Boris A., RYBNIKOVA, Nataliya A. et FURGONI, Riccardo, 2016. The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances*. 3 juin 2016. Vol. 2, n° 6, pp. e1600377. DOI 10.1126/sciadv.1600377.

FRANCHOMME, Magalie, 2023. La pollution lumineuse. 2023. N° 37, pp. 15. DOI hal-04187530f.

GASTON, Kevin J., BENNIE, Jonathan, DAVIES, Thomas W. et HOPKINS, John, 2013. The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. *Biological Reviews*. Novembre 2013. Vol. 88, n° 4, pp. 912-927. DOI 10.1111/brv.12036.

INRA, IFFSTAR et DEPE, 2017. Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols : déterminants, impacts et leviers d'action. Décembre 2017. pp. 620.

KOLLIGS, D., 2000. Ecological effects of artificial light sources on nocturnally active insects, in particular on butterflies (lepidoptera). *Faunistisch-Oekologische Mitteilungen Supplement*. 2000. pp. 136.

LARINIER, M. et BOYER-BERNARD, S., 1991. Downstream migration of smolts and effectiveness of a fish bypass structure at halsou hydroelectric powerhouse on the nive river. 1991. pp. 72-92.

LI, Han, ALLEN, BORIS, Saige, LAGRAMA, Samantha, LYONS, Jade, MILLS, Christina, MOUSSI, Pauline, NICHOLS, Casey, TACOSIK, Carter, TSAOUSIS, McKenzie, LIVINGSTON WILSON, Nyzaya, GRIDER, John F., PARKER, Kevin A. et KALCOUNIS-RUEPPELL, Matina C., 2024. Artificial light at night (ALAN) pollution alters bat lunar chronobiology: insights from broad-scale long-term acoustic monitoring. *Ecological Processes*. 22 février 2024. Vol. 13, n° 1, pp. 13. DOI 10.1186/s13717-024-00491-y.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, 2019. *Nuisances lumineuses : de nouvelles obligations*. [en ligne]. 6 juin 2019. [Consulté le 21 avril 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plaquette%20arr%C3%AAt%C3%A9%20nuisances Lumineuses.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plaquette%20arr%C3%AAt%C3%A9%20nuisances%20lumineuses.pdf)

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, FÉDÉRATION DES CONSERVATOIRES D'ESPACES NATURELS, SFPEM, et MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE, 2017. *Plan national d'actions en faveur des chiroptères 2016 - 2025* [en ligne]. Janvier 2017. Disponible à l'adresse : www.developpement-durable.gouv

MOSSER, Sophie, 2007. Eclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs. *Déviance et Société*. 2007. Vol. 31, n° 1, pp. 77. DOI 10.3917/ds.311.0077.

NEMETH, Richard S. et ANDERSON, James J., 1992. Response of Juvenile Coho and Chinook Salmon to Strobe and Mercury Vapor Lights. *North American Journal of Fisheries Management*. 1992. Vol. 12, n° 4, pp. 684-692. DOI 10.1577/1548-8675(1992)012<0684:ROJCAC>2.3.CO;2.

RÉGION OCCITANIE, DARKSKYLAB et LA TELESCOPE, 2021. *Modélisation de la pollution lumineuse en Occitanie* [en ligne]. [Vecteur (.shp)]. Données géographiques ouvertes. 23 juin 2021. [Consulté le 18 mai 2024]. Disponible à l'adresse : <https://ckan.openig.org/dataset/modelisation-de-la-pollution-lumineuse-en-occitanie>

RESERVE INTERNATIONALE DE CIEL ÉTOILÉ DU MONT-MÉGANTIC, 2023. LA POLLUTION LUMINEUSE | Réserve international de ciel étoilé du Mont-Mégantic.

ReserveMontMegantic [en ligne]. 2023. [Consulté le 20 août 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.cieitoilemontmegantic.org/pollutionlumineuse>

ROWSE, E. G., LEWANZIK, D., STONE, E. L., HARRIS, S. et JONES, G., 2016. Dark Matters: The Effects of Artificial Lighting on Bats. In : VOIGT, Christian C. et KINGSTON, Tigga (éd.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* [en ligne]. Cham : Springer International Publishing. pp. 187-213. [Consulté le 6 mai 2024]. ISBN 978-3-319-25218-6. Disponible à l'adresse : http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-25220-9_7

SORDELLO, Romain, 2011. Six propositions pour réduire les nuisances lumineuses sur la biodiversité dans les espaces naturels. *Rapport MNHN-SPN*. Octobre 2011. N° 22, pp. 9.

SORDELLO, Romain, AZAM, Clémentine, BAS, Yves, BILLON, Lucille, CHALLEAT, Samuel, KERBIRIOU, Christian, VAUCLAIR, Sébastien et VERNY, Paul, 2018. Construire des indicateurs nationaux sur la pollution lumineuse. . avril 2018.

SORDELLO, Romain, DALOZ, A, PAQUIER, F et OFB, 2021. Trame Noire : Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre. . 2021. N° 39, pp. 112.

STEINBACH, Rebecca, PERKINS, Chloe, TOMPSON, Lisa, JOHNSON, Shane, ARMSTRONG, Ben, GREEN, Judith, GRUNDY, Chris, WILKINSON, Paul et EDWARDS, Phil, 2015. The effect of reduced street lighting on road casualties and crime in England and Wales: controlled interrupted time series analysis. *Journal of Epidemiology and Community Health*. Novembre 2015. Vol. 69, n° 11, pp. 1118-1124. DOI 10.1136/jech-2015-206012.

STONE, Emma Louise, HARRIS, Stephen et JONES, Gareth, 2015. Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mammalian Biology*. Mai 2015. Vol. 80, n° 3, pp. 213-219. DOI 10.1016/j.mambio.2015.02.004.

STONE, Emma Louise, JONES, Gareth et HARRIS, Stephen, 2009. Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Current Biology*. Juillet 2009. Vol. 19, n° 13, pp. 1123-1127. DOI 10.1016/j.cub.2009.05.058.

STONE, Emma Louise, JONES, Gareth et HARRIS, Stephen, 2012. Conserving energy at a cost to biodiversity? Impacts of LED lighting on bats. *Global Change Biology*. Août 2012. Vol. 18, n° 8, pp. 2458-2465. DOI 10.1111/j.1365-2486.2012.02705.x.

TEYSSÈDRE, A., 1996. L'orientation des animaux – Méthodes et mécanismes. In : *L'orientation des animaux – Méthodes et mécanismes*. Nathan. pp. 107-116. Science et nature.

UICN, 2023. La Liste rouge mondiale des espèces menacées. *UICN France* [en ligne]. 2023. [Consulté le 12 août 2024]. Disponible à l'adresse : <https://uicn.fr/liste-rouge-mondiale/>

ZUFFEREY, Arnaud et FEBBRARO, Immacolata, 2005. La pollution lumineuse. 9 septembre 2005. pp. 10.

Sitographie

1 : Loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové (ALUR) de 2014. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/loi-laces-logement-urbanisme-renové-loi-alur#:~:text=La%20loi%20pour%20l'acc%C3%A8s,l'innovation%20et%20la%20transparence.>

- 2 : Loi n°2016-1087 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages. https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000033016416#:~:text=%C2%AB%20Les%20mesures%20de%20compensation%20des,toute%20la%20dur%C3%A9e%20des%20atteintes.
- 3 : LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets. https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043956924?init=true&page=1&query=loi+climat+et+r%C3%A9silience&searchField=ALL&tab_selection=all
- 4 : LOI n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (I). <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000020949548>
- 5 : LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (Grenelle II). <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022470434>
- 6 : LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe). <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000030985460>
- 7 : Article L101-2 du code de l'urbanisme. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043977681
- 8 : Décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019 adaptant les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000039645239/>
- 9 : International Dark Sky Association. <https://darksky.org/>
- 10 : Association Française de l'énergie. <https://www.francaisedelenergie.fr/>
- 11 : Décision du 28 janvier 2021 relative aux tarifs réglementés de vente de l'électricité applicables aux consommateurs résidentiels en France métropolitaine continentale. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043080945>
- 12 : Directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A32001L0042>
- 13 : Règlement (CE) n o 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n o 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n o 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32006R1907>
- 14 : Règlement (UE) 2019/2020 de la Commission du 1er octobre 2019 établissant des exigences d'écoconception pour les sources lumineuses et les appareillages de commande séparés en application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil et abrogeant les règlements (CE) n° 244/2009, (CE) n° 245/2009 et (UE) n° 1194/2012 de la Commission (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE.). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32019R2020>
- 15 : LOI n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000033016237>

- 16 : Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037864346>
- 17 : NF EN 62471. <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-62471/securite-photobiologique-des-lampes-et-des-appareils-utilisant-des-lampes/fa151858/966>
- 18 : Association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement nocturne <https://www.anpcen.fr/>
- 19 : DarkSky Lab. <https://darks Skylab.com/>
- 20 : Plan national d'action en faveur des chiroptères. <https://plan-actions-chiropteres.fr/>
- 21 : Arrêté du 7 décembre 2010 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000023212799>
- 22 : Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel de la région Occitanie. <https://sinp-occitanie.fr/atlas/>

Annexes

Table des annexes

Annexe 1 : Contacts pris et entretenus lors de l'étude de la Trame Noire dans le PNRCF.

Annexe 2 : Note technique concernant la réglementation liée aux nuisances lumineuses.

Annexe 3 : Note technique concernant les labels de qualité des cieux.

Annexe 4 : Questionnaire envoyé aux communes afin de réaliser l'enquête sur la gestion de leur éclairage public.

Annexe 5 : Base de données regroupant les réponses des communes à l'enquête sur la gestion de leur éclairage public.

Annexe 6 : Base de données comptabilisant les réponses des communes à l'enquête sur la gestion de leur éclairage public afin d'en faire des graphiques.

Annexe 7 : Guide d'entretien pour collecter le retour d'expérience quant aux diagnostics de l'éclairage public d'une commune.

Annexe 8 : Sources des données utilisées lors de l'étude de la Trame Noire du PNRCF.

Annexe 9 : Base de données pour la détermination des zones prioritaires dans la mise en œuvre de la stratégie Trame Noire du PNRCF

Annexe 10 : Noms des communes du PNRCF en fonction de leur réponse à l'enquête sur la gestion de l'éclairage public.

Annexe 11 : Noms des communes du PNRCF en fonction de leur statut d'extinction.

Annexe 12 : Espèces patrimoniales de chiroptères (encadré rouge) présentes sur le territoire du PNRCF (source Charte du Parc).

Annexe 13 : Compte rendu du diagnostic de l'éclairage public de la commune d'Espéraza, réalisé par la SYADEN en 2022.

Annexe 14 : Diagramme d'évaluation de l'EP par l'ANPCEN.

Annexe 15 : Ebauche de dossier à déposer pour demander du Fonds Vert.

Annexe 16 : Communes ne pouvant pas prétendre à une labellisation dans l'état actuel des choses et contre-indications.

Annexe 1 : Contacts pris et entretenus lors de l'étude de la Trame Noire dans le PNRCF.

Nom	Organisme / Profession	Spécialité	Informations récoltées
Agents du Parc	PNR Corbières-Fenouillèdes	Patrimoine naturel, Natura 2000, Paysages, Tourisme, EEDD, etc.	Documents internes, données locales, aide au quotidien
SORDELLO Romain	UMS PatriNat, MNHN	Trames écologiques	Bibliographie sur la trame noire
SANET Fabien	ALEPE	Conservation	Bibliographie sur les chiroptères
BOUCABEILLE Carine	Natura Pireneus, Derivaz	Conservation	Informations sur les chiroptères
PAQUIER Fabien	OFB	TVB	Trames écologiques
BATIGNE Orian	PNR des Pyrénées Catalanes	Géologie et ciel étoilé	Trame noire, pollution lumineuse et label RICE
FORTUNE-SANS Kattalin et LEGRAND Typhaine	PNR de la Narbonnaise en Méditerranée	Patrimoine naturel ; Climat et énergie	Trame Noire et contacts
Stagiaires de l'IPAMAC	PNR Causses du Quercy, PNR Périgord Limousin, PNR Haut Languedoc, PNR Millevaches	Chiroptères, pollution lumineuse et TN	Aide pendant le stage, partage de connaissance
Sonya Schmidt	Stagiaire PNR du Vercors	Pollution lumineuse	Information sur le label RICE
LOIRAT Jean	Réserve naturelle du Pic du Midi	Reserve de ciel étoilé	Informations sur le label RICE
LOUVET-CODERCH Emilie et DURAND Marie-Odile	Bureau d'étude Symbiose expertise	Chiroptères	Secteurs d'importances pour les chiroptères sur le territoire et participation à un comptage
DEROMME Michel	Comité Villes et Villages Etoilés	Label VVE	Critères et les modalités d'inscription à ce label
Elus, délégués, adjoint et/ou secrétaires de mairie	Mairies des communes du PNRCF	Gestion des communes	Caractéristiques et gestion de l'éclairage public de leur communes (enquête)

BERTELLI Laurent	SYADEN	Eclairage	Eclairage public des communes du Parc situées dans l'Aude
NOGUES Sylvain CHARBONNEL Gerald VIDAL Lionel	SYDEEL 66	Eclairage	Eclairage public des communes du Parc situées dans les Pyrénées Orientales
PASTOR François	Communauté de communes Corbières Salanque Méditerranée	Eclairage public	Eclairage public des communes du Parc en gestion par la C3SM
GADAL Olivier	Astronome	Astronomie	Impacts de la pollution lumineuse sur l'astronomie et extinction de l'éclairage public de la commune de Montner
CHEVROT Karine	Ancienne membre de la réserve naturelle de Mantet	Pollution lumineuse et environnement	Extinction de l'éclairage public des communes de la vallée de Py (la Rotjà)
CALVET Cyrille	Musée de la préhistoire de Tautavel	Astronomie	Information sur les impacts de la pollution lumineuse sur l'astronomie et entretien à propos de l'éclairage public de la commune de Tautavel
CHARTIER Justine	Stagiaire PNR du Marais Poitevin	Trame Noire	Partage de connaissance, retour d'expérience sur le stage
DELAGÉ Virginie	PNR des Volcans d'Auvergne	Transition énergétique	Place de l'éclairage nocturne dans les dépenses énergétiques ainsi que la réglementation et les coûts autour de cette question
VAUCLAIR Sébastien	Bureau d'étude DarkSky Lab	Pollution lumineuse	Outils et services proposés, données de points lumineux et de pollution lumineuse sur le territoire

NOM Prénom : Personnes contactées n'ayant pas répondues.

Note Technique sur la Réglementation de la Pollution Lumineuse en France

Mai 2024 – BELLEMIN Charlène

Introduction

La pollution lumineuse est une problématique environnementale croissante qui affecte la biodiversité, la santé humaine et la qualité du ciel nocturne. En France, cette problématique est encadrée par plusieurs textes réglementaires européens et nationaux, ainsi que par des recommandations techniques. Cette note technique vise à synthétiser la réglementation européenne, les principales dispositions de l'Arrêté du 27 décembre 2018 (modifié en 2019), et des recommandations permettant la mise en application de ces textes lors de l'installation et la rénovation de l'éclairage public en France.

I/ Analyse générale

1. Réglementation Européenne :

La réglementation européenne vise à harmoniser les efforts des États membres pour réduire la pollution lumineuse et protéger l'environnement nocturne. Les directives et règlements européens pertinents incluent :

Directive/Règlement	Objectifs
Directive 2001/42/CE	Évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement, incluant l'éclairage extérieur.
Règlement (CE) No 1907/2006	Enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des substances chimiques, incluant les produits d'éclairage.
Directive 2010/31/UE	Performance énergétique des bâtiments, stipulant des critères pour l'éclairage économe en énergie.
Règlements UE 2019/2020 Remplace les règlements CE n° 244/2009, 245/2009 et UE 1194/2012 de la directive 2009/125/CE	Fixe des exigences en matière d'écoconception pour les sources lumineuses.

Source : [EUR-Lex](#)

2. Règlementation française :

Chronologie (Source : TRAME NOIRE, Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre, Sordello et al., 2021)

■ Lois Grenelle de 2009 et 2010 :

Elles ont inscrit la prévention, la réduction et la limitation des nuisances lumineuses dans le code de l'environnement. Une série de décrets et d'arrêtés ministériels ont ensuite été publiés afin de préciser le cadre réglementaire. L'ensemble de ces textes place la France parmi les pays pionniers en matière de régulation de l'éclairage nocturne.

■ Arrêté ministériel relatif à l'éclairage nocturne des bâtiments non résidentiels afin de limiter les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie du 25/01/2013, entré en vigueur le 01/07/2013 et abrogé le 29/12/2018 :

Cet arrêté encadrait l'extinction des structures concernées, entre 1h et 7h du matin ou le cas échéant de 1h après la fermeture jusqu'à 1h avant l'ouverture. Cet arrêté a été abrogé par l'arrêté ministériel du 27/12/2018 qui reprend ces dispositions.

■ Décret 2011-831 du 12 juillet 2011 relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses :

Ce décret « fondateur » pose les bases de la réglementation en France en matière d'éclairage nocturne. Il instaure 7 catégories d'usage de l'éclairage (sécurité et déplacements, mise en valeur du patrimoine, équipements sportifs...).

Ce décret stipule également que des mesures plus strictes qu'ailleurs peuvent être prises dans certains espaces naturels comme les parcs nationaux, les réserves naturelles et les périmètres de protection, les parcs naturels régionaux, les parcs naturels marins, les sites classés et sites inscrits et les sites Natura 2000.

■ Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages :

Cette loi a inscrit dans le code de l'environnement plusieurs points importants.

Tout d'abord elle précise que :

- les paysages (reconnus comme patrimoine commun de la nation depuis 1995 par la loi Barnier) peuvent être diurnes et nocturnes ;
- le devoir de protection de l'environnement auquel chacun doit prendre part comprend aussi l'environnement nocturne ;
- la TVB doit tenir compte de la gestion de la lumière artificielle la nuit.

De plus, elle :

- précise que les objectifs de qualité paysagère des chartes de Parcs naturels régionaux doivent également viser à garantir la prévention des nuisances lumineuses ;
- introduit la notion de pollution lumineuse sous-marine.

■ Décret 2012-118 du 30/01/2012 relatif aux enseignes et publicités lumineuses entré en vigueur le 01/07/2012 :

Ce décret impose l'extinction entre 1h et 6h du matin :

- des publicités lumineuses : dans les unités urbaines de moins de 800 000 habitants avec certaines exceptions (aéroports, éclairage par transparence, contexte événementiel...). En outre, la publicité lumineuse n'est pas autorisée à l'intérieur des agglomérations de moins de 10 000 habitants ne faisant pas partie d'une unité urbaine de plus de 100 000 habitants ;
- des enseignes lumineuses : partout (le cas échéant : extinction au plus tard une heure après la cessation d'activité et allumage au plus tôt une heure avant la reprise d'activité).

À noter que depuis le 01/07/2018 toutes les publicités/enseignes sont concernées (délai de mise en conformité de 6 ans échu).

■ Arrêté ministériel du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses :

Cet arrêté encadre désormais différents paramètres de l'éclairage tels que les horaires d'allumage/extinction de l'éclairage, la lumière émise au-dessus de l'horizontale, la densité de flux lumineux ou encore les températures de couleur. Il intègre également des mesures particulières pour certains espaces protégés listés par le décret du 12/07/2011.

Arrêté ministériel du 27/12/2018 : <https://bit.ly/2EYxb5r>

Arrêté modificatif du 24/12/2019 : <http://bit.ly/35MyPkX>

Pour en savoir plus : <http://bit.ly/2rpNelM>



- La loi Grenelle II :

Cette loi de 2010 ([version en vigueur au 27 mai 2024](#)) concerne les bâtiments et l'urbanisme, les transports, l'énergie et le climat, la biodiversité, les risques, la santé et les déchets. Il modifie le Code de la construction et de l'habitation et celui de l'environnement.

L'article 173 crée le Chapitre III du Code de l'environnement : « [Prévention des nuisances lumineuses](#) ». La section 1 donne des prescriptions techniques relatives à chacune des catégories d'installations lumineuses (définies par le décret mentionné à l'article L. 583-1) selon leur puissance, leur type d'application de l'éclairage, la zone d'implantation et les équipements mis en place. Ces prescriptions peuvent porter sur les conditions d'implantation et de fonctionnement des points lumineux, la puissance lumineuse moyenne, les flux de lumière émis et leur répartition dans l'espace et dans le temps, ainsi que l'efficacité lumineuse des sources utilisées. La section 2 détaille les sanctions administratives encourues en cas de non-respect de la loi.

- Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses :

L'[Arrêté du 27 décembre 2018](#) (dernière modification le 2 janvier 2020) est le principal texte réglementaire encadrant la pollution lumineuse en France. Il fixe des prescriptions concernant les installations d'éclairage extérieur pour réduire les nuisances lumineuses. Voici les principaux points à retenir :

Où	Installations d'éclairage auxquelles les dispositions s'appliquent	Allumage (fin de journée)	Extinction Au plus tard	Allumage (matin)	Température de couleur (Kelvin)	Proportion de lumière émise au dessus de l'horizontale (ULR)	Eclairement (lux)
	Eclairage extérieurs liés à une activité économique et situé dans un espace clos		1h après la fin de l'activité	à 7h ou 1h avant le début de l'activité.	Maximum 3000 Dans une réserve naturelle max 2400	Valeur nominale < 1% Valeur sur site < 4%	< 35 en agglomération < 25 hors agglomération Chemin accès PMR < 20
	Eclairage de mise en lumière du patrimoine, des parcs et jardins	Au plus tôt au coucher du soleil 	A 1h ou 1h après la fermeture pour les parcs et jardins			Sur un site d'observation astronomique et dans une réserve naturelle : 0	< 25 en agglo < 10 hors agglo
	Eclairage des bâtiments non résidentiels		A 1h		Maximum 3 000		< 25 en agglo < 20 hors agglo
	Eclairage intérieur des locaux à usage professionnel		1h après la fin d'occupation des locaux	A 7h ou 1h avant le début de l'activité			
	Eclairage des vitrines de magasins		A 1h ou 1h après la fin de l'activité				
	Eclairage des parkings annexés à une zone d'activité		2h après la fin de l'activité	A 7h ou 1h avant le début de l'activité	Maximum 3 000	Valeur nominale < 1% Valeur sur site < 4% 95% de la lumière est émise vers le bas dans un cône de 75,5°	< 25 en agglo < 20 hors agglo Accès PMR < 20
	Eclairage des chantiers extérieurs		1h après la fin de l'activité		Site d'observation astronomique ou réserve naturelle : max 3000		

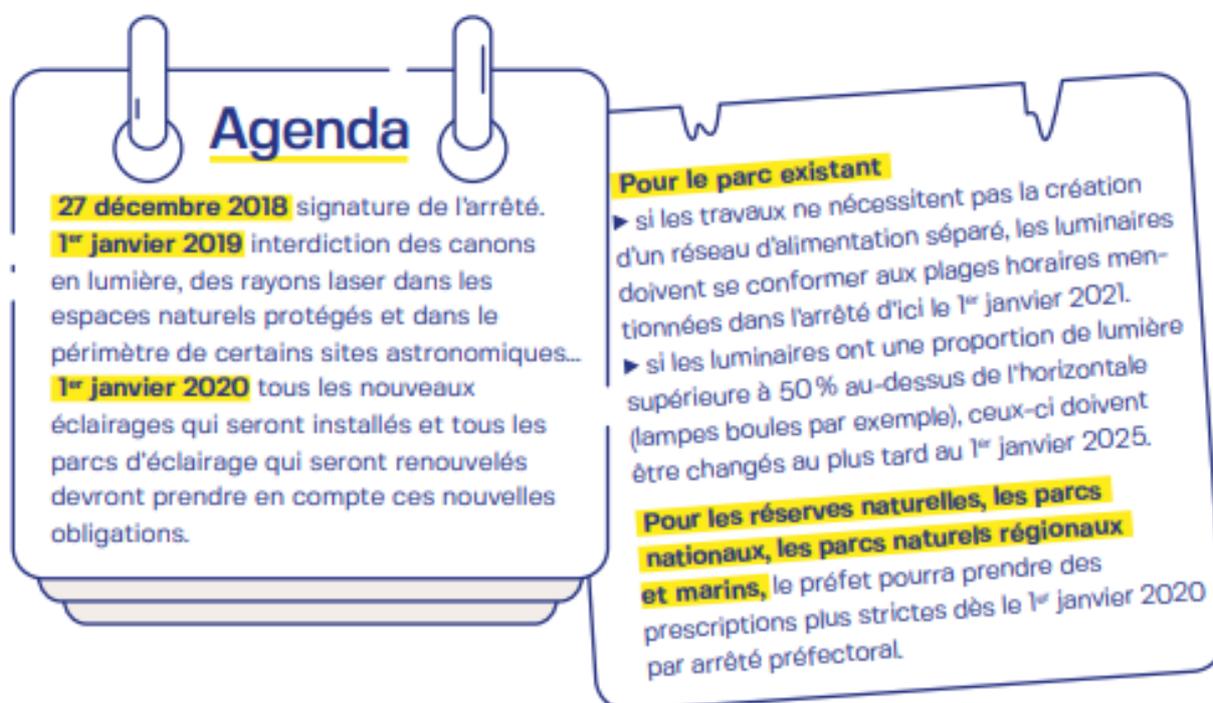


3. Recommandations pour la mise en application de ces textes :

Le CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) propose des [guides techniques](#) pour comprendre et accompagner la mise en œuvre des réglementations sur la pollution lumineuse. Il existe également d'autres sources d'information comme le [Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires](#). Les recommandations clés incluent :

Aspect	Recommandations
Planification	Intégration des enjeux de la pollution lumineuse dans les documents d'urbanisme et les plans locaux d'urbanisme et dates clés (figure 1)
Technologies d'éclairage	Utilisation de technologies d'éclairage efficaces et contrôlables (LED, détecteurs de présence, systèmes de gestion à distance).
Sensibilisation	Campagnes de sensibilisation pour informer les citoyens et les acteurs locaux sur les impacts de la pollution lumineuse.
Surveillance	Mise en place de dispositifs de surveillance de la qualité du ciel nocturne et des niveaux de pollution lumineuse.

Figure 1 : Agenda de l'arrêté.



II/ Analyse points par points de l'arrêté :

1) Prescriptions par type d'installation d'éclairage :

a) Installation d'éclairage extérieur destinée à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens et le confort des usagers sur l'espace public ou privé.

(...) Il s'agit principalement des installations d'éclairage public urbaines ou routières, mais également des éclairages de voies non couvertes dans les sites privés (zones industrielles, zones d'activité économique, voies de circulation de copropriétés...). Toutefois certaines installations sont exclues du champ de l'arrêté :

- Les dispositifs d'éclairage et de signalisations des véhicules (phares, gyrophares...) ;
- L'éclairage des tunnels, assujettis à une réglementation spécifique ;
- Les installations d'éclairage établies pour assurer la sécurité qu'elle soit routière (balisage d'accident, de chantier, de virage dangereux...), aéronautique (pistes, signalisation d'éléments de grande hauteur...), ferroviaire (passages à niveaux...), maritime (phare, entrées de ports...) ou fluviale (signalisation de ponts, ponts mobiles, écluses...).

Les balisages dont la fonction est principalement d'assurer la sécurité ou la sûreté sur un cheminement mais dont le flux lumineux n'assure pas la visibilité pour circuler sont exclus du champ de l'arrêté. Sont considérées comme étant des dispositifs de balisage, les installations dont le flux lumineux unitaire est inférieur à 100 lumens.

Il est laissé au gestionnaire, et en particulier aux collectivités, le choix de la **temporalité** sur l'allumage et l'extinction de ces installations, en particulier l'extinction en cœur de nuit. De nombreuses collectivités pratiquent déjà cette extinction et leurs exemples pourraient être repris par les collectivités souhaitant s'orienter vers ce principe qui permet de retrouver un ciel nocturne étoilé et diminuer la pression des halos lumineux.

Toutefois, l'arrêté du 27 décembre 2018 impose une obligation dans le cas d'éclairage lié à une activité et situé dans un espace clos non couvert ou semi-couvert, c'est-à-dire les installations d'éclairage situées dans une zone d'activité économique, délimitée par une barrière physique. Cet éclairage extérieur est notamment utilisé pour permettre l'accès aux bâtiments ou aux aires de déchargement/chargement en lien avec l'activité des bâtiments situés dans cet espace clos. Cette obligation est la suivante :

- Allumage : à 7 heures du matin ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.
- Extinction : au plus tard 1 heure après la cessation de l'activité.

Lorsque les installations d'éclairage sont couplées à des dispositifs de détection de mouvement, l'arrêté du 27 décembre 2018 permet à ces installations d'éclairer le temps du passage des personnes. Cette dérogation n'est tolérée que pour un éclairage ponctuel, c'est-à-dire si le dispositif permet également l'extinction peu de temps après le passage des personnes quand l'installation est sujette aux respects des horaires d'extinction détaillés dans le tableau ci-dessus mais également si le dispositif permet de limiter le nombre de luminaires s'allumant lors du passage. De même, si l'installation est assujettie à un dispositif d'asservissement à l'éclairage naturel, les horaires dépendant du coucher du soleil peuvent être adaptés selon le niveau d'éclairage naturel réel sur site.

Ces prescriptions peuvent être renforcées par le préfet pour protéger localement des espèces faunistiques ou floristiques, quel que soit le site où se situe ces espèces, pouvant être perturbées par une ou plusieurs installations d'éclairage.



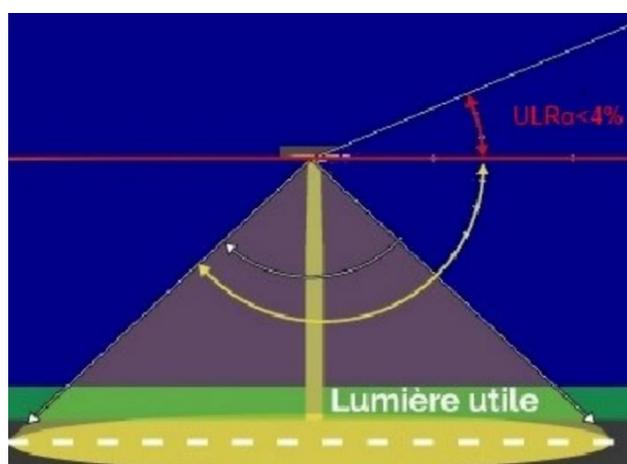
De même, des dérogations particulières aux horaires d'allumage et d'extinction peuvent être ponctuellement accordées par le maire pour des événements exceptionnels, pouvant être sur une période déterminée au niveau national comme les fêtes de Noël ou limité aux veilles de jours fériés chômés comme la fête nationale.

Le préfet peut accorder une dérogation sur les événements à caractère local comme par exemple la fête des Lumières ou dans les zones touristiques (...).

Les installations d'éclairage extérieurs de ce champ doivent respecter les **prescriptions techniques** suivantes :

Ne plus éclairer vers le ciel

Les halos lumineux génèrent une nuisance aussi bien pour la biodiversité (perturbation des oiseaux migrateurs) que pour l'observation du ciel nocturne. Pour limiter cette nuisance, l'arrêté du 27 décembre 2018 impose dorénavant de limiter la proportion de lumière émise vers le haut par les luminaires en condition d'installation, appelé également ULR_a.



La valeur nominale de la proportion de lumière au-dessus de l'horizontale des luminaires dont les gestionnaires font l'acquisition est strictement inférieure à 1%, en agglomération et hors agglomération. Sur site, la proportion de lumière au-dessus de l'horizontale est strictement inférieure à 4%.

Certains luminaires peuvent ne pas respecter la valeur nominale de 1% jusqu'au 31 décembre 2023. Il s'agit des luminaires respectant au moins l'une des conditions suivantes :

- le luminaire est présent à son emplacement depuis 1945 ;
- le luminaire reproduit un modèle présent avant 1945 et a été reconstitué à partir d'archives mentionnées au livre II du code du patrimoine ;
- le luminaire est protégé au titre des monuments historiques ou par le règlement d'un site patrimonial remarquable mentionnés au livre VI du code du patrimoine ou est intégré à un immeuble ou à un ensemble immobilier protégé à l'un de ces titres ou en application de l'article L. 151-19 du code de l'urbanisme ;
- le luminaire est intégré à un immeuble ou à un ensemble immobilier ayant reçu le label mentionné à l'article L. 650-1 du code du patrimoine.

La proportion de lumière au-dessus de l'horizontale de ces luminaires sur site est strictement inférieure à 4%.

Réduire la proportion de lumière bleue dans les spectres de lumière artificielle

Pour limiter les impacts de la proportion de la lumière bleue dans les spectres de lumière artificielle, la température de couleur des installations d'éclairage extérieur a donc été limitée à 3000 K.



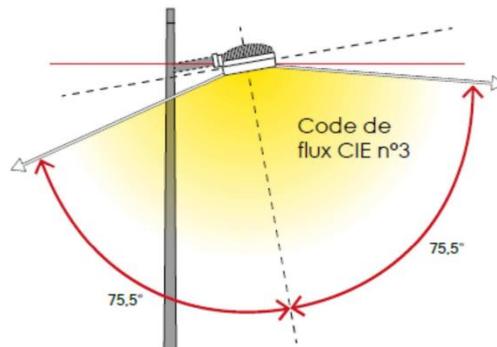
Limiter l'éclairage au nécessaire

Les installations d'éclairage se doivent de n'éclairer que la zone pour laquelle cette installation a été mise en place et non diffuser de la lumière en particulier vers les bâtiments d'habitation. De plus, le flux lumineux de cette installation doit être limité au strict nécessaire pour permettre la visibilité souhaitée.

L'arrêté du 27 décembre 2018 a introduit deux indicateurs pour permettre aux gestionnaires de limiter l'éclairage à ce qui est nécessaire :

Code flux CIE n°3 de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE CF3)

Cet indicateur représente la proportion de flux lumineux émise dans l'hémisphère inférieur dans un angle solide de $3\pi/2$ stéradians (sr) par rapport au flux lumineux émis dans tout l'hémisphère inférieur. Il doit être supérieur à 95%. Cet indicateur a pour objet de limiter la dispersion du flux au-delà de la zone à éclairer par le luminaire mais également de limiter l'éblouissement des personnes circulant dans la zone d'installation du luminaire.



Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI)

La DSFLI ne doit pas dépasser 35 lm/m² en agglomération et 25lm/m² hors agglomération. Cet indicateur est basé sur la dotation en flux lumineux (en lm) sur une surface déterminée (en m²), il n'est pas basé sur un éclairage (en lux). Si la DSFLI est inférieure à cette valeur pour les installations existantes, il est recommandé lors du renouvellement de ces installations de rester sur les valeurs existantes.

La définition d'une source est celle du règlement (UE) 2019/2020 établissant des exigences en matière d'écoconception applicables aux sources de lumière et aux appareils de contrôle séparés, en application de la directive 2009/125/CE. Pour les luminaires utilisant des lampes à incandescence, fluorescentes ou à décharge, la source est la lampe elle-même (ampoules ou tubes). Pour un luminaire équipé de LED, si le luminaire ne peut être démonté afin de vérifier la source lumineuse et l'appareillage de commande séparé, le luminaire est à considérer comme une source lumineuse.

En cas de maintenance, le gestionnaire doit vérifier que le remplacement du module LED ou de la lampe ne remet pas en cause le respect des seuils réglementaires.

La surface destinée à être éclairée correspond à la surface utile qui porte les déplacements, les personnes, les biens, dont l'éclairage contribue à favoriser la sécurité. Ainsi, même si un éclairage des « abords » de la surface utile est souhaité, ils ne doivent pas s'ajouter à la « surface destinée à être éclairée » dans le calcul de la DSFLI.

Cet indicateur peut être contraint par la réglementation en vigueur pour les personnes à mobilité réduite (PMR). Dans ces cas précis définis par l'arrêté du 20 avril 2017 relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public lors de leur construction et des installations ouvertes au public lors de leur aménagement (notamment les cheminements extérieurs accessibles aux PMR), l'éclairage moyen ne devra pas excéder 20 lux, ce seuil prévalant dans ces cas à ceux du tableau ci-dessus à la mise en service.

Les DSFLI peuvent être réduites durant la nuit, selon les choix des gestionnaires, jusqu'à extinction pour les installations n'ayant pas d'obligation de temporalité y compris en utilisant la détection de mouvement.



Limiter la lumière intrusive

L'arrêté du 27 décembre 2018 ne fixe pas de limite d'éclairement vers les logements d'habitation. Toutefois, il est inscrit une règle générale de ne pas émettre de lumière intrusive excessive vers les logements quelle que soit la source de cette lumière. Il est donc laissé à l'autorité compétente le contrôle et l'estimation des nuisances occasionnées par des lumières intrusives.

b) Mise en valeur du patrimoine et des parcs et jardins

On entend par patrimoine celui défini à l'article L. 1 du code du patrimoine, soit pour ce qui concerne l'arrêté, l'ensemble des biens, immobiliers ou mobiliers, relevant de la propriété publique ou privée, qui présentent un intérêt historique, artistique, archéologique, esthétique, scientifique ou technique. Le périmètre pris en compte pour entrer dans ce cadre est défini par les différents classements au titre du code du patrimoine comme le classement au titre des monuments historiques.

Entrent également dans le champ de ce chapitre la mise en lumière du cadre bâti ainsi que les parcs et jardins, privés ou publics, accessibles au public ou appartenant à des entreprises, des bailleurs sociaux ou des copropriétés, quelle que soit leur limitation d'accès.

Les prescriptions de **temporalité** s'appliquant au patrimoine et aux parcs et jardins sont les suivantes :

- Allumage : au plus tôt au coucher du soleil
- Extinction : au plus tard à 1 heure du matin ou au plus tard 1 heure après leur fermeture

Si le parc ou le jardin est ouvert 24h/24, l'extinction n'est pas obligatoire.

Ces prescriptions peuvent être renforcées par le préfet pour protéger localement des espèces faunistiques ou floristiques, quel que soit le site où se situe cette espèce, pouvant être perturbées par une ou plusieurs installations d'éclairage. En cas d'activité des personnels des parcs et jardins avant le lever du soleil, le code du travail et en particulier son article R. 4223-4 permet d'éclairer les zones et voies de circulation extérieures ainsi que les lieux où sont effectués des travaux tels que l'entretien des parterres.

Si l'installation est assujettie à un dispositif d'asservissement à l'éclairage naturel, les horaires dépendants du coucher du soleil peuvent être adaptés selon le niveau d'éclairage naturel réel sur site.

De même, des dérogations particulières aux horaires d'allumage et d'extinction peuvent être ponctuellement accordées par le maire pour des événements exceptionnels, pouvant être sur une période déterminée au niveau national comme les fêtes de Noël ou limité aux veilles de jours fériés chômés comme la fête nationale.

Le préfet peut accorder une dérogation sur les événements à caractère local comme la fête des Lumières ou dans les zones touristiques (...).

Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI)

Afin de ne pas restreindre la création artistique pour la mise en valeur du patrimoine et des parcs et jardins, l'arrêté du 27 décembre 2018 fixe un nombre limité de prescriptions techniques.

Les parcs et jardins doivent respecter [les **prescriptions techniques** suivantes :]



Les densités surfaciques de flux lumineux installé (DSFLI) :

- En agglomération : <25 lm/m²
- Hors agglomération : <10 lm/m²

(...)

La surface destinée à être éclairée concernant les mises en lumières des parcs et jardins comprend les cheminements, massifs, zones d'activité des personnels dont le gestionnaire souhaite la mise en lumière, et dont l'aire qui intercepte le flux lumineux doit être évaluée, de manière à s'assurer que le flux total des sources des luminaires, rapporté à cette aire, est inférieur au plafond de dotation. Toutefois, en raison des impacts importants de la lumière sur le vivant, il est souhaitable que les flux lumineux installés dans les parcs et jardins soient modérés.

Limiter la lumière intrusive

La règle générale de ne pas émettre de lumière intrusive excessive vers les logements quelle que soit la source de cette lumière s'applique pour ces installations d'éclairage. Il est donc laissé à l'autorité compétente le contrôle et l'estimation des nuisances occasionnées par des lumières intrusives générées par la mise en valeur du patrimoine, ainsi que des parcs et des jardins.

c) Les équipements sportifs

Entrent dans ce champ les équipements sportifs de plein air ou découvrables. Ainsi les stades dont la toiture est modulable entrent dans le périmètre. Si l'arrêté ne donne pas d'obligations particulières pour les équipements sportifs à proprement parler, les parcs de stationnement annexés à un équipement sportif doivent respecter les obligations applicables aux parcs de stationnement et détaillés ci-après (cf. rubrique sur les parkings ci-dessous).

d) Les bâtiments non résidentiels

L'arrêté du 27 décembre 2018 reprend et complète le contenu de l'arrêté du 25 janvier 2013 relatif à l'éclairage nocturne des bâtiments non résidentiels, qui précisait les règles à respecter en ce qui concerne l'allumage et l'extinction des installations d'éclairage de ces bâtiments.

Les installations d'éclairage des bâtiments non résidentiels recouvrent à la fois l'illumination et l'éclairage intérieur émis délibérément vers l'extérieur de ces mêmes bâtiments. Ce champ reprend celui correspondant à l'arrêté du 25 janvier 2013, soit les vitrines de commerces, les bureaux, les entrepôts... Les installations d'éclairage des voies d'accès à ces bâtiments correspondent au a) de l'arrêté et sont donc dorénavant réglementées, que ces installations soient ou non dans un espace clos. Sont exclus du champ de l'arrêté les gares de péages afin de garantir la reconnaissance des véhicules au passage de la gare de péage mais également le respect du code du travail pour les personnels travaillant sur ces sites.

Les prescriptions [de **temporalité** suivante] reprennent celles de l'arrêté du 25 janvier 2013, soit :

Bâtiments non résidentiels - tout type d'éclairage :

- Allumage : au plus tôt au coucher du soleil
- Extinction : au plus tard à 1 heure du matin



Bâtiments non résidentiels - éclairages intérieurs quelle que soit leur orientation :

- Allumage : à 7 heures du matin au plus tôt ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt
- Extinction : au plus tard une heure après la fin de l'occupation des locaux

Bâtiments non résidentiels - vitrine de magasins de commerce ou d'exposition :

- Allumage : à 7 heures du matin au plus tôt ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.
- Extinction : à 1 heure du matin au plus tard ou 1 heure après la cessation de l'activité si elle est plus tardive

De même si l'installation est assujettie à un dispositif d'asservissement à l'éclairage naturel, les horaires dépendants du coucher du soleil peuvent être adaptés selon le niveau d'éclairage naturel réel sur site.

Ces **prescriptions techniques** concernent les illuminations des bâtiments non résidentiels et les éclairages intérieurs émis vers l'extérieur (I de l'article 3 de l'arrêté du 27 décembre 2018). Contrairement au cas de la temporalité, l'éclairage destiné à éclairer une pièce et qui n'est pas dirigé vers l'extérieur intentionnellement, comme les luminaires d'éclairage intérieur fixes et à poser de bureaux, sont exclus du champ des prescriptions techniques. Attention, les éclairages extérieurs des bâtiments non résidentiels ayant une fonction entrant dans les installations d'éclairage définies au a) (...) ou au e) doivent respecter les prescriptions de ces catégories.

Limiter la proportion de lumière bleue dans les spectres de lumière

Pour les mêmes justifications que celles exposées dans les installations d'éclairage de la catégorie a) de l'arrêté, pour les bâtiments non résidentiels, la température de couleur des illuminations des bâtiments ne doit pas dépasser 3000 K. De plus, dans le cas de l'éclairage des vitrines de magasins de commerce ou d'exposition, si l'installation d'éclairage intérieur est orientée directement vers l'extérieur du bâtiment, son impact peut être considéré comme équivalent à celui de l'éclairage extérieur et leur température de couleur ne doit également pas dépasser 3000 K.

Limiter le flux des mises en lumière au nécessaire

Les illuminations des bâtiments non résidentiels doivent respecter les valeurs suivantes pour la DSFLI :

- En agglomération : <25 lm/m²
- Hors agglomération <20 lm/m²

Cet indicateur est basé sur la dotation en flux lumineux total (en lm) des sources sur une surface déterminée (en m²), il n'est pas basé sur un éclairement (en lux). Si la DSFLI est inférieure à cette valeur pour les installations existantes, il est recommandé lors du renouvellement de ces installations de rester sur les valeurs existantes.

La définition d'une source est celle du règlement (UE) 2019/2020 établissant des exigences en matière d'écoconception applicables aux sources de lumière et aux appareils de contrôle séparés, en application de la directive 2009/125/CE. Pour les luminaires utilisant des lampes à incandescence, fluorescentes ou à décharge, la source est la lampe elle-même (ampoules ou tubes). Pour un luminaire équipé de LED, si le luminaire ne peut être démonté afin de vérifier la source lumineuse et l'appareillage de commande séparé, le luminaire est à considérer comme une source lumineuse.



Le calcul de la surface utile à éclairer prend en compte les éléments de bâtiment intentionnellement illuminés : façade, éléments de façade, ... Les installations lumineuses fixées sur un bâtiment non résidentiel (ex. projecteurs), destinées à favoriser « la sécurité des déplacements, des personnes et des biens », n'appartiennent pas à la catégorie des « mise en lumière de bâtiments non résidentiels » mais relèvent de la catégorie a) de l'arrêté.

Limiter la lumière intrusive
L'arrêté du 27 décembre 2018 ne fixe pas de limite d'éclairement vers les logements d'habitation. Toutefois, il est inscrit une règle générale de ne pas émettre de lumière intrusive excessive vers les logements quelle que soit la source de cette lumière. Il est donc laissé à l'autorité compétente le contrôle et l'estimation des nuisances occasionnées par des lumières intrusives.

e) Les parcs de stationnement

Sont concernés par ce chapitre les parcs de stationnements non couverts ou semi-couverts, qu'ils soient publics ou privés qu'ils appartiennent à des bailleurs sociaux ou à des copropriétés privées, à des collectivités, à des grandes surfaces, à des gestionnaires d'infrastructure, sur des sites industriels ou dans des sites naturels. L'éclairage des parkings souterrains est exclu du champ de l'arrêté.

Les prescriptions [de **temporalité**] s'appliquant aux parcs de stationnements [simples] (...) et annexés à un lieu ou zone d'activité sont les suivantes :
Allumage

- Au plus tôt au coucher du soleil
- A 7 heures du matin au plus tôt ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt

Extinction

- Au plus tard 2 heures après la cessation de l'activité

Lorsque les installations d'éclairage sont couplées à des dispositifs de détection de présence, ces installations peuvent éclairer le temps du passage des personnes. Cette adaptation à la réglementation n'est tolérée que pour un éclairage ponctuel, c'est-à-dire que si le dispositif permet également l'extinction peu de temps après le passage des personnes quand l'installation est sujette aux respects des horaires d'extinction détaillés dans les dispositions ci-dessus mais également si le dispositif permet de limiter le nombre de luminaires s'allumant lors du passage. De même si l'installation est assujettie à un dispositif d'asservissement à l'éclairage naturel, les horaires dépendants du coucher du soleil peuvent être adaptés selon le niveau d'éclairage naturel réel sur site.

Ces prescriptions peuvent être renforcées par le préfet pour protéger localement des espèces faunistiques ou floristiques, quel que soit le site où se situe l'espèce ou les espèces à protéger dès lors que ces dernières peuvent être perturbées par une ou plusieurs installations d'éclairage. De même, des dérogations particulières aux horaires d'allumage et d'extinction peuvent être ponctuellement accordées par le maire pour des événements exceptionnels, pouvant être sur une période déterminée au niveau national comme les fêtes de fin d'année ou limité aux veilles de jours fériés chômés comme la fête nationale.



Le préfet peut accorder une dérogation sur les événements à caractère local comme la fête des Lumières ou dans les zones touristiques (...).

[Les **prescriptions techniques** sont les mêmes que pour le a), sauf pour :]

La densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI)

La DSFLI ne doit pas dépasser les valeurs ci-dessous :

- En agglomération <25 lm/m²
- Hors agglomération <20 lm/m²

f) L'événementiel

L'événementiel extérieur est constitué d'installations lumineuses temporaires utilisées à l'occasion d'une manifestation artistique, culturelle, commerciale, sportive ou de loisirs.

Compte tenu de l'aspect éphémère de l'événementiel, il n'est pas fixé de condition de temporalité ni de prescriptions techniques à l'exception de l'interdiction de la lumière intrusive excessive dans les logements. Il est laissé à l'autorité compétente le contrôle et l'estimation des nuisances occasionnées par des lumières intrusives.

g) Les chantiers

Si tous les chantiers en extérieur entrent dans le champ de l'arrêté du 27 décembre 2018, ce dernier ne remet nullement en cause les réglementations spécifiques telles que celles de l'article R. 4223-1 du code du travail.

Les prescriptions de **temporalité** s'appliquant aux chantiers sont les suivantes :

- Allumage : au plus tôt au coucher du soleil
- Extinction : au plus tard 1 heure après cessation de l'activité

Ces prescriptions peuvent être renforcées par le préfet pour protéger localement des espèces faunistiques ou floristiques, quel que soit le site où se situe l'espèce ou les espèces à protéger dès lors que ces dernières peuvent être perturbées par une ou plusieurs installations d'éclairage.

S'il n'est pas précisé de prescriptions techniques pour l'éclairage de chantiers, ce dernier ne doit pas générer de lumière intrusive excessive dans les logements Il est donc laissé à l'autorité compétente le contrôle et l'estimation des nuisances occasionnées par des lumières intrusives.

h) Les espaces protégés au titre du code de l'environnement

L'article 4 de l'arrêté du 27 décembre 2018 requiert des prescriptions de temporalité ou technique spécifiques pour des espaces protégés au titre du code de l'environnement. De plus, il permet au préfet de définir des valeurs plus ambitieuses pour chaque prescription de l'arrêté. Ce chapitre résume par catégorie d'espaces protégés les obligations complémentaires aux prescriptions générales décrites ci-dessus.



Les parcs nationaux, **parc naturels régionaux** et parcs naturel marins sont soumis à des prescriptions particulières.

Les prescriptions de **temporalité** sont les mêmes que pour les espaces non protégés.

Dans les cœurs de parcs nationaux, il est imposé une prescription technique spécifique pour les températures de couleur pour tous les types d'éclairage entrant dans le champ de l'arrêté :

- En agglomération : <2700K
- Hors agglomération : <2400K

Le préfet peut fixer, si nécessaire, des obligations plus contraignantes aussi bien pour la temporalité que pour les prescriptions techniques après avoir pris l'avis des organismes suivants :

- Pour un **parc naturel régional** : les communes classées dans ce parc ;
- Pour un parc naturel marin : le conseil de gestion du ce parc ;
- Pour un parc national : le conseil d'administration de l'établissement public de ce parc ;
- Dans tous les cas : le conseil départemental de l'environnement, des risques sanitaires et technologiques.

[Les] **sites d'observation astronomiques** dits « exceptionnels » [sont listés dans] l'arrêté du 27 décembre 2018 fixant la liste et le périmètre des sites d'observation astronomique exceptionnels en application de l'article R. 583-4 du code de l'environnement. La sélection de ces sites s'est basée tout d'abord sur les critères suivants :

- Être ouverts au public ;
- Être accessibles facilement ;
- Avoir des programmes à caractère scientifique et pédagogique ;
- Avoir une bonne qualité de ciel ;
- Être situés géographiquement relativement proches de grandes agglomérations pour permettre au plus grand nombre de participer à des activités astronomiques ;
- Avoir un nombre suffisant d'appareils d'observation disponibles et ouverts au public ;
- Avoir un programme d'animations et de fréquentation régulier vérifiable par le décompte du nombre de nuits d'observation et le rapport hommes/nuits.

Les prescriptions spécifiques à ces sites s'appliquent sur un périmètre de 10 km de rayon, centré sur l'observatoire.

Les prescriptions de temporalité sont les mêmes que pour les espaces non protégés. Pour les densités surfaciques de flux lumineux installé (DSFLI), les prescriptions techniques spécifiques à respecter aussi bien en agglomération que hors agglomération sont les prescriptions hors agglomération indiquées pour les catégories d'éclairage dans les espaces non protégés.

Les autres prescriptions techniques spécifiques sont les suivantes :

Mise en lumière du patrimoine, des parcs et des jardins (b) :

Pas de lumière au-dessus de l'horizontale pour les luminaires installés

Chantiers (g) :

Température de couleur : <3000K



Pour les **réserves naturelles** les prescriptions de temporalité sont les mêmes que pour les espaces non protégés.

Pour les réserves naturelles et leur périmètre de protection, les prescriptions techniques spécifiques à respecter aussi bien en agglomération que hors agglomération sont les suivantes :

Éclairage extérieur (défini au a) de l'article 1er de l'arrêté)

- Température de couleur : <2400K
- Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) : <25 lm/m²

Mise en lumière du patrimoine, des parcs et des jardins (défini au b) de l'article 1er de l'arrêté)

- Température de couleur : <2400K
- Pas de lumière émise au-dessus de l'horizontale pour les luminaires installés
- Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) : <10 lm/m²

Équipements sportifs (défini au c) de l'article 1er de l'arrêté)

- Température de couleur : <2400K
- Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) : sans

Bâtiments non résidentiels (défini au d) de l'article 1er de l'arrêté)

- Température de couleur : <2400K
- Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) : <20 lm/m²

Parcs de stationnement (défini au e) de l'article 1er de l'arrêté)

- Température de couleur : <2400K
- Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) : <20 lm/m²

Événementiel (défini au f) de l'article 1er de l'arrêté)

- Température de couleur : <2400K
- Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) : sans

Chantiers (défini au g) de l'article 1er de l'arrêté)

- Température de couleur : <3000K
- Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) : sans

Cas des canons à lumière :

Prévu dans l'article R. 583-5 du code l'environnement, l'arrêté du 27 décembre 2018 a interdit, dans les réserves naturelles et leur périmètre de protection, dans les parcs nationaux, les parcs naturels régionaux, les parcs naturels marins ainsi que dans les périmètres des sites d'observation astronomiques exceptionnels (cf. section précédente de cette page), l'utilisation d'installation lumineuse dite « canon à lumière », dont le flux lumineux est supérieur à 100 000 lm et des faisceaux de rayonnement laser. Il est toutefois précisé que peuvent déroger à cette interdiction les équipements nécessaires aux activités des observatoires listés dans l'arrêté du 27 décembre 2018.



Les différents Labels relatifs à la Trame Noire :

Auteur : Bellemin Charlène (c.bellemin@corbieres-fenouilledes.fr)

Date : Avril 2024

Les labels liés à la qualité des cieux sont des certifications attribuées à des zones spécifiques qui respectent des critères stricts pour limiter la pollution lumineuse et préserver la qualité du ciel nocturne. Ces labels visent à protéger l'environnement nocturne, favoriser la biodiversité, et permettre l'observation astronomique.

Réserve Internationale de Ciel Etoilé (RICE) :

Le label RICE est né aux USA en 2001. Ce label est décerné par l'International Dark-Sky Association – IDA (<https://darksky.org/>) qui a pour objectif de protéger les ciels de nuit. La labellisation est pensée autour du principe suivant : une zone cœur très peu éclairée et une zone périphérique dont l'éclairage nocturne est limité et encadré. **Ce label vise à récompenser les territoires dont la qualité du ciel étoilé est restée exceptionnelle.** Ces territoires doivent également mettre en valeur leur ciel nocturne à des fins scientifiques, éducatives, culturelles et touristiques ou dans un but de préservation de la nature. Il est également attaché aux actions menées pour préserver cette qualité. Le label contribue à enrichir la destination touristique du territoire en proposant une identité « nuit ». Cette identité se traduit par une mise en valeur de la culture propre du territoire. Le label est contrôlé annuellement afin de vérifier que les minima requis sont toujours en place et si ce n'est pas le cas le label est retiré.

Le degré de pollution lumineuse dans le ciel est défini par une mesure : le mag/arsec² (en astronomie l'éclat des astres se mesure en magnitude par seconde d'arc au carré). Pour prétendre au label RICE, cette mesure doit être supérieure ou égale à 20 mag/arsec² dans l'ensemble de la zone à labeliser. Plus la magnitude est élevée, plus le ciel est sombre, les étoiles brillantes, et la pollution lumineuse faible. Dans le Parc naturel régional Corbières Fenouillèdes la valeur est située entre 19,5 et 21,5 d'après les données de luminance de la Région Occitanie récoltées par DarkSky Lab en 2018.

La DREAL donne un avis sur la candidature RICE des PNR.

Il existe un programme directeur de toute demande pour devenir une RICE.

Pour qu'un site soit éligible comme RICE, il doit inclure un cœur protégé pour diverses raisons (scientifiques, naturelles, etc.), encourager la conformité des propriétaires privés, avoir des délimitations claires et justifiées pour les zones centrales et périphériques, offrir un accès public nocturne, et présenter une qualité de ciel étoilé exceptionnelle par rapport à son environnement urbain.

Cette interdiction s'applique également aux autres espaces naturels mentionnés à l'article R. 583-4 du code de l'environnement, soit :

- Les sites classés et les sites inscrits mentionnés aux articles L. 341-1 et L. 341-2 du code de l'environnement ;
- Les sites Natura 2000 mentionnés à l'article L. 414-1 du code de l'environnement.

Protection des plans d'eau :

Même si ceux-ci ne sont pas situés dans un espace protégé, il convient de protéger la faune et la flore des plans d'eau des lumières intrusives qui perturbent les habitats et mettent en danger les trames bleues.

Entre dans le champ des protections demandées au V de l'article 4 de l'arrêté du 27 décembre 2018 :

- Les cours d'eau au sens de l'article L. 215-7-1 du code de l'environnement ;
- Le domaine public maritime (DPM) au sens de l'article L. 2111-4 du code général de la propriété des personnes publiques, que ce soit la partie terrestre ou maritime ;
- Le domaine public fluvial (DPF) au sens de l'article L. 2111-7 du code général de la propriété des personnes publiques ;
- Les plans d'eau ;
- Les lacs et les étangs.

Pour ces espaces, il est interdit d'éclairer directement l'eau. Entrent toutefois dans le champ dérogatoire à cette interdiction :

- Les activités de manutention portuaire qui doivent appliquer les prescriptions du code du travail. Par conséquent, sont exclus du champ d'application les installations portuaires de manutention ou d'exploitation industrielle, commerciale et de pêche. Dans cette logique de protection des travailleurs (dockers, marins-pêcheurs...) entrent dans le champ dérogatoire le plan d'eau où se déroule l'activité de manutention mais également le plan d'eau immédiatement adjacent aux installations, au sein du DPM ou du DPF ;
- Pour des raisons de sécurité les zones de circulation et de stationnement en bordure de plan d'eau. Toutefois, ces installations devront se mettre en conformité avec les prescriptions de l'arrêté en cas de renouvellement. Il est donc fortement recommandé de réfléchir en phase projet à l'implantation des installations d'éclairage dans ces zones pour qu'elles ne soient pas dirigées vers le plan d'eau et qu'elles éclairent uniquement la zone à sécuriser ;
- Un événement particulier (feux d'artifice, ...). Il revient à l'autorité compétente autorisant l'événement de prendre les dispositions nécessaires pour limiter l'éclairage de l'espace entrant dans le champ du V de l'article 4 de l'arrêté du 27 décembre 2018 ;
- L'autorisation d'occupation temporaire (AOT) du DPM et du DPF. Les dispositions nécessaires sont précisées dans l'arrêté d'autorisation à l'AOT de limiter les nuisances lumineuses générées par l'activité sur l'espace entrant dans le champ du V de l'article 4 de l'arrêté du 27 décembre 2018.

Contrôles :

L'article R. 583.7 du code de l'environnement précise que les autorités en charge du contrôle du respect de la réglementation sur les nuisances lumineuses sont :



- Les maires sauf pour les installations communales ;
- L'État pour les installations communales au titre d'une police administrative spéciale.

Les infractions aux prescriptions de l'arrêté du 27 décembre 2018, conformément à l'article R. 583-7 du code de l'environnement sont passibles d'une amende au plus égale à 750 € par installation lumineuse irrégulière. La constatation des infractions ne demande pas systématiquement un contrôle nocturne de l'installation.

Dans le cas des prescriptions de **temporalité**, le contrôle des périodes d'extinction peut être réalisé, lorsqu'ils existent, sur les horloges astronomiques ou sur les dispositifs de programmation d'extinction d'éclairage.

Dans le cas de **prescriptions techniques**, l'arrêté fixe une liste d'information devant être tenues à disposition des contrôleurs. La vérification du respect de la réglementation sur dossier et le contrôle de cohérence entre les éléments fournis et les installations sur site sont une première étape qui doit permettre de limiter les contrôles nocturnes au strict minimum. Certains indicateurs (par exemple la DSFLI) étant calculés lors de l'étude dimensionnant l'installation d'éclairage, le gestionnaire doit garder tout élément démontrant que les modifications réalisées durant la vie de l'installation n'ont pas remis en cause le dimensionnement initial.

Par ailleurs, l'État a également une obligation de contrôle lors de la mise sur le marché des luminaires ou des sources lumineuses. Les critères et les méthodes de contrôles sont précisés à l'annexe 4 du futur règlement établissant des exigences en matière d'écoconception applicables aux sources de lumière et aux appareils de contrôle séparés, en application de la directive 2009/125/CE. Il s'agit en particulier du contrôle des valeurs de puissance, de flux lumineux ou de température de couleur.

Calendrier :

Toutes les prescriptions de l'arrêté doivent déjà être mise en œuvre aujourd'hui (2024) sauf la suppression de toutes les installations dont la proportion de lumière émise par le luminaire au-dessus de l'horizontale supérieur à 50% qui doit être effective au 1^{er} janvier 2025.

Les **installations existantes** se mettent en conformité au fur et à mesure de leur rénovation ou de leur remplacement. Il convient de noter que s'entend par rénovation ou remplacement un changement programmé, quel que soit le nombre d'éléments à remplacer. N'entrent pas dans le champ l'entretien courant des installations d'éclairage ou le remplacement d'un luminaire à l'identique dû à un événement hors usure normale ou vétusté (par exemple le remplacement d'un lampadaire endommagé par un accident routier), le remplacement de la pièce s'effectue alors à l'identique de la pièce usagée. Une modification programmée même partielle d'une installation d'éclairage entre dans le champ de la rénovation : par exemple, changer uniquement le luminaire (nouveau luminaire, rétrofit...) ou la température de couleur de l'ampoule ou du bloc LED et non le pied d'une série de lampadaires est considéré comme une rénovation et l'intégralité de l'arrêté s'applique. Entrent dans le champ des suppressions d'installations ayant une proportion de lumière au-dessus de l'horizontale >50% les installations pour lesquelles cette proportion est encadrée par une prescription technique dans l'arrêté du 27 décembre 2018. N'entrent pas, par exemple les installations de mise en valeur du patrimoine, sauf pour celles situées dans les périmètres des sites astronomiques ou dans les réserves naturelles et périmètres de protection.

(<https://www.ecologie.gouv.fr/arrete-du-27-decembre-2018-relatif-prevention-reduction-et-limitation-des-nuisances-lumineuses>)



Syndicat mixte d'aménagement et de gestion du Parc naturel régional Corbières-Fenouillèdes

2 rue de la Cave coopérative, 11350 Tuchan - Tél. 04 68 33 99 80 - contact@corbieres-fenouilledes.fr - **parc.corbieres-fenouilledes.fr**

Responsabilité de la commune :

Un premier arrêté ministériel du 25 janvier 2013 est venu fixer une règle générale d'extinction de l'éclairage des bâtiments non résidentiels, déclinée selon le type d'éclairage et de bâtiment, mais il exclut de son champ d'application les réverbères d'éclairage public. Toutefois, et c'est déjà sur ce fondement (L 583-1 du Code de l'Environnement) que des arrêtés de police municipale ayant pour objet l'extinction nocturne de ces installations ont été édictés par un certain nombre de communes :

- Article L 583-1 du Code de l'Environnement : « *pour prévenir ou limiter les dangers ou troubles excessifs sur les personnes et l'environnement causés par les émissions de lumière artificielle et limiter les consommations d'énergie* ».

Plusieurs communes ont ainsi décidé de procéder à l'extinction des feux à partir d'une certaine heure ou de diminuer l'intensité lumineuse pour n'allumer qu'un dispositif d'éclairage sur deux ou sur trois pour là encore limiter la consommation d'électricité.

Il incombe en effet au Maire de définir avec précision les lieux pouvant recevoir un éclairage artificiel et donc à contrario l'espace sans éclairage et ceux pour lesquels la modulation semble possible, en prenant en compte la circulation et le degré de fréquentation des lieux, la configuration avec ou non dangerosité, les nuisances lumineuses, etc. Les lieux et les horaires d'éclairage sont mentionnés dans un Arrêté publié par affichage ou insertion au bulletin municipal transmis au contrôle de légalité (article L 2131-1 et -2 du Code Général des Collectivités Territoriales).

Ainsi, dans un souci d'environnement et d'économie, de nombreuses municipalités ont diminué l'intensité ou le nombre de points d'éclairage public durant la nuit. Curieusement, l'arrêté du 25 janvier 2013 relatif à l'éclairage nocturne des bâtiments non résidentiels afin de limiter les nuisances lumineuses et la consommation d'énergie exclut expressément de son champ d'application la modulation de la puissance des réverbères de voirie. Dès lors, cette modulation peut poser un problème juridique. En effet, à l'occasion d'un accident survenu sur une voie publique peu ou pas éclairée, la responsabilité du maire, qui est aux termes de l'article L 2212-2 du Code Général des Collectivités Territoriales responsable en matière d'éclairage pourrait être recherchée. La décision de diminution de l'éclairage public aujourd'hui votée par les conseils municipaux, peut donc engager la responsabilité du maire en tant qu'autorité de police.

Source : <https://www.cdmf-avocats.fr/extinction-nocturne-responsabilites-du-maire/>

Conclusion

La lutte contre la pollution lumineuse en France est encadrée par une réglementation stricte et détaillée, tant au niveau national qu'europpéen. L'Arrêté du 27 décembre 2018 constitue le pilier de cette réglementation. La mise en œuvre efficace de ces mesures nécessite une coopération étroite entre les autorités locales, les professionnels de l'éclairage et les citoyens pour protéger l'environnement nocturne et améliorer la qualité de vie.



Annexe 4 : Questionnaire envoyé aux communes afin de réaliser l'enquête sur la gestion de leur éclairage public.

Agissons ensemble pour rallumer les étoiles



ENQUETE

Le Parc naturel régional Corbières-Fenouillèdes réalise l'inventaire des pratiques des communes de son territoire sur les questions de l'éclairage public.

Quelles sont vos pratiques concernant l'éclairage nocturne sur vos communes ? Selon vos attentes, nous pourrions collaborer avec vous et nos partenaires moteurs dans la démarche (syndicats d'énergie SYADEN et SYDEEL, entre autres), afin d'agir en faveur de la biodiversité, des économies d'énergie, de la santé et de la qualité des cieux pour l'astronomie.

On parle de pollution lumineuse lorsque les éclairages artificiels nuisent à l'obscurité naturelle de la nuit. A la tombée de la nuit, les sources de lumières artificielles (éclairages publics, enseignes publicitaires, ...) prennent le relais du soleil dans les villes et villages. La pollution lumineuse est une forme de pollution assez peu évoquée car à priori peu néfaste pour la santé humaine lorsqu'on la compare aux pollutions plus connues, mais pourtant celle-ci n'est pas sans conséquences sur le vivant et peut-être facilement réduite.

Nous vous demandons de compléter ce questionnaire lors d'un conseil municipal (temps estimé de réponse 10 à 15 minutes).

Vos contacts au Parc sur ce sujet sont :

Marie Forissier – Chargée de mission patrimoine naturel - m.forissier@corbieres-fenouilledes.fr

Charlène Bellemin – Stagiaire Trame noire - c.bellemin@corbieres-fenouilledes.fr

Merci de bien vouloir remplir la fiche suivante et de nous la renvoyer avant le 29/07/24 soit :

- par mail à c.bellemin@corbieres-fenouilledes.fr
- par courrier à : Syndicat mixte d'aménagement et de gestion du Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes - 2 Rue de la Cave coopérative - 11350 Tuchan
- ou en ligne via le lien suivant : <https://forms.gle/3bTtWHX5tYic7T1d9>



1. Informations du contact référent :

- Commune :.....
- Nom / Prénom / Qualité :.....
- Téléphone :.....
- Courriel :.....
- Ce questionnaire a été travaillé lors du conseil municipal du :
.....

2. Vos pratiques concernant l'éclairage public :

a) Votre commune pratique-t-elle l'extinction de l'éclairage public la nuit ?

- Oui,
 - Merci de préciser les horaires (ex. de 00h à 5h, en été ; de 23h à 6h en hiver) :
- Non, mais elle souhaite le faire
 - Merci de préciser l'état d'avancement de ce projet :
.....
- Non, mais elle l'avait fait par le passé,
 - Merci de préciser les raisons de cet arrêt :
.....
- Non, aucune démarche n'a été entreprise

b) Votre commune a-t-elle lancé certaines actions afin de réduire la pollution lumineuse ?

- Amélioration de la connaissance de l'éclairage public communal (diagnostics, cartographie points lumineux, etc ...)
- Optimisation (led par exemple, gestion de l'angle de lumière, ...)
- Gradation de luminosité
- Non, notre commune n'a aucune démarche d'optimisation de l'éclairage public
- Autre :
.....

c) Si votre commune a une démarche d'extinction ou d'optimisation de l'éclairage public, ou si elle souhaite agir dans ce domaine, veuillez nous indiquer quelles sont ses motivations (plusieurs cases peuvent être cochées) ?

- Préserver la biodiversité
- Réaliser des économies d'énergie
- Agir en faveur de la santé publique
- Agir en faveur de l'astronomie
- Autre :
.....



d) Si votre commune s'est intéressée au sujet, a -t-elle rencontré des difficultés ?

- Oui, veuillez préciser de quel ordre (techniques, économiques, craintes des habitants ou de certains décideurs...) :

.....
.....
.....

- Non

e) Votre commune gère-t-elle en régie son éclairage public ?

Pour la partie travaux :

- Oui
- Non, si non qui est le gestionnaire ?
 - Syndicat d'énergie
 - Autre :

.....
.....

Pour la partie entretien :

- Oui
- Non, si non qui est le gestionnaire ?
 - Syndicat d'énergie
 - Autre :

.....
.....

6. Souhaitez-vous être accompagné sur cette thématique ?

Etes-vous intéressé pour être accompagné par le Parc Naturel Régional Corbières Fenouillèdes et ses partenaires sur la question de l'extinction ou de l'optimisation de l'éclairage nocturne ?

- Oui, veuillez préciser avec quel type d'attente :
 - Audit énergétique
 - Informations techniques (enjeux, solutions)
 - Travaux ou optimisation (changement luminaires, extinction, etc.)
 - Sensibilisation, communication auprès des élus, agents communaux et citoyens (flyer, sortie nature, conférence, etc.)
 - Inventaires naturalistes en lien avec la pollution lumineuse
 - Autre (veuillez préciser) :.....
- Non



Annexe 5 : Base de données regroupant les réponses des communes à l'enquête sur la gestion de leur éclairage public.

Informations générales			Pratiques : éclairage public				Avenir de la commune							
Commune	Personnes interrogées	Nombre d'interrogés	Entretien à l'heure	H d'émission	H d'émission (été)	H d'émission (hiver)	Etat d'avancement de la réflexion autour de l'émission	Raison de la poursuite de la réflexion de la commune	Actions sur l'émission de lumière publique	Motivations, les objectifs, la réflexion ou l'optimisation de l'éclairage	Maire des lieux	Commissaires de l'émission concernant l'éclairage	Commissaires des travaux concernant l'éclairage	Intérets pour l'accompagnement par le PIFCE, les actions réalisées ou l'optimisation de l'éclairage nocturne
Abbeville	Jean Claude Venot	1	Oui	23:00-06:00	23:00-06:00				Oui optimisation	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Non
Anagnin	Jean Philippe Strouf	1	Oui	02:00-08:00	00:00-07:00				Oui optimisation	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Non, c'est fait merci
Anquet	Géraline Grati Vaire	1	Non mais dans une réflexion pour le faire				Uniquement baisse d'intensité - In-convénient		Oui gestion de la luminosité	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, informations techniques
Arcis	Etude Sura Consoles	1	Non mais dans une réflexion pour le faire	02:00-08:00	00:00-08:00				Amélioration des connaissances et optimisation	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie	Techniques; Autre	La commune (Associés)	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou Société privée	Non
Arcy	Parasol Philippe	1	Non mais dans une réflexion pour le faire						Oui optimisation, l'ajout de gestion de luminosité, connaissance de la relation nuit-Non	Réaliser des économies d'énergie	Techniques; Economies	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, sensibilisation; Oui, investissements naturels
Béliers	Fridélic Bourdele	1	Oui	00:00-06:00	22:00-06:00				Non	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Non
Billy-et-Caestre	Alan Chanaud	1	Oui	22:00-06:00	22:00-06:00				Oui optimisation	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, travaux et actions de sensibilisation
Bisparach	Jean-Pierre Delord	1	Oui	00:00-06:00	21:00-07:00				Oui optimisation de la connaissance de l'éclairage public communal	Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, audit énergétique
Bouze	Mireille Alkaime	1	Oui	00:00-06:30	21:00-07:00				Oui optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Non
Canques-sur-Aude	Daufré Fernand	1	Oui	01:00-06:00	23:00-06:00				Oui optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, travaux ou actions d'optimisation; Autre: Ours réseau et en est et est en fait
Compagny	Alain Boyer	1	Oui	23:59-XX	21:00-06:30				Oui, autre	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Oui, travaux ou actions d'optimisation; Autre: Ours réseau et en est et est en fait
Camps sur Noye	Damen Cor	1	Non aucune démarche n'a été entreprise						Non	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, travaux ou actions d'optimisation; Oui, investissements naturels
Canary	Philippe Jeanm Adjert	1	Oui	00:00-06:00	00:00-06:00				Oui optimisation, l'ajout de gestion de luminosité, connaissance de l'émission de la commune	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie et de la santé publique	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Non car travaux en cours sur l'EP (En tant que collectivité soumise de la PLU, il serait souhaitable que les promoteurs privés de la commune soient impliqués dans les travaux de cette pollution.
Caragnès	Jean Charles Aïou	1	Non aucune démarche n'a été entreprise						Oui optimisation	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie et de la santé publique	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Oui pour tout - Autre: Plan Numérique Ensemble, SIVOM
Caragnès	Adrien	1	Oui	00:00-XX	00:00-XX				Oui optimisation	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Oui, informations techniques; Oui, investissements naturels
Caudebec-Pérouville	Touzaine Catherine	1	Oui	00:00-06:00	00:00-06:00				Oui optimisation, l'ajout de gestion de luminosité, connaissance de l'émission de la commune	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie et de la santé publique	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Non car travaux en cours sur l'EP (En tant que collectivité soumise de la PLU, il serait souhaitable que les promoteurs privés de la commune soient impliqués dans les travaux de cette pollution.
Commune	Personnes interrogées	Nombre d'interrogés	Entretien à l'heure	H d'émission	H d'émission (été)	H d'émission (hiver)	Etat d'avancement de la réflexion autour de l'émission	Raison de la poursuite de la réflexion de la commune	Actions sur l'émission de lumière publique	Motivations, les objectifs, la réflexion ou l'optimisation de l'éclairage	Maire des lieux	Commissaires de l'émission concernant l'éclairage	Commissaires des travaux concernant l'éclairage	Intérets pour l'accompagnement par le PIFCE, les actions réalisées ou l'optimisation de l'éclairage nocturne
Courvaux	Dédé Ticoire	1	Oui	01:00-05:00	00:00-06:00				Oui optimisation, l'ajout de gestion de luminosité, connaissance de l'émission de la commune	Tout	Craines de la part des habitants	La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Intérets pour l'accompagnement par le PIFCE, les actions réalisées ou l'optimisation de l'éclairage nocturne
Colbèze-sur	Maryse Balis	1	Oui	00:00-06:00	00:00-06:00				Non	Toutes ces cases devaient être cochées, mais elles sont en fait toutes concernées	Craines de la part des habitants	La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, informations techniques; Oui, investissements naturels (info générale)
Cozès	Marc Sabatès Adjonte	1	Non mais dans une réflexion pour le faire				Non, nous sommes dans l'attente de devis pour un éclairage avec un directeur de mouvement et un devis avec un éclairage public intervenu		Oui optimisation, l'ajout de gestion de luminosité	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de la santé publique	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui pour tout
Croignan	Wélim Guenès Adjont	1	Oui	01:00-05:30	01:00-06:00				Oui optimisation, l'ajout de gestion de luminosité, connaissance de l'émission de la commune	Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Non
Demaucelle	Marie	1	Oui	00:00-05:00	00:00-05:00				Non	Biodiversité, économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Non
Dulheuloux	François Patot	1	Oui	01:00-05:00	01:00-05:00				Oui optimisation et gestion de luminosité	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie	Craines de la part des habitants	EPCI (communauté de commune CS39)	EPCI (communauté de commune CS39)	Oui, travaux
Dubrun-Corbères	Alan Orlis	1	Oui	émission 8:30 / 23:00-06:00	23:00-06:00				Oui optimisation	Biodiversité, économies d'énergie	Craines de la part des habitants	EPCI	EPCI	Oui, audit et sensibilisation
Eperçay	Christian Soula Hère	1	Oui	02:00-06:00	00:00-07:00				Oui optimisation	Réaliser des économies d'énergie et agir en faveur de la biodiversité	Craines de la part des habitants	La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Non
Engel	Georges Badagnan	1	Non mais dans une réflexion pour le faire						Oui optimisation	Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de la santé publique	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Non
Fellans	Claude Fild Maie	1	Oui	01:00-06:00	00:00-06:00				Oui optimisation	Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Non
Felles-Tournefort	Jean-Marc Savy Feneuille	1	Oui	00:00-06:00	23:00-06:00				Oui gestion de luminosité et LED	Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Non
Fonroque	Christophe Tera Mase	1	Oui	02:00-06:00	00:00-07:00				Oui optimisation	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Non
Fosse	Christophe Maréchal	1	Oui	01:00-06:00	00:00-06:00				Oui optimisation	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de la santé publique	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Oui, travaux
Gersy	Yves Anquet Hère	1	Oui	23:00-05:00	23:00-05:00				Oui optimisation	Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de la santé publique	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, audit énergétique; Oui, travaux ou actions d'optimisation
Lagorce	Simon Bénédict	1	Non mais dans une réflexion pour le faire						Oui optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Non
Lahère	Stéphane Desrier Conseil municipal	1	Oui						Oui optimisation, l'ajout de gestion de luminosité, connaissance de l'émission de la commune	Préserver la biodiversité, Réaliser des économies d'énergie, Agir en faveur de l'autonomie	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	Oui, investissements naturels
Lanet	Maëlys Duval Conseil municipal	1	Non mais dans une réflexion pour le faire				Terminé		Oui autre	Réaliser des économies d'énergie	Craines de la part des habitants	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Un syndicat d'énergie (S/ADEI) ou La commune	Oui, investissements naturels
Larques et la Vallée de France	SFOU Raymond Maie	1	Oui	1h-8h	00:00-5h				LED, volet à décaler ou optimisation	Economie et biodiversity	Craines de la part des habitants	La commune	La commune	non
Dallier	Dallier	1	Non aucune démarche n'a été entreprise						Oui optimisation	Oui tout	Craines de la part des habitants	SIVOM	SIVOM	Non

Commune	Personnes interrogées	Nombre d'énergéticiens	Émission la nuit	H d'émission (été)	H d'émission (hiver)	État d'avancement de la réflexion autour de l'émission	Raison de l'absence de pratiques d'émission	Action sur d'autres opérations de éclairage publique	Novations à la démarche d'émission ou d'optimisation d'énergie	Finies	Nature des lieux de certains habitats et modalités de gestion municipale	Gestionnaire de l'émission concernée (éclairage)	Gestionnaire des travaux concernant l'éclairage	Intérêt pour l'accompagnement par la FNDFC - en ses parcelles ou les questions d'émission ou d'optimisation d'éclairage nocturne
Le Vivier	Roger Laroche	2	Non, aucune démarche n'a été entreprise pour faire			Dans un premier temps et dès l'achèvement de l'implantation de l'habitat, il y a eu un appel à la réflexion pour ce qui concerne l'éclairage public, le coup de feu a été donné en mars, en réflexion.		Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non	Quartier de la part de certains habitats et modalités de gestion municipale	La commune	Du - informations techniques ; Du - travaux ou actions d'optimisation	
	Eric Bouchard/Place	1	Oui	00:00 - 05:00	00:00 - 06:00	Discussion en conseil municipal		Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur de la santé publique	Non	Graines de la part de certains habitats et modalités de gestion municipale	La commune	Du - informations techniques ; Du - inventaires naturalistes	
Luz sur Ardre	Marie Claude Pons	1	Oui	02:00 - 06:00	02:00 - 06:00			Non	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur de la santé publique	Oui	Graines de la part de certains habitats et modalités de gestion municipale	La commune	Du - aide ; Du - informations techniques ; Du - travaux ou actions d'optimisation ; Du - actions de sensibilisation	
	Isabelle Farges/Place	1	Oui	01:00 - 05:00	00:00 - 06:00			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie en faveur de la santé publique et de l'autonomie	Non	Téléchirurgie ; Economiques	EPCI	Autre - étude par un bureau d'étude pour la rénovation de l'éclairage public	
Maison	François PASTOR	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise			Démarche d'étude de renouvellement du parc EP		Non	Réaliser des économies d'énergie	Oui	Techniciens ; Economiques	Un syndicat d'énergie (S/AE) ou SYDEEL	Non	
	Thierry Haudelle	1	Oui	23:00 - 06:00	23:00 - 06:00			Du optimisation	Economies et body	Non		La commune		
Mégrève	063295594	1	Oui	23:50 - 06:00	23:50 - 06:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
	Coopératives	1	Oui	02:00 - 07:00	23:00 - 07:00			Non	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Projet en cours avec la Comco Coblères Salenque	
Mongifard	Marianne Nicole Adeline	1	Oui	01:00 - 06:00	23:00 - 06:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur de l'autonomie	Non		La commune	Non	
	David Besson / Olier	1	Oui	00:00 - 06:00	23:00 - 06:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur de la santé publique	Non		La commune	Du inventaire naturaliste	
Rohroumet	Christelle HEPMOND	1	Oui	00:00 - XX	00:00 - 05:30			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur de la santé publique	Oui	Quartier de la part de certains habitats et modalités de gestion municipale	Un syndicat d'énergie (S/AE) ou SYDEEL	Du - actions de sensibilisation ; communication ; Du - inventaires naturalistes	
	Estelle Dubault Adeline - le Formentor	1	Oui	00:00 - 06:00	00:00 - 06:00			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		EPCI (communauté de commune CS29)	Non car programme de rénovation de l'EP en LED en cours	
Palam	Fabien Pastor	1	Oui	00:00 - 06:00	00:00 - 06:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Oui	Éclairage ; L'autonomie	La commune	Non	
Palazac	Daniel Singlet/Place	1	Oui	00:00 - 06:00	00:00 - 06:00			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		EPCI (communauté de commune CS29)	Non	
Paucils	Jonathan Dake/Mairie	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise					Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Oui	Quartier de la part de certains habitats et modalités de gestion municipale	EPCI	Non	
Paucils de Conflet	Hervé Bénéret/Place	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise					Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Oui	Quartier de la part de certains habitats et modalités de gestion municipale	La commune	Non	
Commune	Personnes interrogées	Nombre d'énergéticiens	Émission la nuit	H d'émission (été)	H d'émission (hiver)	État d'avancement de la réflexion autour de l'émission	Raison de l'absence de pratiques d'émission	Action sur d'autres opérations de éclairage publique	Novations à la démarche d'émission ou d'optimisation d'énergie	Finies	Nature des lieux de certains habitats et modalités de gestion municipale	Gestionnaire de l'émission concernée (éclairage)	Intérêt pour l'accompagnement par la FNDFC - en ses parcelles ou les questions d'émission ou d'optimisation d'éclairage nocturne	
Plarabes	Sibony/Mairie	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise					Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non		Un syndicat d'énergie (S/AE) ou SYDEEL	Du - actions de sensibilisation	
	Marie	2	Oui	01:00 - 05:45	23:00 - 05:45			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Du - audit énergétique ; Du - travaux ou actions d'optimisation	
Rigaudières	Olivier Douillet/Place	1	Oui	00:00 - 06:00	00:00 - 06:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
	Pierrelin Biron	1	Oui	23:59 - 06:06	23:59 - 06:00			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
Quillan	Youssef Gougga	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise			Recherche de subventions		Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
	André Comeras	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise					Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
Raspailles	Jean-Marie Gorgio	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise					Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		Un syndicat d'énergie (S/AE) ou SYDEEL	Non	
	Jean-Marie Gorgio	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise					Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		Un syndicat d'énergie (S/AE) ou SYDEEL	Non	
Rivesaltes	Virginie Mayo Adjame	1	Non, aucune démarche n'a été entreprise					Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		Un syndicat d'énergie (S/AE) ou SYDEEL	Non	
	Virginie Mayo Adjame	1	Oui	02:00 - 06:00	23:00 - 06:00			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
Romes-les-Bains	Marie-Jacqueline Mazet	1	Oui	00:00 - 5:00	00:00 - 5:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur de la santé publique - Agir en faveur de l'autonomie	Non		La commune	Non	
	Adrien Hain Biron	2	Oui	02:00 - 06:00	23:00 - 06:00			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Du - informations techniques ; Du - travaux ou actions d'optimisation ; Du - inventaires naturalistes	
Saint-Arnaud	Guy Calvet/Mairie	2	Oui	01:00 - 5:00	01:00 - 5:00			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
	Patrick Tilio Cornelle	2	Oui	01:00 - 5:00	01:00 - 5:00			Du optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
Saint-Férol	Commune	2	Oui	00:00 - 6:00	23:00 - 6:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non		Un syndicat d'énergie (S/AE) ou SYDEEL	Du - audit énergétique	
	Conseil municipal	2	Oui	00:00 - 6:00	23:00 - 6:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
Saint-Jean-de-Barrou	Michel Dac/Mairie	2	Oui	00:00 - 6:00	23:00 - 6:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non		Un syndicat d'énergie (S/AE) ou SYDEEL	Du - audit énergétique	
	Adeline	2	Oui	00:00 - 6:00	23:00 - 6:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Non	
Saint-Julia-de-Bec	Patrice Pivrot et Odile Avelha	2	Oui	00:00 - 05:00	00:00 - 05:00			Du optimisation	Préserver la biodiversité - Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur de la santé publique et de l'autonomie	Non		La commune	Autre - Conseil ou marché public pour l'achat de lampes led adaptées à nos luminaires, économiques et de très longue durée de vie...	

Commune	Personnes interrogées	Nombre d'interrogés	Emission la nuit	H d'extinction LED	H d'extinction filaire	Etat d'avancement de la réflexion autour de l'extinction	Raison de l'abandon des pratiques d'extinction	Actions ou autres optimisations de l'éclairage public	Notions à la demande d'extinction ou d'optimisation de l'éclairage	Frais	Nature des freins	Géométrie de l'entretien concernant l'éclairage	Géométrie des travaux concernant l'éclairage	Invité pour l'accompagnement par la M2C2 et ses partenaires sur les questions d'extinction ou d'optimisation de l'éclairage
Saint-Luc-sur-Mer	Olivier Carasso Costello	1	Oui	22:30-06:00	22:30-06:00				Prélever le budget existant, Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur du territoire.	Non		La commune	La commune	Du: audit énergétique; Du: informations techniques; Du: travaux ou actions d'optimisation
Saint-Martin-Frédouville	Jacques ASSOCHE MBE	1	Non aucune demande n'a été entreprise					Du: optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	La commune	Autre: pas d'information prévue
Saint-Nicolas-Paule	Henri Balle Marie	1	Oui	00:00-5:00	23:00-6:00			Du: optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	La commune	Du: informations techniques
Saint-Omer	Quincornet Marie	1	Oui	01:00-06:00	00:00-6:00			changements pour ampoules basse consommation LED - ampoules à économie d'énergie	Economies énergie	oui		La commune	La commune	ou audit énergétique
Saint-Omer	Diane EL BARRAJ	1	Non mais réflexion pour la suite					Du: optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Un syndicat d'énergie (S/AGE) ou SYDEEL	Non
Saint-Omer	Sébastien Tavelles Marie	1	Oui	00:00-6:00	00:00-6:00			Du: optimisation; Ou amélioration des connaissances	Prélever le budget existant, Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	Un syndicat d'énergie (S/AGE) ou SYDEEL	Du: informations techniques; Du: actions de sensibilisation
Saugrain	François DUMAS	1	Oui	00:00-6:00	00:00-6:00			Du: optimisation		Non		La commune	Un syndicat d'énergie (S/AGE) ou SYDEEL	Du: audit énergétique
Soulignies	François PASTOR	1	Non aucune demande n'a été entreprise					Du: optimisation; Ou amélioration des connaissances	Réaliser des économies d'énergie	Non		EPD	EPD	Autre: étude en cours pour la rénovation de l'EP (mairies publi)
Sourin		1	Oui	01:00-XX	23:00-6:00			Du: optimisation (led)	Réaliser des économies d'énergie	Non		SYDEEL	SYDEEL	Non
Taliban	Cédric Nolis Marie	1	Oui	00:00-6:00	23:00-6:00			Du: autre	Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur du territoire	Non		Un syndicat d'énergie (S/AGE) ou SYDEEL	Un syndicat d'énergie (S/AGE) ou SYDEEL	Du: travaux ou actions d'optimisation; Du: actions de sensibilisation; Du: informationnalité
Tourzel		1	Oui	01:00-XX	23:00-06:00			Du: optimisation	Prélever le budget existant en relation des économies d'énergie	Non		La commune	La commune	Non
Tournai	Sylvie Sigoy	1	Oui	00:00-6:00	00:00-6:00			Du: optimisation		Non		La commune	La commune	Du: travaux
Tilla	Adjert	1	Non aucune demande n'a été entreprise					Du: optimisation + graduation de luminosité	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	La commune	Non
Tuchan	Blainne Bernaud Marie	1	Non mais réflexion pour la suite			Suite à 2 sondages dont un positif en faveur de l'extinction de la lumière publique, la M2C2 a demandé à la commune de réfléchir à la mise en œuvre de l'extinction de la lumière publique. Suite à la décision prise en conseil municipal, la commune a décidé de ne pas passer à l'extinction de la lumière publique.		Du: optimisation	Prélever le budget existant en relation des économies d'énergie	Oui	Cartes de la part de certains habitants et membres du conseil municipal	La commune	La commune	Du: audit énergétique; Du: informations techniques; Du: actions de sensibilisation
Valinghe	Isabelle FOUQUET	1	Non mais réflexion pour la suite			Toutefois, toutes personnes ou habitants ont votés en faveur de l'extinction de la lumière publique.		Non	Prélever le budget existant en relation des économies d'énergie	Oui	Informations techniques et de conseils municipaux	La commune	La commune	Du: info techniques
Vesra	Marie	1	Oui	00:00-06:00	00:00-06:00			Remplacement des ampoules de l'ensemble par des LED	Economies	Non		La commune	La commune	Du: travaux
Vignemelle	Marie	1	Oui	01:00-05:00	01:00-05:00			Du: optimisation (pour passer en LED)	Economies, body	Non		La commune	La commune	Non
Vieuxvillers	Alain Louis Marie	1	Non mais réflexion pour la suite			La décision n'este en attente de la mise en place des ampoules LED		Non	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	La commune	Du: informations techniques; Du: travaux ou actions d'optimisation
Vieuxvillers	Nicolas Perceval Marie	1	Oui	00:00-06:00	23:00-06:00			Du: optimisation	Réaliser des économies d'énergie	Non		La commune	La commune	Du: audit énergétique
Vignau	Philippe Carpiat Marie	1	Oui	00:00-05:00	00:00-05:00			Du: optimisation	Réaliser des économies d'énergie - Agir en faveur de la santé publique	Non		La commune	La commune	Non
TOTAL		83												

Légende	
	Réponse fin mai après la dead line
	Pas de réponse
	Réponses format papier

Annexe 7 : Guide d'entretien pour collecter le retour d'expérience quant aux diagnostics de l'éclairage public d'une commune.

Guide d'entretien pour les communes (élus) ou personnes clés qui ont accompagné les communes dans leur démarche d'amélioration de l'éclairage public :

Présentation :

- 1) Nom, Prénom

- 2) Parcours professionnel
 - Etudes ?
 - Emplois occupés ?
 - Statut actuel dans la commune (élu, habitant, conseillé...) ?

- 3) Connaissances liées à la trame noire
 - D'où viennent-elles ?
 - Comment avez-vous été sensibilisé ?

- 4) Raisons de l'engagement dans la démarche d'extinction / rénovation de l'éclairage public
 - Pour sa propre commune ?
 - Pour d'autres communes ?
 - Biodiversité ? Economies d'énergie ? Astronomie ? Santé publique ?

Démarche d'amélioration de l'éclairage public :

- 1) Actions soutenues
 - Arguments utilisés pour convaincre la commune / le conseil municipal / les habitants ?
 - Supports / outils pour convaincre et mettre en place les actions
 - Sources d'information privilégiées

- 2) Ressources mobilisées
 - SDE ? PNR ? Astronomes ? Spécialiste de l'environnement ? Gendarmerie ?
 - Personnes d'autres communes ayant déjà entrepris des démarches similaires ?

- 3) Historique de la démarche
 - Première réunion / comité avec évocation du sujet
 - Date des travaux (fait ou en prévision)
 - Etapes clés du projet

4) Diagnostique de l'éclairage public

- Y en a-t-il eu un ?
- Qui s'en ai chargé ?
- Quand a-t-il eu lieu ?
- Combien de temps cela a-t-il pris ? (Selon la taille de la commune)
- Connaissez-vous le protocole engagé pour ce diagnostic ?
- Quels ont été les éléments pris en compte ?
- Quels outils ont été utilisés ?
- Quel a été le coût de ce diagnostic ?

5) Résultat final

- Quels changements ont été opérés ?
- Y en a-t-il d'autres à prévoir ? Quand ? Pourquoi ?
- Dans quel matériel la commune a-t-elle investie (lampadaires, horloges, armoires électriques...) ?
- Quel a été le coût de cet investissement
- L'entretien du nouveau matériel est-il plus ou moins fréquent que l'ancien (+/- coûteux) ?

Conseils généraux / pièges à éviter pour les communes souhaitant mettre en place une démarche similaire :

1) Conseils pour la commune

2) Conseils pour convaincre

3) Conseils pour le diagnostic

Annexe 8 : Sources des données utilisées lors de l'étude de la Trame Noire du PNRCF.

Thématique	Entité extraite	Source de données	Utilité
Limites administratives	Communes du Parc, limites départementales, périmètre d'étude du Parc	IGN (2022)	Délimiter le périmètre du PNR et les communes le composant
Paysage	Cours d'eau	SRCE	Connaissance du terrain
	Courbes de niveau, reliefs	IGN	
	Unités paysagères	DREAL	
	Entités paysagères	Création personnelle	
	Cols, sommets, gorges, châteaux, carrières	Données internes	
	Parcs éoliens	Open data Occitanie	
Urbanisme	Routes et chemin de fer	Open data Occitanie	Identification des zones éclairées
Pollution lumineuse	Radiance et luminance	Light pollution map : satellite VIIRS (2018-2023)	Identifier les zones de pollution lumineuse et leur niveau d'intensité sur plusieurs années
		CEREMA : satellite Luojia (2018)	
Modélisation de la pollution lumineuse en Occitanie par la Région Occitanie, DarkSky Lab et La Téléscope (2021)			
	Eclairage public	Enquête réalisée par le PNECF (2023-2024) ; Carte dans l'Indépendant (2022) ; SDE	Identifier les communes pratiquant l'extinction de l'EP sur une partie de la nuit, leur investissement dans la démarche et leurs besoins.
Trames Verte et Bleue	Réservoirs et corridors écologiques	SRCE et TVB du Parc	Identifier les zones d'enjeux pour la faune et la flore
	Hauts lieux de biodiversité	Données internes	
	ZNIEFF	DREAL (2019 et 2022)	
	SIC, ZPS, RNN, APB	INPN (2022, 2021,2020)	
Chiroptères	Points d'observation	SINP	Identifier les zones à enjeux liés aux chiroptères
	PNA	CEN	
	ZNIEFF	DREAL	

Annexe 9 : Base de données pour la détermination des zones prioritaires dans la mise en œuvre de la stratégie Trame Noire du PNRCF.

vkt_geon	Nom commune	id_bdoato	Departement	Superficie	Nb_hab (2017_NSE)	Gestion_EP	Statut fonction n	Région	Horaires de	Horaires hiver	Clasq_EP_SYADEN	Année	Volonté d'accompagnement	Pollution lumineuse			Champs					TVE					Bonus esqpe	Maks Label	Total						
														Luminaire >20W	Radance 2018	Radance 2023	PNA	Pole SMP	ZNEFF	Reserve	Condo	ZNEFF	PNA Décan	Migraon	HLB	ZPS				SC	ZSC	APB			
MultiPdlgon	Albas	10000006	11	2369	77	La commune	0		23:00 - 06:00	23:00 - 06:00		2022	0	2	0	0	0	1	0	1	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3			
MultiPdlgon	Albières	10000007	11	1725	18	MULL	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	3			
MultiPdlgon	Amignan	66000008	66	68	26	La commune	0		02:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	5	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3		
MultiPdlgon	Anges	10000009	11	1653	254	SVADEN	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00		2022	1	3	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15		
MultiPdlgon	Annas	10000010	11	2033	43	SVADEN	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	1	0	0	0	2	0	1	2	0	1	0	1	1	1	0	0	0	2	28			
MultiPdlgon	Asst	10000011	11	1177	547	SVADEN	1		23:00 - 06:00	23:00 - 06:00			0	2	4	4	4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	0	2			
MultiPdlgon	Belesta	66000019	66	2052	221	SVDEL	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	3	3	4	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	17			
MultiPdlgon	Beltenes-et-Cavrac	10000025	11	1768	235	SVADEN	0		00:00 - 22:00	00:00 - 22:00		2021	0	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	13			
MultiPdlgon	Bessey	10000044	11	2544	100	La commune	0		00:00 - 06:30	01:00 - 06:00			0	2	2	1	1	1	1	3	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	1	18			
MultiPdlgon	Bugach	10000055	11	2682	238	SVADEN	0		22:00 - 22:00	22:00 - 22:00			1	2	3	2	0	0	0	1	3	1	0	1	4	1	0	0	0	0	0	13			
MultiPdlgon	Campagne-sur-Aude	10000053	11	537	181	SVADEN	0		01:00 - 23:00	01:00 - 23:00		2018	1	2	4	0	0	1	0	1	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9		
MultiPdlgon	Campoussy	66000034	66	1704	37	La commune	0		23:58 - 00	21:00 - 06:30			1	2	1	5	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
MultiPdlgon	Camps-sur-Agly	10000051	11	2535	55	SVADEN	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	0	1	0	1	0	1	3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	8		
MultiPdlgon	Caramy	66000038	66	1400	150	SVDM	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8		
MultiPdlgon	Cassagnas	66000041	66	1516	297	SVDM	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			4	3	3	4	0	1	0	1	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	22		
MultiPdlgon	Cassagnas	10000073	11	374	95	La commune	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			1	2	0	1	0	1	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19		
MultiPdlgon	Caudès-de-Fenouillet	66000045	66	3645	638	SVDEL	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	3	3	4	0	3	0	3	0	1	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	19		
MultiPdlgon	Coatré	10000103	11	677	1111	SVADEN	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00		2015	4	4	4	5	0	2	0	1	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	30		
MultiPdlgon	Coatzeussa	10000109	11	447	52	SVADEN	0		01:00 - 00:00	00:00 - 00:00		2018	3	0	0	1	0	1	0	1	3	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	17	
MultiPdlgon	Cubettes-sur-Cinoble	10000112	11	1448	98	MULL	0		00:00 - 06:00	00:00 - 00:00			0	2	0	0	0	2	0	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3		
MultiPdlgon	Cugugnan	10001013	11	1523	123	La commune	0		01:00 - 00:00	00:00 - 06:00		2018	0	1	2	0	0	0	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	19	
MultiPdlgon	Dennacoulette	10000119	11	775	41	La commune	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	2	0	0	1	0	1	3	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	13		
MultiPdlgon	Dubac-sous-Peyrep	10000123	11	2308	446	CSM	0		01:00 - 05:00	01:00 - 05:00			0	2	3	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	12	
MultiPdlgon	Dubac-Cabrières	10000124	11	2590	643	CSM	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			2	4	4	3	0	1	0	1	2	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	12	
MultiPdlgon	Embres-et-Castellan	10000125	11	3220	152	MULL	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00		2018	0	2	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	12	
MultiPdlgon	Espeyran	10000128	11	1562	970	SVADEN	0		01:00 - 23:00	01:00 - 23:00		2022	0	3	3	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	17	
MultiPdlgon	Estagel	66000070	66	2083	2038	SUE	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	4	5	6	0	3	0	3	0	1	3	0	0	1	0	3	0	0	0	0	2	28	
MultiPdlgon	Felhan	10000157	66	1001	70	La commune	0		01:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	2	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
MultiPdlgon	Felhan-Terrenès	66000072	11	661	117	La commune	0		00:00 - 23:00	00:00 - 23:00			0	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	12	
MultiPdlgon	Fenouillet	66000076	66	1976	83	MULL	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	0	2	0	1	0	1	3	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1	17	
MultiPdlgon	Fenouillet	10000162	11	2138	131	MULL	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	1	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15
MultiPdlgon	Fenouillet	66000082	66	443	40	La commune	0		01:00 - 00:00	00:00 - 00:00			1	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	
MultiPdlgon	Françes-Corbères	10000187	11	1910	220	MULL	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	3	3	4	0	1	0	1	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	19	
MultiPdlgon	Genodès	10000193	11	785	303	MULL	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	4	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19
MultiPdlgon	Grans	10000188	11	538	97	La commune	0		23:00 - 23:00	23:00 - 23:00		2022	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8	
MultiPdlgon	Grans	10000195	11	620	65	La commune	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	2	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	28
MultiPdlgon	Lagraze	10000196	11	1308	52	La commune	0		Automatique en fonction	Automatique en fonction			0	2	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	11	
MultiPdlgon	Lamat	10000197	11	915	50	SVADEN	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			1	2	1	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
MultiPdlgon	Lansac	66000080	66	507	49	MULL	0		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	1	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15
MultiPdlgon	Laroque	10000191	11	728	63	La commune	0		23:00 - 06:00	23:00 - 06:00			0	2	1	1	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	15
MultiPdlgon	Laroque-de-France	66000094	66	1354	109	MULL	1		00:00 - 00:00	00:00 - 00:00			0	3	3	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	23	
MultiPdlgon	Larzac																																		

Annexe 10 : Noms des communes du PNRCF en fonction de leur réponse à l'enquête sur la gestion de l'éclairage public.

Réponse au questionnaire	Réponse complète	Réponse partielle	Pas de réponse
Nom des communes	<p>Albas, Ansignan, Arques, Auriac, Axat, Belestà, Belviaine-et-Cavirac, Bugarach, Campagne-sur-Aude, Campoussy, Camps-sur-l'Agly, Caramany, Cassagnes, Cassaignes, Caudiès-de-Fenouillèdes, Coustaussa, Cubières-sur-Cinoble, Couiza, Cucugnan, Dernacueillette, Duilhac-sous-Peyrepertuse, Durban-Corbières, Espérasa, Estagel, Feilluns, Félines-Termes, Fosse, Granès, Lagrasse, Lairière, Lanet, Laroque-de-Fa, Latour-de-France, Le Vivier, Luc-sur-Aude, Massac, Maisons, Maury, Montfort-sur-Boulzane, Montgaillard, Montner, Mouthoumet, Opoul-Périllos, Padern, Palairac, Paziols, Pézilla-de-Conflent, Planèzes, Prats-de-Sournia, Prugnanes, Quillan, Rasiguères, Rennes-le-Château, Rennes-les-Bains, Saint-Arnac, Saint-Ferriol, Saint-Jean-de-Barrou, Saint-Julia-de-Bec, Saint-Martin-des-Puis, Saint-Pierre-des-Champs, Saint-Paul-de-Fenouillet, Salvezines, Soulatgé, Sournia, Talairan, Tautavel, Termes, Trilla, Tuchan, Valmigère, Veraza, Vignevieille, Villerouge-Termenès, Vingrau.</p>	<p>Bouisse, Fontjoncouse, Missègre, Quintillan, Rouffiac-des-Corbières, Saint-Just-et-le-Bézu, Saint-Martin-de-Fenouillet, Sougraigne, Villeneuve-des-Corbières.</p>	<p>Albières, Embres-et-Castelmaure, Fenouillet, Fraissé-des-Corbières, Ginoles, Lansac, Lesquerde, Montazels, Peyrolles, Puilaurens, Rabouillet, Saint-Louis-et-Parahou, Saint-Martin-Lys, Salza, Serres, Terroles</p>
Nombre total	74	9	16

Annexe 11 : Noms des communes du PNRCF en fonction de leur statut d'extinction.

Statut d'extinction	Eteint	Allumé	Pas d'information
Nom des communes	Albas, Ansignan, Auriac, Belviaine-et-Cavirac, Bouisse, Bugarach, Campagne-sur-Aude, Campoussy, Caramany, Cassaignes, Caudiès-de-Fenouillèdes, Coustaussa, Cubières-sur-Cinoble, Cucugnan, Davejean, Dernacueillette, Duilhac-sous-Peyrepertuse, Durban-Corbières, Espéraza, Feilluns, Félines-Termes, Fontjoncouse, Fosse, Ginoules, Granès, Lairière, Laroque-de-Fa, Luc-sur-Aude, Massac, Maisons, Missègre, Montazels, Montfort-sur-Boulzane, Montgaillard, Montner, Mouthoumet, Opoul-Périllos, Padern, Palairac, Prats-de-Sournia, Prugnanes, Quillan, Rabouillet, Rennes-les-Bains, Rouffiac-des-Corbières, Saint-Arnac, Saint-Ferriol, Saint-Jean-de-Barrou, Saint-Julia-de-Bec, Saint-Just-et-le-Bézu, Saint-Louis-et-Parahou, Saint-Martin-des-Puis, Saint-Pierre-des-Champs, Salvezines, Salza, Sougraigne, Sournia, Talairan, Tautavel, Termes, Veraza, Vignevieille, Villerouge-Termenès, Vingrau, Vira.	Albières, Arques, Axat, Belesta, Camps-sur-l'Agly, Cassagnes, Couiza, Estagel, Fenouillet, Lagrasse, Lanet, Lansac, Latour-de-France, Lesquerde, Le Vivier, Maury, Paziols, Pézilla-de-Conflent, Planèzes, Puilaurens, Quintillan, Rasiguères, Rennes-le-Château, Saint-Martin-de-Fenouillet, Saint-Paul-de-Fenouillet, Soulatgé, Trilla, Tuchan, Valmigère, Villeneuve-des-Corbières.	Cascastel-des-Corbières, Embres-et-Castelmaure, Fourtou, Fraissé-des-Corbières, Gincla, Montjoi, Peyrolles, Saint-Martin-Lys, Serres, Terroles, Trévillach.

Nom : Commune en réflexion

Nom : Commune hors PNRCF

Annexe 12 : Espèces patrimoniales de chiroptères (encadré rouge) présentes sur le territoire du PNRCF (source Charte du Parc).

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut de protection			
		N2000	Protection Nationale	ZNIEFF	Liste rouge
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers	DH-II-IV	Art. 2	x	VU
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe	DH-II-IV	Art. 2	x	LC
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand Rhinolophe	DH-II-IV	Art. 2	x	NT
<i>Myotis blythii</i>	Petit murin	DH-II-IV	Art. 2	x	NT
<i>Myotis myotis</i>	Grand murin	DH-II-IV	Art. 2	x	LC
<i>Myotis capaccinii</i>	Murin de Capaccini	DH-II-IV	Art. 2	x	VU
<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe Euryale	DH-II-IV	Art. 2	x	NT
<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	DH-II-IV	Art. 2	x	LC
<i>Felis silvestris</i>	Chat sauvage, forestier	DH-IV	Art. 2	x	LC
<i>Mustela putorius</i>	Putois d'Europe	DH-V	-	-	LC
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Lapin de garenne	-	-	-	NT
<i>Genetta genetta</i>	Genette commune	DH-V	Art. 2	-	LC
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande Noctule	DH-IV	Art. 2	x	VU
<i>Suncus etruscus</i>	Pachyure étrusque	-	-	-	LC

LC : Préoccupation mineure

VU : Vulnérable

NT : Quasi menacée

Annexe 13 : Compte rendu du diagnostic de l'éclairage public de la commune d'Espéraza, réalisé par la SYADEN en 2022.

MISSION ACCOMPAGNEMENT ECLAIRAGE PUBLIC

DIAGNOSTIC ÉCLAIRAGE PUBLIC PERSONNALISÉ

Commune d'Espéraza Session 2022

Date d'envoi du rapport : Juillet 2022



<p><u>SYADEN (Syndicat Audois d'Energies et du Numérique)</u> <i>Maître d'ouvrage</i></p> <p>Contact : Laurent Bertelli Tel : 04-68-11-59-58 Courriel : laurent.bertelli@syaden.fr Fax : 09-70-62-99-66</p>	<p><u>INERGIE ADAPT</u> <i>Réalisateur de la mission</i></p> <p>Contact : Jean-Pierre Cardia Tel : 04-73-14-34-00 Courriel : inergieadapt@inergieadapt.com Fax : 04-73-14-34-09 Web : www.inergieadapt.com</p>
--	---

DOCUMENTS DE RENDU

NOM DU FICHIER	DESIGNATIONS	FORMAT
FICHIERS INVENTAIRES		
Armoires	Infos armoires	Excel
Luminaires	Infos luminaires	Excel
Départs	Infos Départs	Excel
Compteurs	Infos Compteurs	Excel
Base donnée SIG	Armoires, câbles, départs, points lumineux	Shape
DOCUMENTS TECHNIQUES		
Rapport de synthèse	Rapport technique	Pdf
Présentation	Support de réunion de rendu	Pdf
Fiches armoires	Synthèse info armoire	Pdf
Relevés photométriques	Relevés ponctuels si il y a lieu	Pdf
CARTOGRAPHIES		
Fichier interactif	Inventaire, cartes thématiques et relevés photométriques	kmz
Plan général du réseau EP	Plan format A0	Pdf
Carte par armoire	Plans format A3	Pdf
Cartes thématiques	Préconisations et urgences	Pdf
SUPPORT DE RENDU		
Informatique	Dvd ou CD ROM en fonction de la taille des documents	Divers
Papier	Rapport technique et présentation de rendu	Papier A4

TABLE DES MATIERES

DOCUMENTS DE RENDU	1
PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	4
A. COMPRENDRE EP	5
QU'EST CE QU'UN ECLAIRAGE JUSTE	6
LA VISION EN ECLAIRAGE PUBLIC	7
LES GRANDEURS FONDAMENTALES	8
LES UNITES DES PROJETS D'ECLAIRAGE PUBLICS.....	9
B. ETAT DES LIEUX.....	10
LE NIVEAU D'EQUIPEMENT	11
L'ENERGIE	12
DETAILS DES ELEMENTS ENERGETIQUES ANALYSES	13
ANALYSE DE L'ÉTAT DES CONDENSATEURS COS PHI *	14
SYSTÈME D'ALLUMAGE ET GESTION DU FONCTIONNEMENT DE L'EP.....	15
CONFORMITE ET SECURITE DES INSTALLATIONS	16
LA MAINTENANCE.....	19
ANALYSE DU BESOIN D'ECLAIRAGE	20
ANALYSE DES INSTALLATIONS.....	22
RELEVES PHOTOMETRIQUES.....	25
ACTIONS A ENVISAGER	31
REPARTITION DES NIVEAUX D'URGENCE PAR THEME D'INTERVENTION	33
C. CONCLUSIONS.....	35
CONCLUSIONS GENERALES DU DIAGNOSTIC	38
D. REMERCIEMENTS	39
E. ANNEXES.....	40
LES PRINCIPALES NORMES ET GUIDES POUR L'ECLAIRAGE PUBLIC	41
LES INDICES COLORIMETRIQUES.....	43
LES GRANDEURS ENERGETIQUES.....	44
LES GRANDEURS MECANIQUES	45
LES SOURCES LUMINEUSES	46
LES LUMINAIRES.....	48
LES NUISANCES LUMINEUSES	53
PRINCIPE D'ALLUMAGE CELLULE HORLOGE ASTRO	54
PRINCIPAUX AXES DE LA NF C 17-200:.....	55
MAINTENANCE DES INSTALLATIONS.....	57
GLOSSAIRE	59
EXEMPLE DE LANTERNES VISIBLES SUR LA COMMUNE :	60

De l'étude aux travaux, le SYADEN vous accompagne durant toutes vos étapes.

Phase	Objet
Diagnostic EP	Réalisation du diagnostic éclairage public
Accompagnement dans la planification des travaux	Après rendu du diagnostic éclairage public, le SYADEN vous accompagne dans la planification de vos différentes tranches de travaux
Analyse de votre projet de travaux	Le Syndicat vous accompagne pour cadrer votre opération de travaux d'éclairage public
Recommandations techniques sur devis	Suite à la consultation par la collectivité des entreprises de travaux, le SYADEN émet des retours techniques sur les devis
Demande de subvention	Le SYADEN subventionne les travaux sur programmation annuelle. L'ensemble des demandes de subventions

Présentation de la mission de diagnostic éclairage public du SYADEN

L'éclairage public représente des enjeux environnementaux et financiers forts pour les collectivités audoises. Tandis que **l'éclairage public pèse entre 30% et 50% des consommations énergétiques de ces collectivités**, le **coût de la facture d'énergie de l'éclairage public audois est 2 fois supérieur à celui de la moyenne nationale** (environ 15 euros/an/habitant dans l'Aude contre 7,1 euros/an/habitant en France).

De ce constat, il est nécessaire de vous apporter une connaissance exacte de votre parc d'éclairage public ainsi que de son état. Ce rapport vous guidera dans le choix de vos programmations futures pour la modernisation et la rénovation de vos équipements d'éclairage public, afin d'assurer la sécurité des usagers, des différents intervenants et de vous aider à mieux maîtriser vos consommations.

De plus, la réforme « DT-DICT » (décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011) porte obligation à toutes collectivités de cartographier ses nouveaux réseaux sensibles et de les rendre disponibles à toute entreprise s'appêtant à réaliser des travaux sur son périmètre. L'entreprise prestataire, au cours de ses relevés, réalisera le géo-référencement de vos ouvrages souterrains.

L'objectif de ces campagnes de diagnostic est d'uniformiser les pratiques sur le territoire, de mutualiser les coûts et de travailler en collaboration avec les autres structures qui développent des SIG au niveau du territoire.



LE NIVEAU D'ÉQUIPEMENT

Nombre d'habitant	1 729
Km de voirie éclairée	17,4 km
Nombre de commande Éclairage public	20 armoires
Nombre de foyers lumineux	648
Nombre de points lumineux	629
Mode de maintenance	Maintenance Curative

RATIO QUANTITATIF

Nombre d'habitants par foyer lumineux				
National	Rural	Urbain	Métropole	Touristique
8	2 à 5	4 à 7	10 à 12	1 à 4
-	2,6	-	-	-

RATIOS GEOMETRIQUES

Espacement moyen entre luminaires : 27,6 m

Hauteur moyenne de feux : 6,1 m

Rapport espacement/hauteur $e/h = 4,5$

Nombre moyen de luminaires par armoire de commande : 32,4

RATIOS ENERGETIQUES

Puissance active moyenne par armoire de commande : 2,9 kW

Puissance moyenne par point lumineux : 85 W

(Moyenne nationale 130 W / Nouveaux projets de 20 W à 70 W)

La commune bénéficie d'un éclairage public cohérent pour une commune rurale.

L'analyse de la puissance moyenne par point lumineux (85 W) montre qu'elle est en dessous de la moyenne nationale mais des travaux sont à prévoir. Le remplacement des lanternes vétustes par des lanternes efficaces va permettre d'améliorer cette moyenne.

Le rapport e/h moyen est bon. Lors des rénovations, il faudra être vigilant aux implantations des points lumineux afin d'éviter ces problèmes d'uniformité.

L'ÉNERGIE
ÉVOLUTION DES PARAMÈTRES ÉNERGETIQUES

Armoires	2019			2020			2021		
	Conso kwh	Coût total TTC	Prix moyen kw/h TTC	Conso kwh	Coût total TTC	Prix moyen kw/h TTC	Conso kwh	Coût total TTC	Prix moyen kw/h TTC
EP ROUTE DE CARCASSONNE	6002	866	0,144	6521	1 027	0,158	4126	775	0,188
EP STADE	10347	1 633	0,158	11450	1 837	0,160	9939	1 498	0,151
EP MAISON DE RETRAITE	5325	975	0,183	6083	990	0,163	4560	890	0,195
EP FONTAZETTE	10784	1 893	0,176	10917	2 260	0,207	9110	1 554	0,171
EP CIMETIERE	19163	2 665	0,139	-28364	-1 421	0,050	6275	5 083	0,810
EP LE FABY	5462	1 274	0,233	9257	1 633	0,176	9644	1 539	0,160
EP PASTEUR	7776	1 353	0,174	9763	1 462	0,150	7510	1 211	0,161
EP D'Espagne	10877	1 917	0,176	8755	1 743	0,199	5576	1 087	0,195
EP COOP	20550	3 508	0,171	19101	4 008	0,210	12988	2 432	0,187
EP LA PLACE	18798	3 499	0,186	21223	4 060	0,191	16343	2 813	0,172
EP ECOLE	15382	2 535	0,165	16800	2 961	0,176	14412	2 394	0,166
EP PAILHERE	PAS DE FACTURE			PAS DE FACTURE			PAS DE FACTURE		
EP LA SALLE	17166	2 526	0,147	-651	770	-1,183	7833	1 340	0,171
EP LA ROQUETTE	369	116	0,316	206	121	0,586	222	105	0,475
EP LA GRAVE	6519	1 242	0,191	8029	1 433	0,178	6085	1 019	0,168
EP PAILHAIRES	1638	377	0,230	2405	559	0,233	2075	425	0,205
EP CITE SARRAULT	2808	1 264	0,450	8215	1 908	0,232	11038	1 941	0,176
EP ESPEZEL	3017	656	0,217	4666	981	0,210	3847	716	0,186
EP LE PAL	7379	1 599	0,217	11777	2 422	0,206	9281	1 656	0,179
EP FOIRAIL	9250	1 592	0,172	9472	1 881	0,199	7298	1 253	0,172
TOTAL	178 612	31 491	0,176	135 625	29 608	0,218	148 162	29 733	0,201
Évolution n/n-1	-	-	-	-24,1%	-6,0%	23,8%	9,2%	0,4%	-8,1%

Commentaire :

Nous constatons une légère augmentation de la consommation en 2021 (9,2%) après une forte diminution en 2020 (-24,1%).

Puissance souscrite : 85,2 kVA

Coût annuel de l'énergie pour l'EP : 29 733 €

(Moyenne nationale 38% de la facture d'électricité)

Coût annuel de l'énergie total : Inconnu

ESPERAZA

Coût moyen de la consommation par habitant : 17,2 €

Coût moyen du kWh 2021: 0,201€ TTC

Equivalent CO2 par an : 17,6 T soit 10,2 kg/an/habitant (119gr par kWh consommé)

Cos φ moyen : 0,86

DETAILS DES ELEMENTS ENERGETIQUES ANALYSES

Analyse des abonnements

Armoire	Puissance mesurée (en kW)	Puissance souscrite	*Delta
EP ROUTE DE CARCASSONNE	2,0	2	0,0
EP STADE	3,9	4,3	0,4
EP MAISON DE RETRAITE	2,0	2,8	0,8
EP FONTAZETTE	3,7	4,9	1,2
EP CIMETIERE	3,2	4,8	1,6
EP LE FABY	3,0	4,8	1,8
EP PASTEUR	2,7	3,7	1,0
EP D'Espagne	2,5	4,2	1,7
EP COOP	3,1	9,3	6,2
EP LA PLACE	6,6	9	2,4
EP ECOLE	5,9	7,3	1,4
EP PAILHERE	0,2	0	-0,2
EP LA SALLE	2,9	4,7	1,8
EP LA ROQUETTE	0,2	0,4	0,2
EP LA GRAVE	2,2	3,4	1,2
EP PAILHAIRES	0,9	1,5	0,6
EP CITE SARRAULT	4,3	6,3	2,0
EP ESPEZEL	1,2	2,4	1,2
EP LE PAL	3,9	5,6	1,7
EP FOIRAIL	2,8	3,8	1,0
TOTAL	57,2	85,2	28,0

* En **favor** et en **défavor** de la commune

18 armoires sur les 20 ont une puissance souscrite supérieure à la puissance réelle. Un réajustement est possible en prenant contact avec EDF. (Economie possible de 2 167 euros par an).

La puissance souscrite doit être la plus proche de la puissance mesurée. En effet, si la puissance souscrite est nettement supérieure à celle mesurée cela entraîne inévitablement une surfacturation de l'abonnement électrique.

ANALYSE DE L'ÉTAT DES CONDENSATEURS COS PHI *

Armoire	Cos Phi
EP ROUTE DE CARCASSONNE	0,85
EP STADE	0,69
EP MAISON DE RETRAITE	0,83
EP FONTAZETTE	0,91
EP CIMETIERE	0,88
EP LE FABY	0,90
EP PASTEUR	0,89
EP D'Espagne	0,81
EP COOP	0,83
EP LA PLACE	0,82
EP ECOLE	0,85
EP PAILHERE	0,88
EP LA SALLE	0,96
EP LA ROQUETTE	0,89
EP LA GRAVE	0,75
EP PAILHAIRES	0,94
EP CITE SARRAULT	0,88
EP ESPEZEL	0,91
EP LE PAL	0,92
EP FOIRAIL	0,86

La mesure du cos ϕ global (0,86) est bonne. La réglementation demande 0,9 mais reste acceptable jusqu'à 0,7. La valeur mesurée reflète un bon état des condensateurs présents dans les appareillages des luminaires.

Le suivi de ces paramètres doit être intégré à la visite annuelle des installations en particulier celle des armoires de commande (mesures) pour une bonne maintenance de la performance de l'éclairage public et la sécurité électrique des installations.

* Définition dans le glossaire

SYSTÈME D'ALLUMAGE ET GESTION DU FONCTIONNEMENT DE L'EP

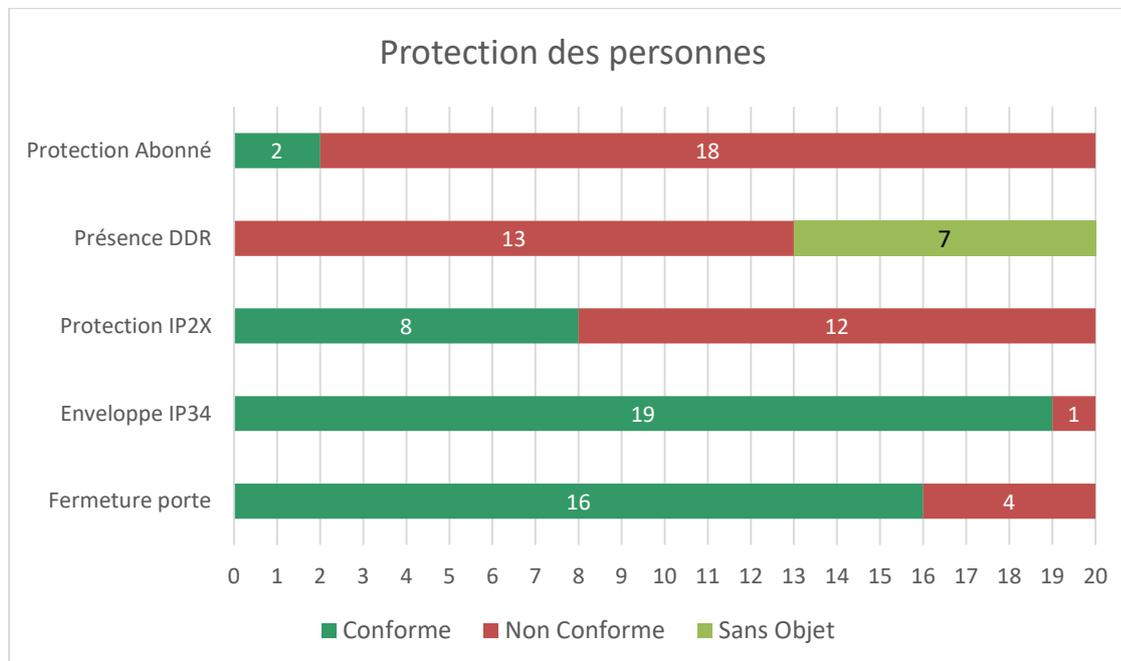
Répartition des types de commandes des armoires :

Type de commande	Nombre
Horloge Astronomique	20
Cellule / Lumandar	0
GLOBAL	20

Le temps d'allumage optimisé théorique de l'éclairage est de 1 910 heures annuelles en mode semi-permanent puisque la commune coupe ses installations la nuit de minuit à 6h.

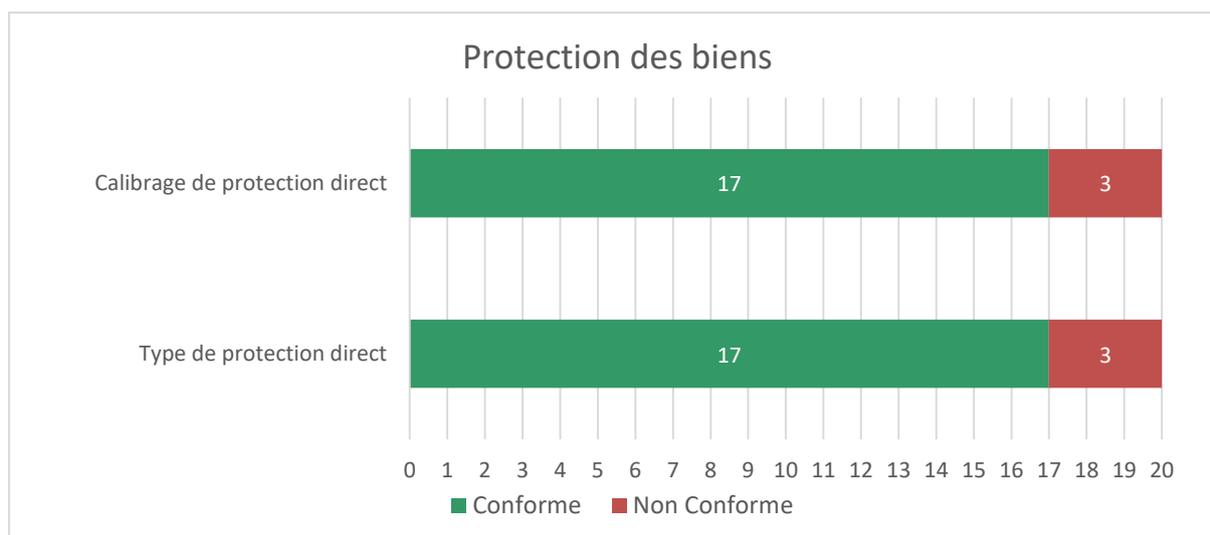
CONFORMITE ET SECURITE DES INSTALLATIONS

Protection de personnes¹ :



De nombreuses non-conformités concernant la protection des personnes sont constatées comme par exemple de différentiel ou la protection abonnée sur la majorité des armoires.

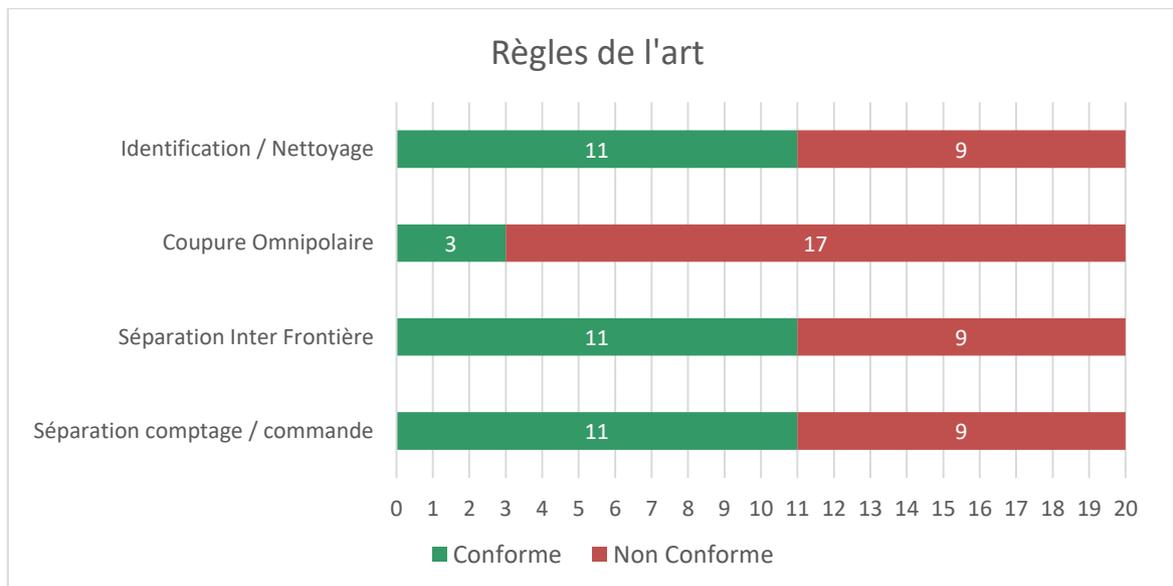
Protection de biens :



Les protections de biens majoritairement sont conformes. Seules trois installations sont non conformes.

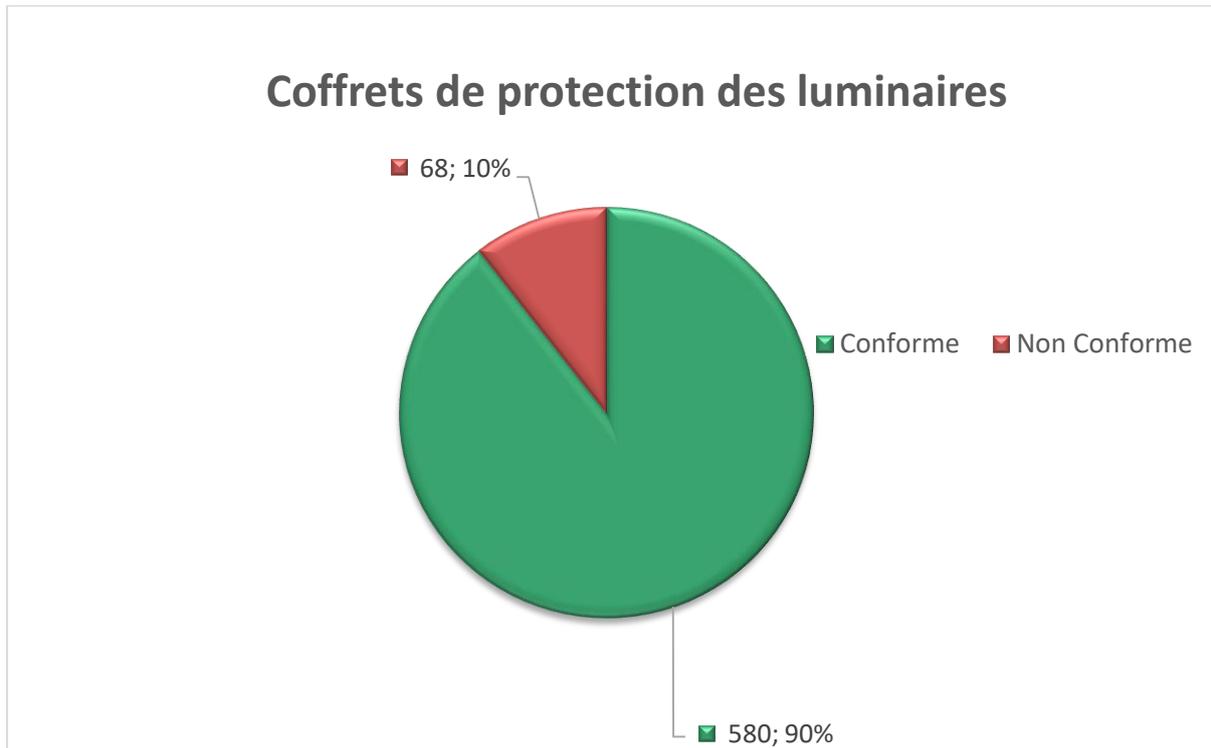
¹ Définition des termes en annexe « Les grandeurs mécaniques » et dans le glossaire

Règles de l'art :

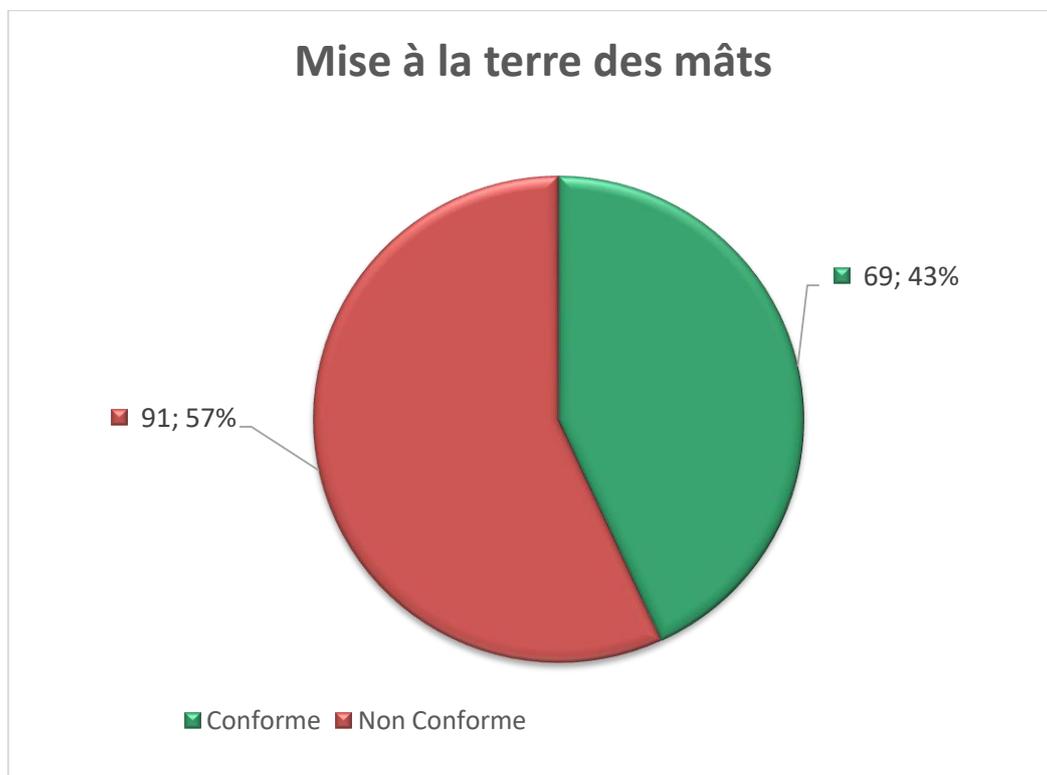


Les 20 armoires de la commune sont non-conformes et nécessitent une rénovation totale ou partielle.

(Le détail du chiffrage se trouve dans la partie préconisation)



68 luminaires ne sont pas équipés de coffret de protection.



91 candélabres de la commune (57%) ne sont pas raccordés à la terre.

LA MAINTENANCE

Aujourd'hui la maintenance réalisée est de type curative.

Éclairer juste implique de pérenniser cette performance par la mise en place d'une maintenance préventive accompagnant la maintenance curative indispensable. L'expérience montre que lorsqu'une bonne maintenance préventive est effectuée la maintenance curative d'urgence diminue et le niveau de service des installations se pérennise.

Pour ce faire chaque commune doit faire selon ses moyens financiers et humains et le type et l'importance du parc de matériel dont elle dispose.

Dans tous les cas la réflexion doit explorer à minima les axes suivants :

Armoire et réseaux :

Visite annuelle des armoires de commande avec vérification de la fermeture sécurisée des enveloppes, des protections électriques, de l'état des conducteurs, nettoyage des intérieurs d'armoires, présence et mise à jour des schémas électriques et identification.

Energie :

Mesurage annuel des données électriques avec ajustement des factures.

Point lumineux (luminaires et supports) :

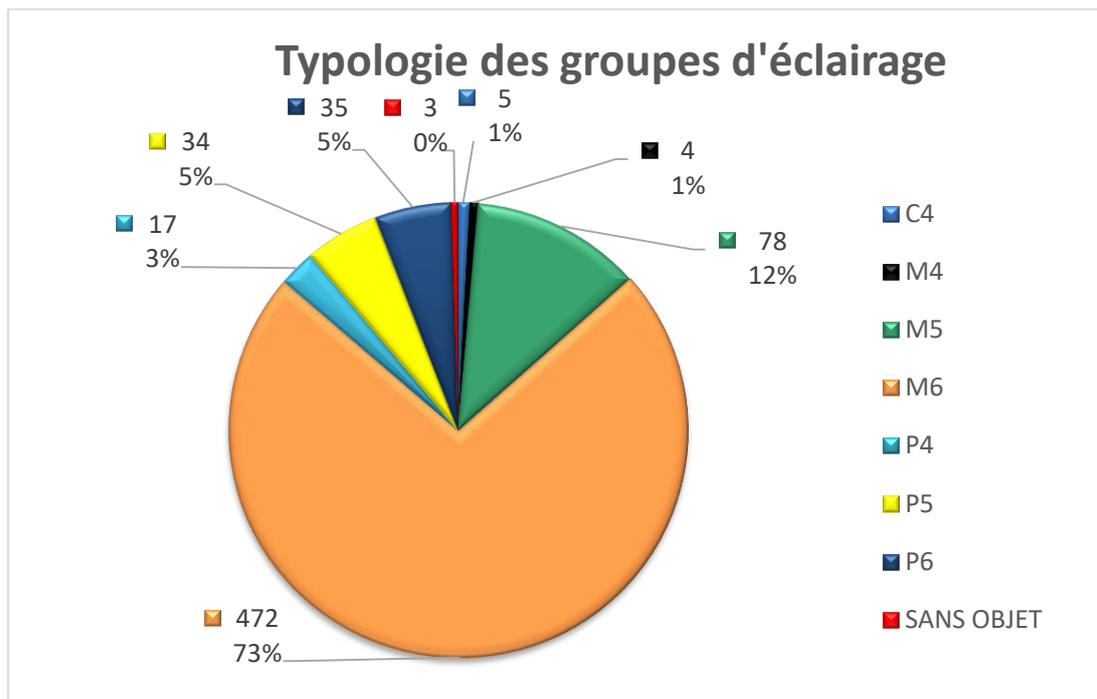
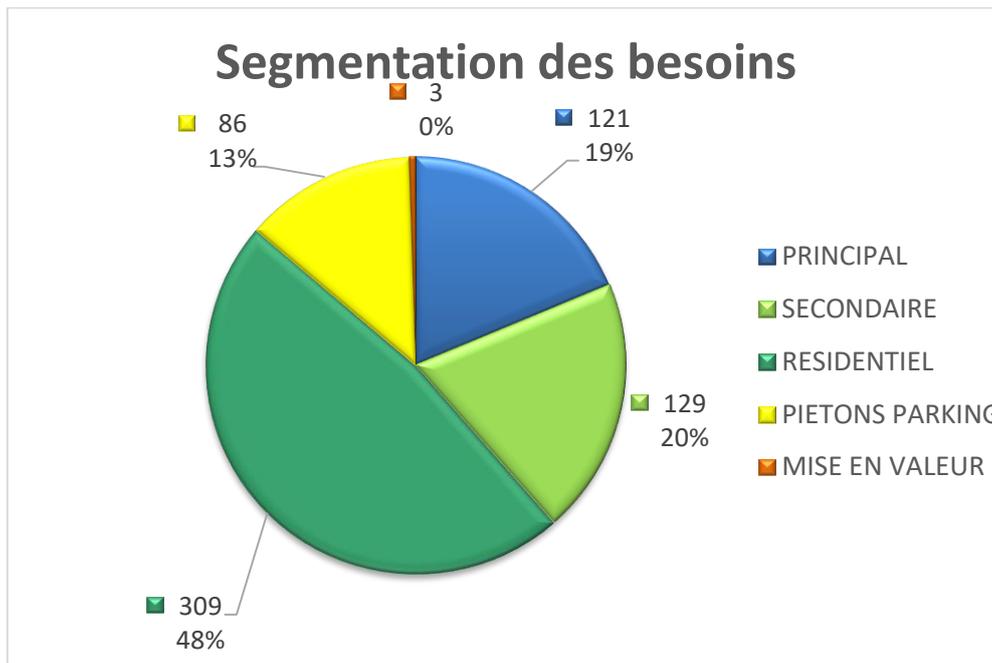
Tournée annuelle de vérification de l'évolution du parc de matériel.

Remplacement systématique à 4 ans des sources efficaces (SHP, COSMO)

ANALYSE DU BESOIN D'ÉCLAIRAGE

Il est important pour éclairer juste de connaître quel est le réel besoin pour chaque espace éclairé. Pour cela nous avons réalisé avec la commune (réunion des usages) une segmentation de l'utilisation des voiries éclairées et nous avons traduit ces besoins en exigences normatives EN13201.

Voici nos conclusions, le détail par point lumineux figure dans le fichier lumineux du diagnostic ainsi que sur une carte thématique en PDF et KMZ (Google Earth).

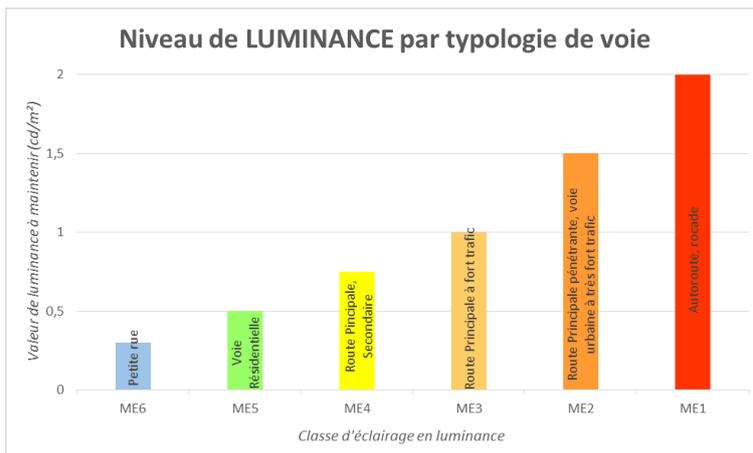


Commentaire :

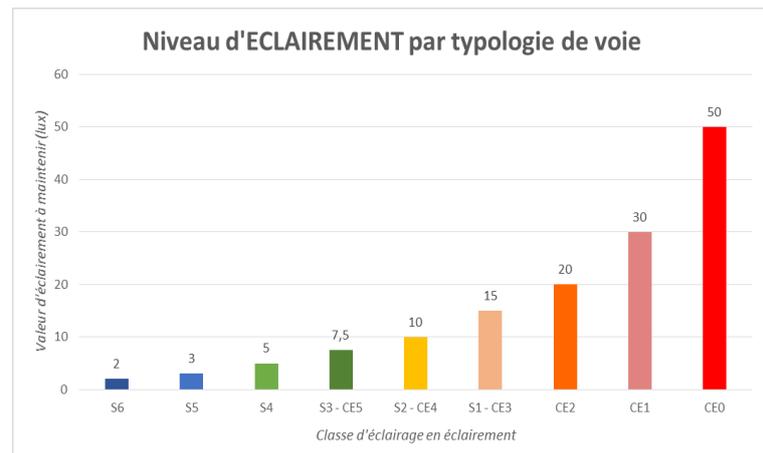
Le besoin de la commune est à 48% en besoin résidentiel.

Ces besoins sont à rapprocher de *la typologie des luminaires* (fonctionnel-ambiance-projecteur) dont les analyses figurent dans les paragraphes suivants de ce chapitre.

Traduction de la norme :



ME : Eclairage fonctionnel



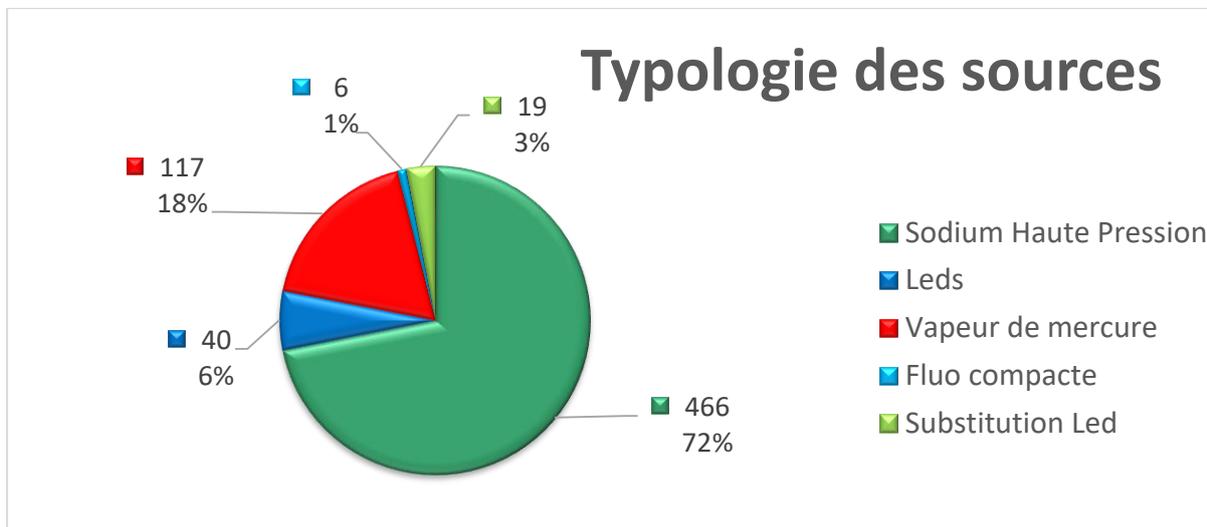
CE : Eclairage d'ambiance, centre urbain, semi piéton, parking.

S : Eclairage parking, trottoirs, zone piétonne...

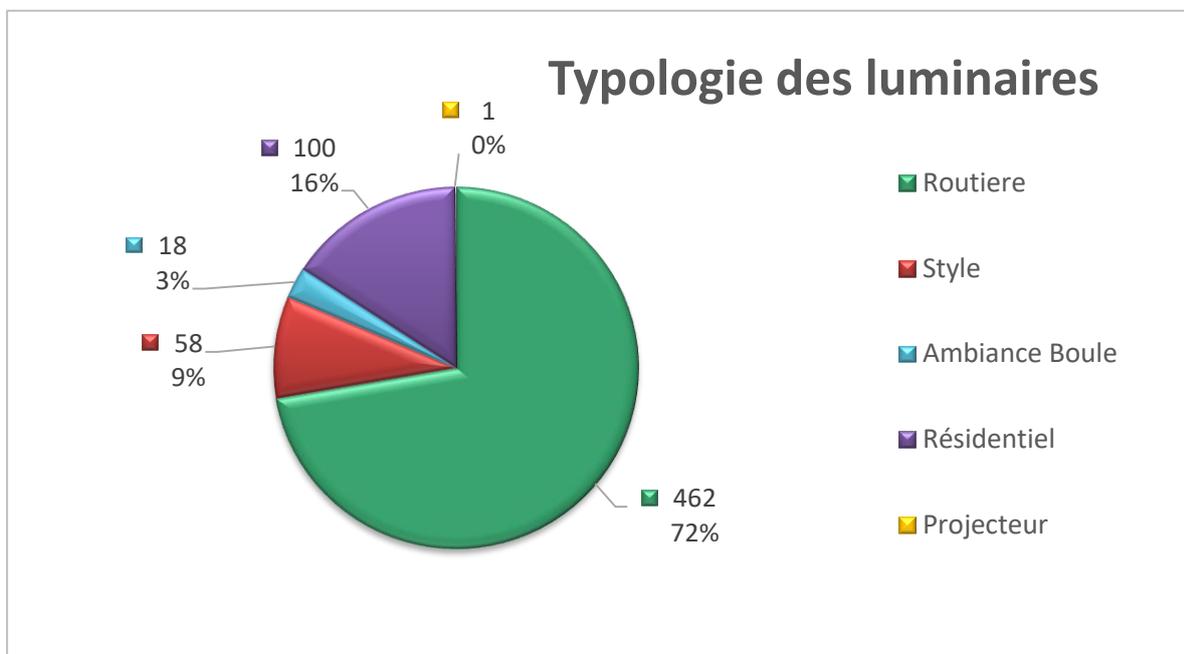
Equivalence pour revêtement moyen									
Luminance (cd/m ²)			0,3	0,5	0,75	1	1,5	2	3
Eclairage (lux)	2	3	5	7,5	10	15	20	30	50

ANALYSE DES INSTALLATIONS

TYPOLOGIE DES POINTS LUMINEUX² :



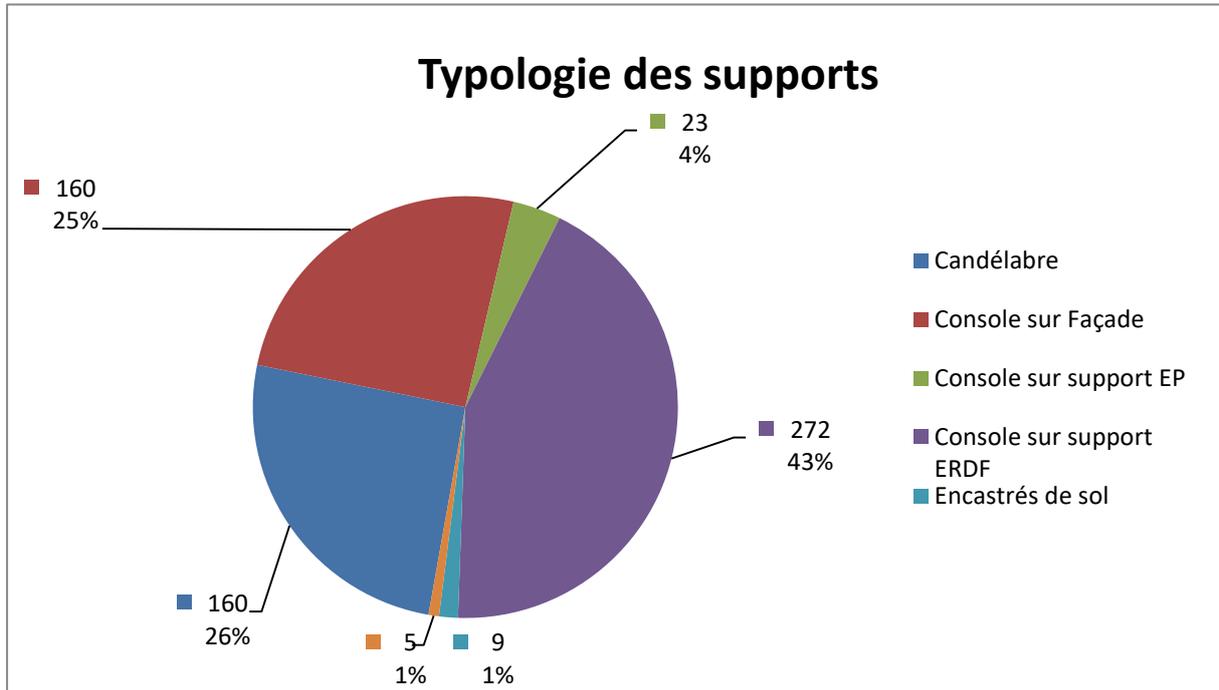
ATTENTION : Encore 96 sources vapeur de mercure qu'il sera bon d'éliminer au plus vite. Ce type de source est à la fois inefficace et énergivore. De plus la directive EUP d'élimination des sources énergivores du marché interdit la commercialisation de ces sources depuis Avril 2015.



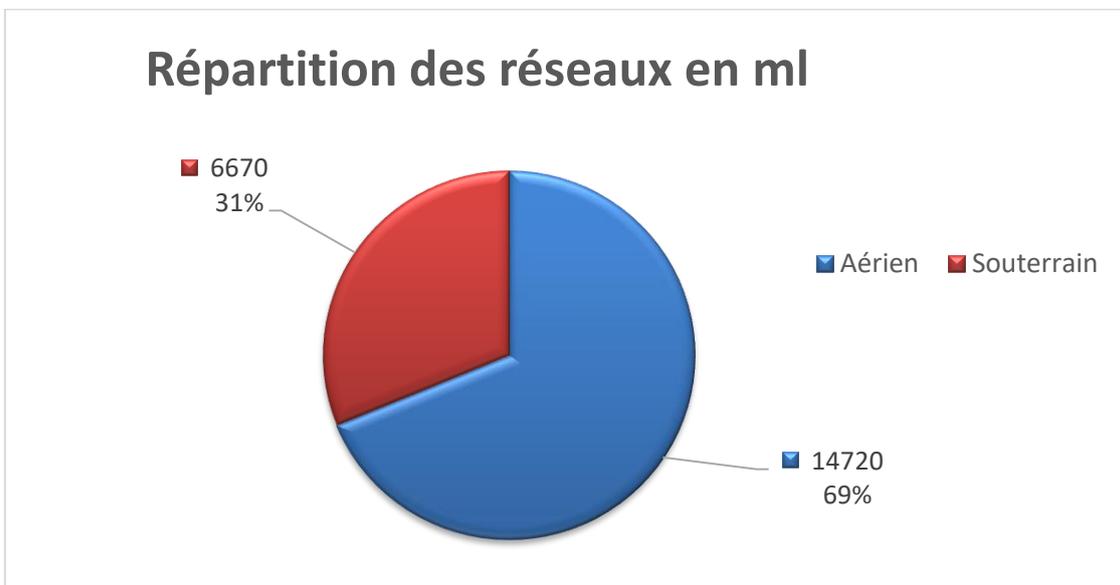
72% des lanternes de la commune sont des lanternes de type fonctionnel dédiée à de l'éclairage routier.

² Voir section Luminaire en annexe

TPOLOGIE DES SUPPORTS :



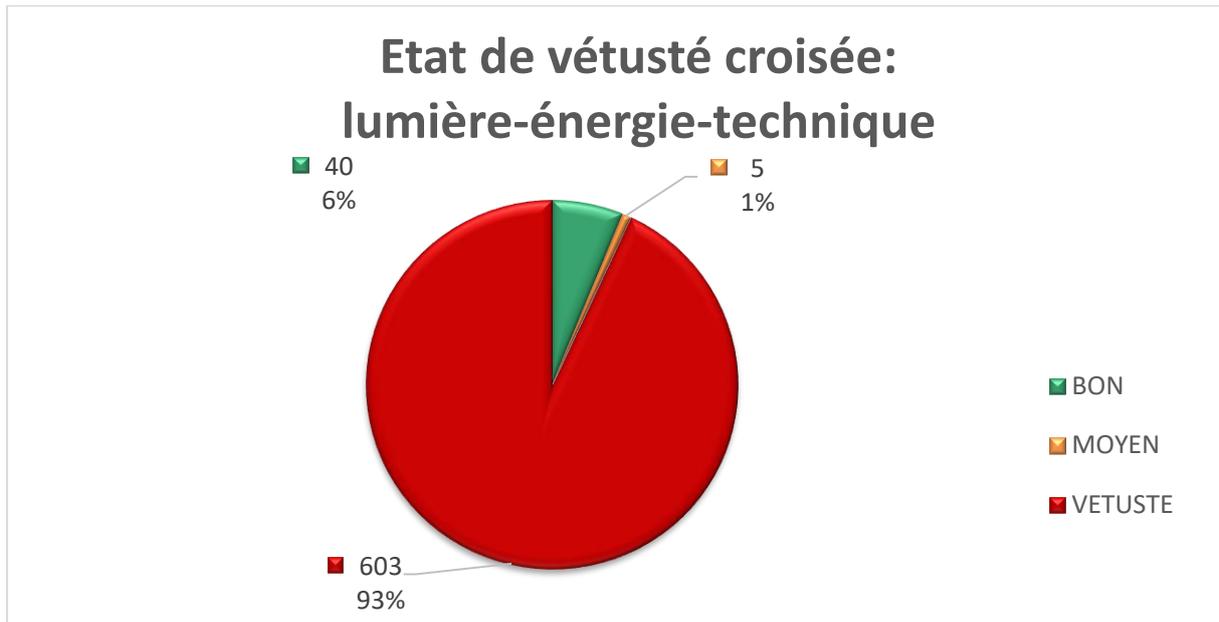
TPOLOGIE DES RESEAUX D'ALIMENTATION :



31% du réseau de la commune est en souterrain.

Il a été géoréférencé en CLASSE A.

ETAT DE VETUSTE DES INSTALLATIONS



93% des luminaires sont vétustes et requièrent une rénovation complète.

RELEVES PHOTOMETRIQUES

Objectif des contrôles photométriques

L'état photométrique sert à :

- ◆ Évaluer la conformité de réponse au besoin EN13201 et la qualité du service rendu (TI)
- ◆ Affiner l'état de vétusté photométrique des luminaires
- ◆ Affiner la faisabilité technique de variation de puissance et mieux en maîtriser les possibilités d'économie (optimisation des niveaux de lumière)

La procédure de mesures respecte les dispositions du cahier des clauses techniques particulières, les recommandations des normes EN 13-201-1 à 4 et les recommandations de l'Association Française de l'Éclairage. (A.F.E.).

Procédés de mesures photométriques embarquées

Cette prestation comprend la préparation, le relevé terrain nocturne le traitement. En plus d'être conforme au CCTP nous établissons une cartographie sous SIG (QGIS, ARGIS) et nous l'intégrons à la base SIG communale rendue. Cette possibilité permet à la commune de bénéficier d'un outil de décision complémentaire et aussi de répondre précisément aux questions des usagers. Une mise à jour de cette carte après rénovation est un bon outil de communication des résultats obtenus grâce aux investissements.

Les mesures seront réalisées en période nocturne, après cent heures de fonctionnement de l'installation d'éclairage public.



ANALYSE PHOTOMETRIQUE DES RELEVÉS

L'analyse des relevés s'effectue à l'aide d'une carte qui permet de comparer le niveau moyen mesuré aux exigences normatives EN13201 issues du classement des voiries que l'on retrouve dans le fichier luminaires.

La classification EN 13201 vise à la mise en place d'un « éclairage juste », performant et adapté au besoin de l'utilisateur. Pour cela elle prend en compte le type d'utilisateur circulant dans l'espace à classer (Véhicules motorisés, cyclistes et piétons), la vitesse de circulation (prise en compte des limitations en place), des conflits pouvant exister (voies semi piétonnes par exemple) et enfin l'environnement lumineux autre que l'éclairage lui-même (enseignes, bâtiments,...). Ce dernier point vise notamment à limiter les contrastes de luminances qui perturbent la vision nocturne des usagers.

Quatre catégories de résultats sont identifiées et matérialisées sur la carte :

ZONES NON ECLAIREES Les luminaires sont trop espacés ou trop vétustes pour répartir suffisamment la lumière sur l'espace éclairé ou la hauteur de feux est inadaptée à la configuration de la voirie.

ZONES SOUS ECLAIREES Le niveau est très inférieur aux exigences. Cela peut être dû à des luminaires vétustes ou sous dimensionnés.

ZONES CONFORMES La norme fixe une valeur cible appelée classe d'éclairage (ex M5 ou ME5). La norme n'étant pas d'application obligatoire mais volontaire nous considérons que l'éclairage est conforme dès l'instant où il se situe dans une fourchette inférieure et supérieure d'une classe d'éclairage.

*Exemple : classe exigée M5 l'éclairage est conforme s'il se situe entre M4 et M6.
 $M6 < \text{relevés} < M4$*

ZONES SUR ECLAIREES Les valeurs sont considérées comme très élevées s'il y a plus d'une classe d'écart avec la valeur cible.

Exemple : classe exigée M5, relevés correspondant à M3= sur éclairage

ESPERAZA

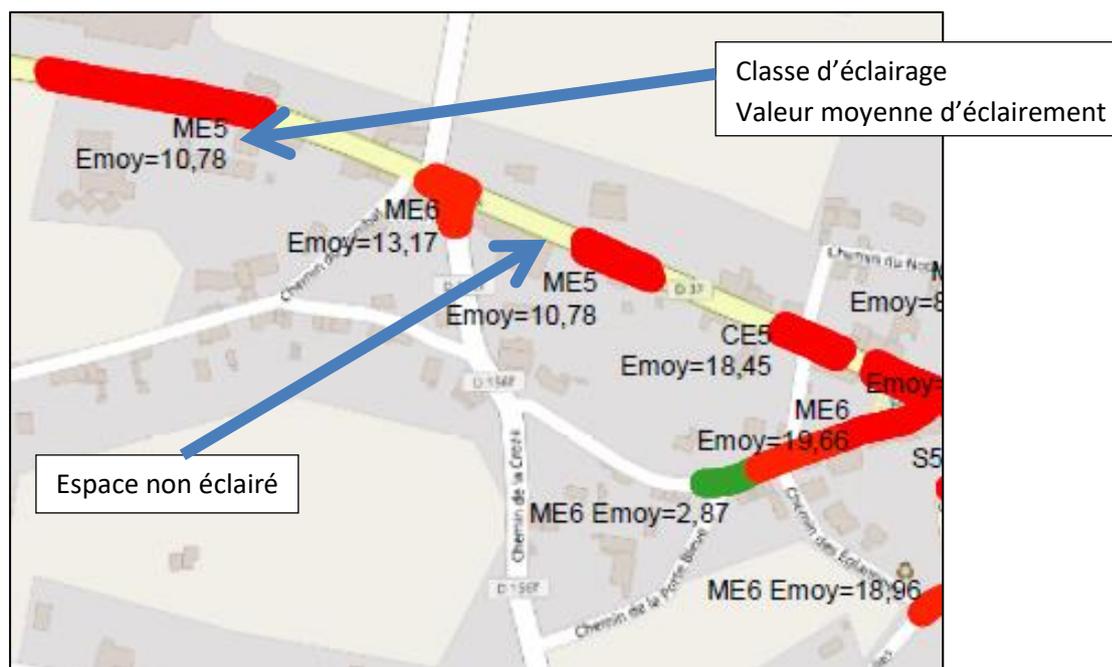
ME		
	Couleur	Borne
M1		de 0 cd/m ² à 1,5 cd/m ²
		de 1,5 cd/m ² à 3 c
		plus de 3 cd/m ²
M2		de 0 cd/m ² à 1 cd/m ²
		de 1 cd/m ² à 2 cd/m ²
		plus de 2 cd/m ²
M3		de 0 cd/m ² à 0,75 cd/m ²
		de 0,75 cd/m ² à 1,5 cd/m ²
		plus de 1,5 cd/m ²
M4		de 0 cd/m ² à 0,5 cd/m ²
		de 0,5 cd/m ² à 1 cd/m ²
		plus de 1 cd/m ²
M5		de 0 cd/m ² à 0,3 cd/m ²
		de 0,3 cd/m ² à 0,75 cd/m ²
		plus de 0,75 cd/m ²
M6		de 0 cd/m ² à 0,1 cd/m ²
		de 0,1 cd/m ² à 0,5 cd/m ²
		plus de 0,5 cd/m ²

Tableau d'équivalence des valeurs moyenne luminances et éclairagements (revêtement moyen R3)

Classe d'éclairage	Luminance moyenne cd/m2	Eclairage Moyen lux
M1	2	35
M2	1.5	20
M3	1	15
M4	0.75	10
M5	0.5	7,5
M6	0.3	4

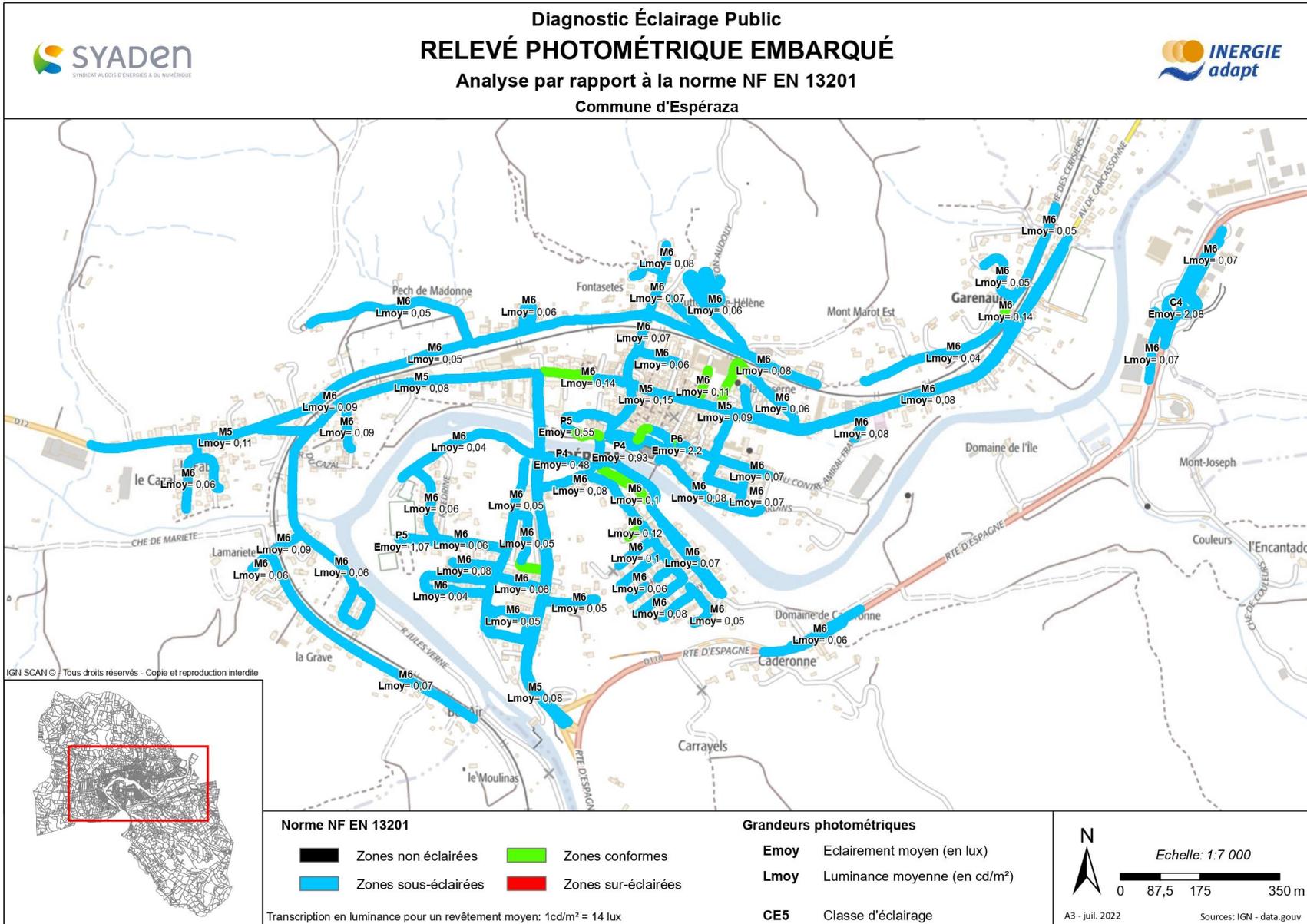
La valeur moyenne d'éclairage mesurée ainsi que la classe d'éclairage de la section mesurée figure sur la carte des relevés.

Exemple de carte



Légende

- Trous noirs
- Inférieur à la norme
- Conforme à la norme
- Sur éclairage





PRECONISATION



ACTIONS A ENVISAGER

Les actions sont réparties suivant 4 thèmes et 4 niveaux d'urgences

Thème 1 :

Investissements indispensables liés à la mise en conformité et à la sécurité des personnes

Thème 2 :

Optimisation des abonnements souscrits suite aux mesures effectuées

Thème 3 :

Remplacement des luminaires vétustes, relamping (ampoule + appareillage) si les luminaires sont en état « Bon », « Moyen »

Thème 4 :

Proposition d'amélioration du parc et optimisation de la maintenance (entretien régulier des luminaires, politique de remplacement préventif)

URGENCE 1 :

Vétusté avérée, urgence des travaux, gâchis énergétique et non réponse aux besoins des usagers.

URGENCE 2 :

Proche de fin de vie économique, travaux à programmer, gains divers immédiats.

URGENCE 3 :

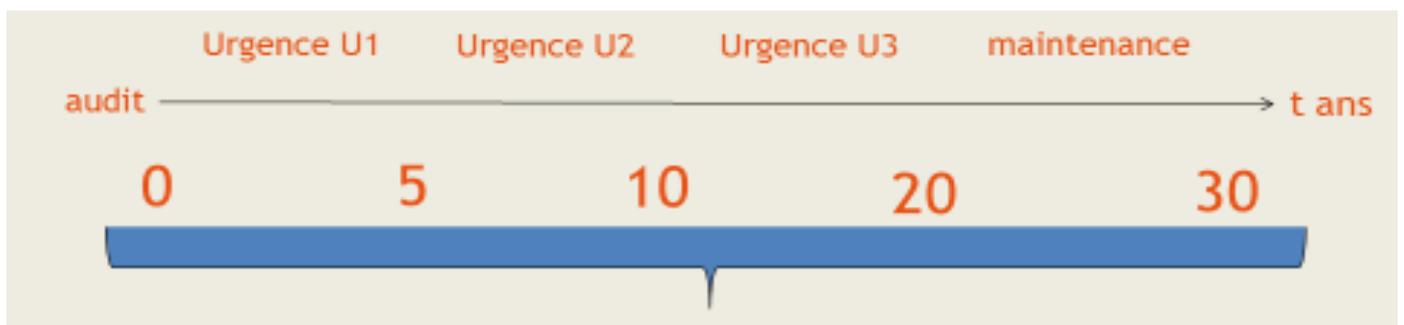
Installations matures, rénovation à planifier, gains énergétiques forts probables.

MAINTENANCE :

Installation dans la force de l'âge, maintenir pour garder la performance.

VARIATION :

Installation acceptant techniquement et économiquement la variation

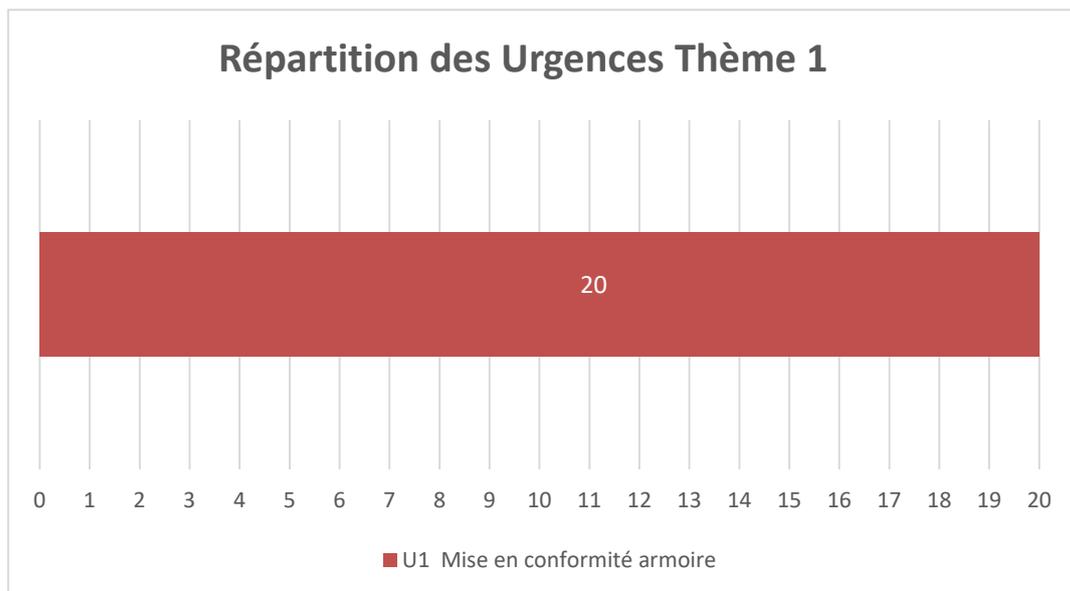


PLAN D'ACTION

	Poste	Urgences	Action préconisée	Quantité	Puissance concernée en W	Gains en Puissance Installée en W	Gains Energétique en kWh/an	Gains écologique CO2 en Kg/an	Gains financiers/an en €	Gains qualitatif	Coût Unitaire moyen €HT	Estimatif €HT	Retour sur investissement	Commentaires
ETAPE 1 (dans les 5 ans)														
5 ans	1	U1	Ajustement des puissances souscrites	18	28 000	-	-	-	2 167	NON	-	-	-	-
	2	U1	Remplacement des luminaires équipés de sources BF	117	14 255	11 615	22 185	2 640	3 328	OUI	750	87 750	26	Remplacement du luminaire par des lanternes LED
	3	U1	Remplacement des luminaires VETUSTES	486	39 620	28 195	53 852	6 408	8 078	OUI	750	364 500	45	Remplacement du luminaire par des lanternes LED
	4	U1	Mise en place de calculateur astronomique à la place des cellules	0	-	10%	0	0	0	OUI	350	0	-	SUPPRESSIONS DES CELLULES
			TOTAL 1 €HT HORS mo et réseau	-	-	-	-	-	13 573	-	-	452 250 €	33	-
ETAPE 2 (dans les 10 ans)														
10 ans	5	U2	Rénovation des lanternes à moyen terme	5	75	0	0	0	0	OUI	750	3 750	0	Remplacement du luminaire par des lanternes LED
			TOTAL 2 €HT HORS mo et réseau	-	-	-	-	-	0	-	-	3 750 €	-	
ETAPE 3 (dans les 20 ans)														
20 ans	6	U3	Rénovation des lanternes à long terme				0	0	0	OUI	750	0	0	Remplacement du luminaire par des lanternes LED
			TOTAL 3 €HT HORS mo et réseau	-	-	-	-	-	0	-	-	0 €	-	
ETAPE SECURITAIRE														
	7	U1	Rénovation des armoires de commande	20	-	-	-	-	-	SECURITE	1310	26 200	-	Mise aux normes NFC 17200. A faire en même temps que les rénovations de lanternes.
			TOTAL €HT HORS mo et réseau	-	-	-	-	-	-	-	-	26 200 €	-	-
			TOTAL €HT		53 950	39 810	76 037	9 048	13 573 €			482 200 €	36	

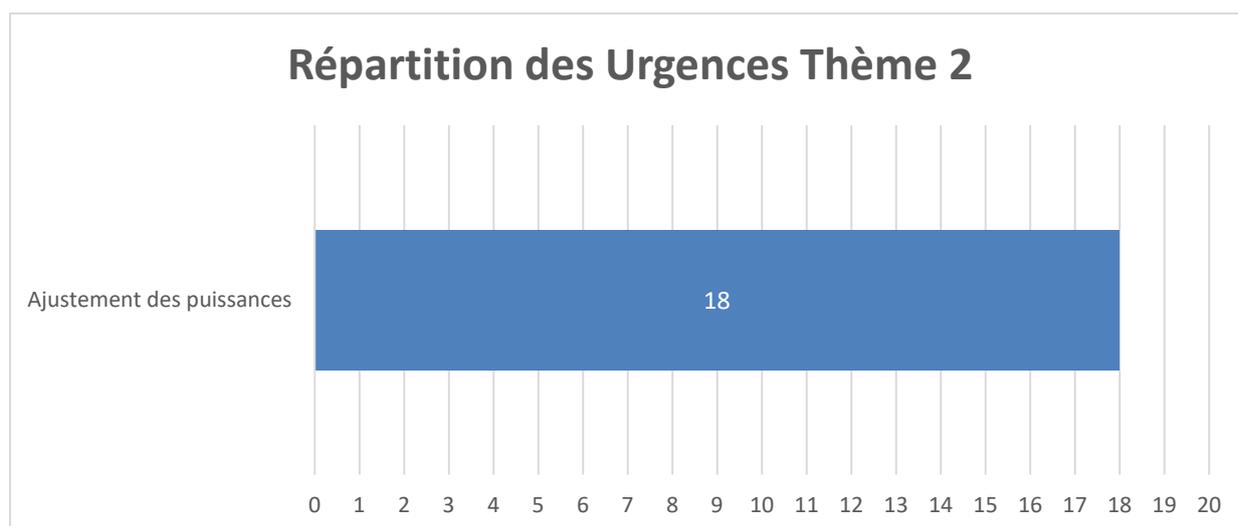
REPARTITION DES NIVEAUX D'URGENCE PAR THEME D'INTERVENTION

Thème 1 : Investissement indispensable lié à la mise en conformité éventuelle et à la sécurité des personnes



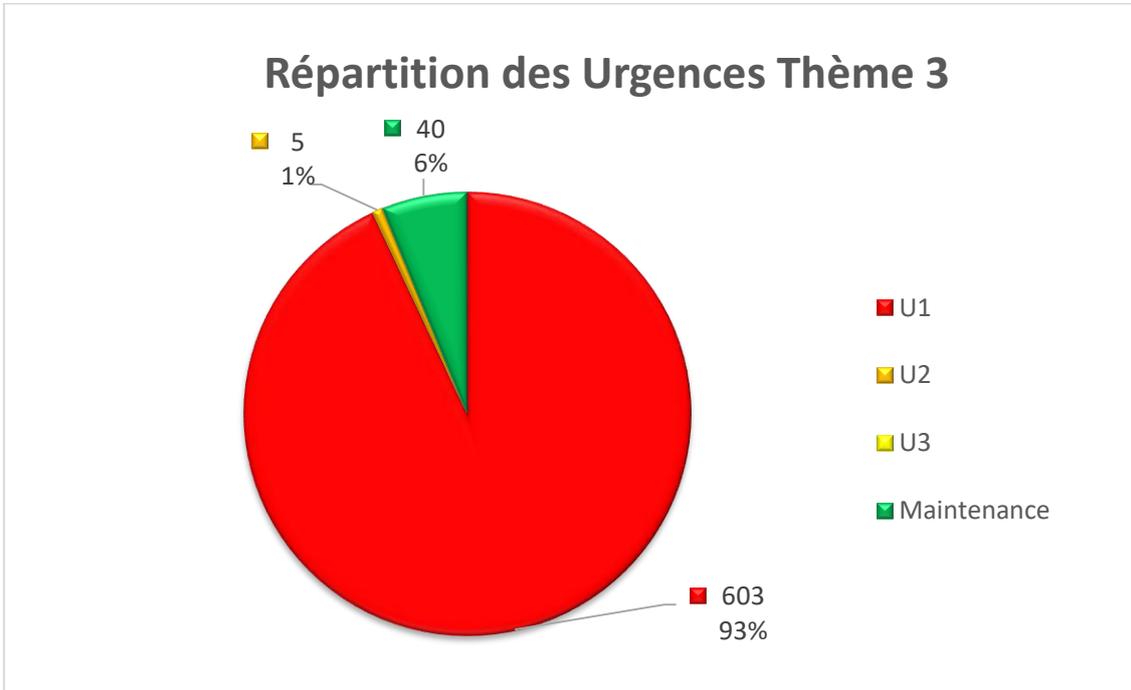
20 armoires seront à rénover.

Thème 2 : Optimisation des abonnements souscrits suite aux mesures effectuées



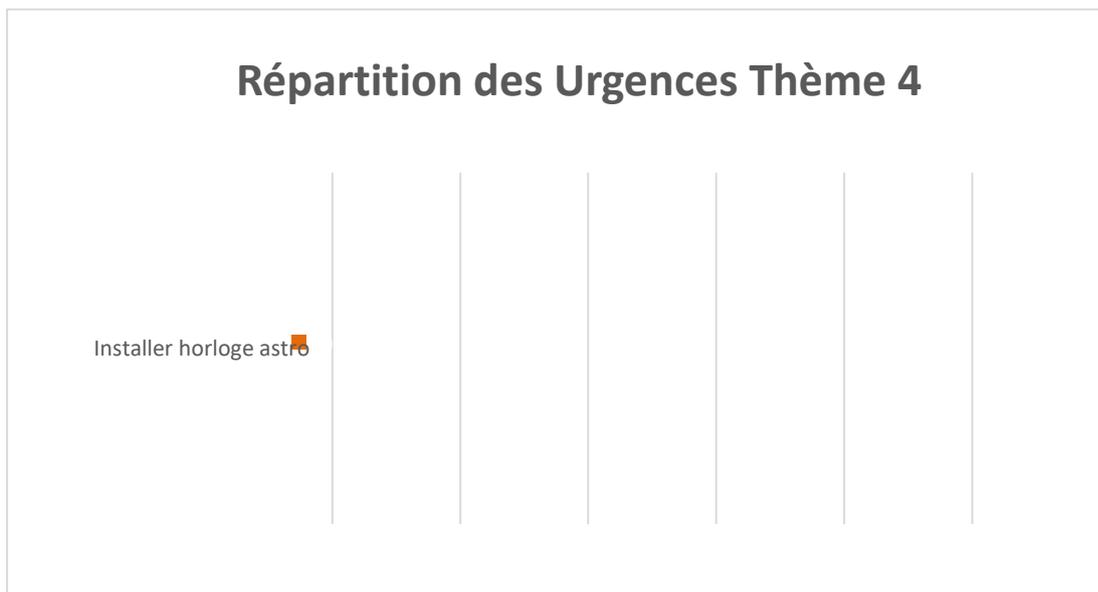
18 abonnements sont à réajuster (économie possible de 2 167 euros par an).

Thème 3 : Remplacement des luminaires vétustes



603 lanternes sont à rénové en priorité.

Thème 4 : Proposition d'amélioration du parc et optimisation de la maintenance





CONCLUSIONS GENERALES DU DIAGNOSTIC

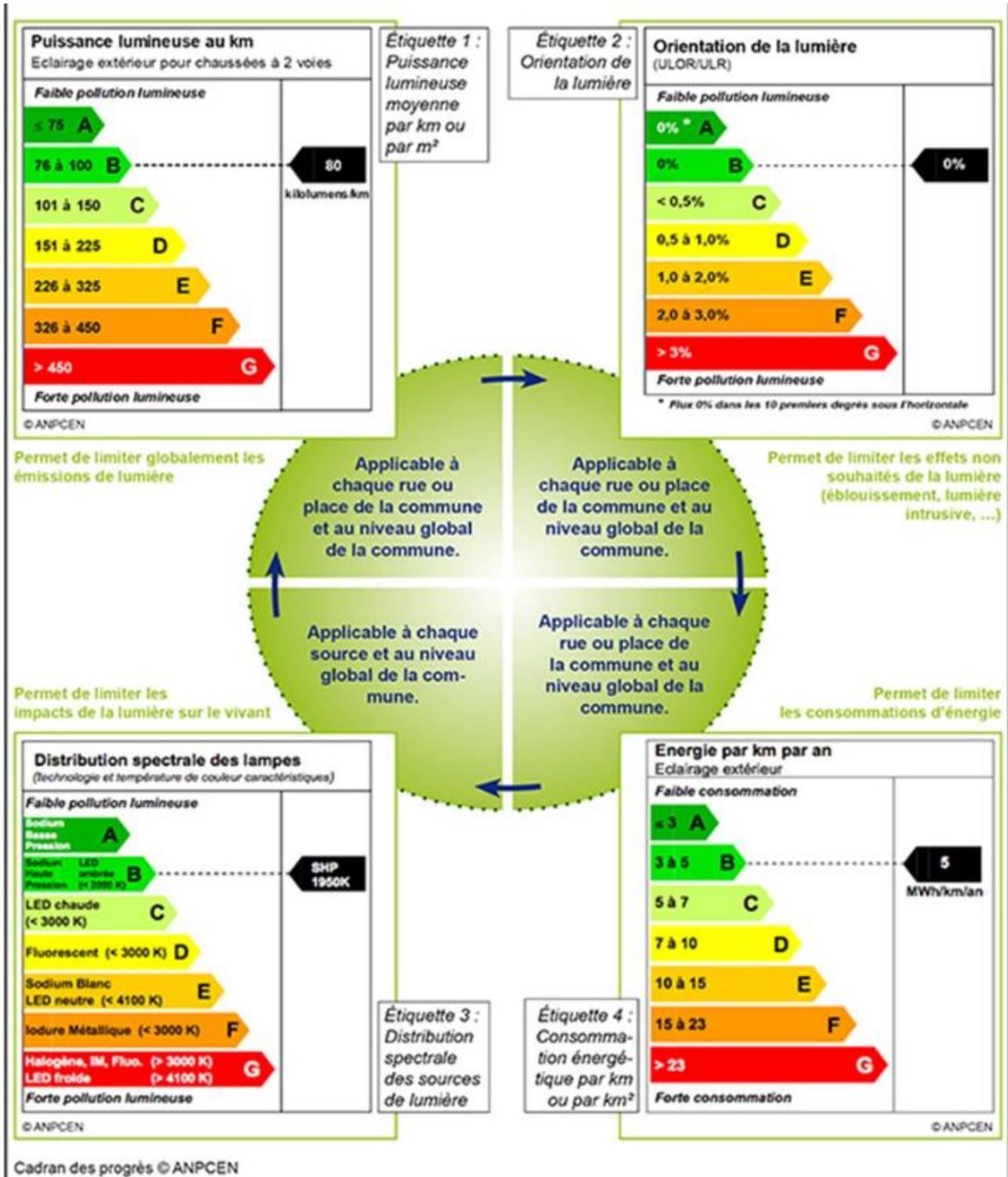
ESPERAZA

	Poste	Urgences	Action préconisée	Gains en Puissance Installée en W	% Gains en Puissance Installée	Gains Energétique en kWh/an	% Gains Energétique en kWh/an	Gains financiers/an en €	Estimatif €HT	Retour sur investissement
ETAPE 1										
5 ans	1	U1	Ajustement des puissances souscrites	-	-	-	-	2 167	-	-
	2	U1	Remplacement des luminaires équipés de sources BF	11 615	81%	22 185	15%	3 328	87 750	26
	3	U1	Remplacement des luminaires SHP Vetuste	28 195	71%	53 852	36%	8 078	364 500	45
	4	U1	Mise en place de calculateur astronomique à la place des cellules	10%	-	0	0%	0	0	-
			TOTAL 1 €HT HORS mo et réseau	-	-	-	-	13 573	452 250 €	33
ETAPE 2										
10 ans	5	U2	Rénovation des lanternes à moyen terme	0	0%	0	0%	0	3 750	-
			TOTAL 2 €HT HORS mo et réseau	-	-	-	-	0	3 750 €	0
ETAPE 3										
20 ans	6	U3	Rénovation des lanternes à long terme	0	-	0	0%	0	0	-
			TOTAL 3 €HT HORS mo et réseau	-	-	-	-	0	0 €	0
ETAPE SECURITAIRE										
5 ans	7	U1	Rénovation des armoires de commande	-	-	-	-	-	26 200	-
			TOTAL €HT HORS mo et réseau	-	-	-	-	-	26 200 €	-
			TOTAL €HT	39 810	74%	76 037	51%	13 573 €	482 200 €	36

CONCLUSIONS GENERALES DU DIAGNOSTIC

- La puissance moyenne des sources est maîtrisée : 85 W. Elle sera encore améliorée en remplaçant les lanternes vétustes par des LEDS.
- Un ratio e/h bon à surveiller lors des rénovations.
- Des perspectives intéressantes énergétiquement et relativement simples à mettre en œuvre (plan de rénovation) se dégagent de l'audit.
- 93% du parc de luminaires est vétuste. Les luminaires sont à remplacer à court terme, idéalement dans les 5 ans.
- Le choix du type de luminaire à installer lors des rénovations est important.
- Des gains importants sont à attendre de l'application totale du plan de rénovation :
 - Une baisse de la puissance installée lors de rénovations de 74%
 - Une baisse de la consommation annuelle de près de 51%
 - **Une baisse du coût énergétique de l'éclairage de 13 573€ / an.**
(En valeur courant 2020 ; 0,15€/kWh)
 - Une amélioration de la réponse au besoin EN13201 des usagers
 - Une amélioration de la sécurité électrique des installations
 - Une diminution des nuisances lumineuses
- D'importants travaux sont à faire y compris sécuritaires et cela implique une réflexion politique sur :
 - La volonté de maintenir un niveau d'équipement correct et un flux permanent tout au long de la nuit.
 - Le bon choix de matériel pour la rénovation

Annexe 14 : Diagramme d'évaluation de l'EP par l'ANPCEN.



Annexe 15 : Ebauche de dossier à déposer pour demander du Fonds Vert.



Présentation du projet

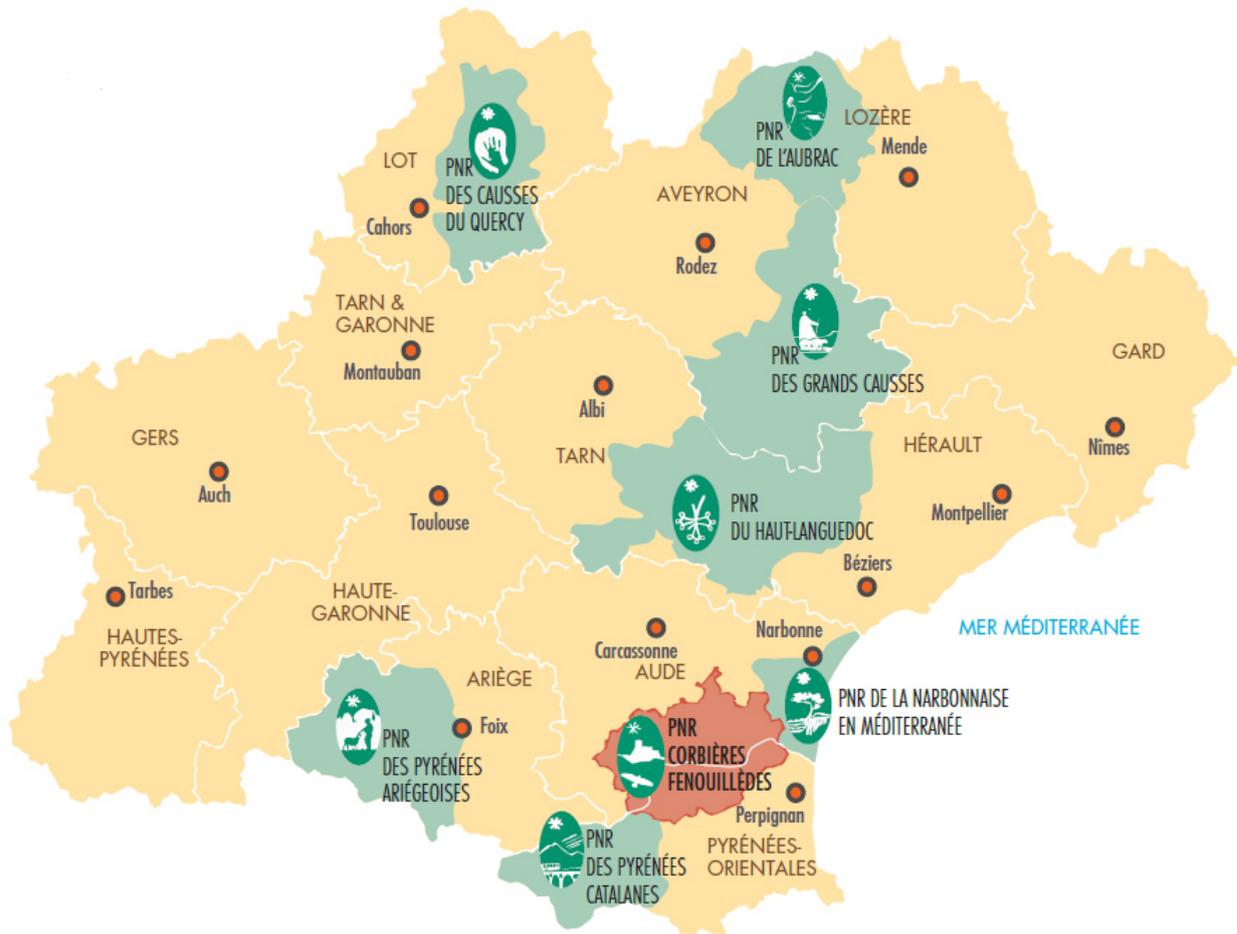
Demande de subvention FONDS VERT

Actions en faveur de la diminution de la pollution lumineuse dans le cadre de la stratégie Trame Noire du Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes

Axe 1 : Rénovation des parcs de luminaires d'éclairage public

1. Contexte – description générale

Le PNR Corbières-Fenouillèdes (PNR-CF) a été créé en septembre 2021. Son périmètre s'étend sur deux départements : l'Aude (11) et les Pyrénées-Orientales (66). Son action est régie par une charte qui détermine les actions à mener sur une période de 15 ans.



Carte de localisation du Parc naturel régional Corbières-Fenouillèdes en Occitanie (Source Région Occitanie)

La charte du Parc prévoit notamment de répondre au défi de « renforcer et valoriser le caractère préservé du territoire ». L'une des mesures de cette grande orientation du Parc est de réduire la pollution lumineuse afin de préserver la qualité exceptionnelle des paysages nocturnes ainsi que l'habitat et le mode de vie de nombreuses espèces.

Le Parc a décidé en 2022 de se lancer dans une action spécifique à l'amélioration de la qualité des nuits. Cette action s'inscrit dans les mesures 1.1.3., 2.1.1. et 3.3.2. de sa Charte. Ces mesures ont respectivement pour objectif de préserver les continuités écologiques internes et ses liens fonctionnels avec l'extérieur ; de s'engager dans une sobriété et efficacité énergétique ; et de réduire la pollution lumineuse. La présente étude a donc été initiée afin de capitaliser l'ensemble des données sur le volet naturel utiles à la compréhension des enjeux généraux et locaux, à la compréhension des volontés politiques locales, et enfin à la connaissance des leviers existants pour permettre de maintenir, voire restaurer la Trame Noire sur le territoire du Parc dans l'hypothèse où de tels outils existent

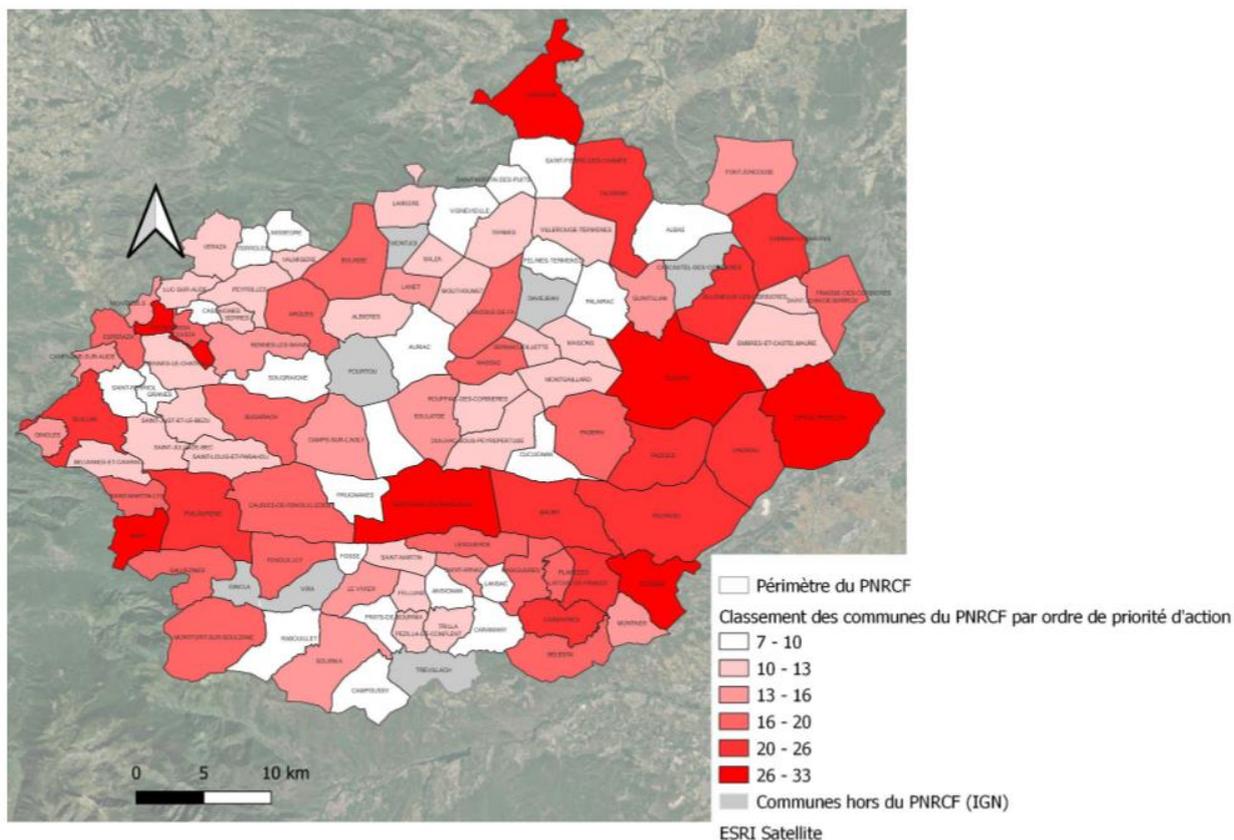
A cette fin, une stratégie trame noire a été élaborée et actée par le Bureau du Parc.

Il s'agit désormais de mettre en place des actions concrètes définies dans cette stratégie afin de réduire la pollution lumineuse au sein du parc. Cette stratégie repose sur l'engagement de davantage de communes

dans des démarches volontaires d'utilisation sobre de l'éclairage public, et vise à sensibiliser sur les sujets de la pollution lumineuse, son rapport avec la protection de la biodiversité, des cieux ou de notre santé. Elle vise également à réaliser des diagnostics d'EP communal ; à accompagner l'engagement de démarche de réduction de l'éclairage public (extinction, amélioration,...) ainsi que de labelliser les actions menées (VVE et RICE).

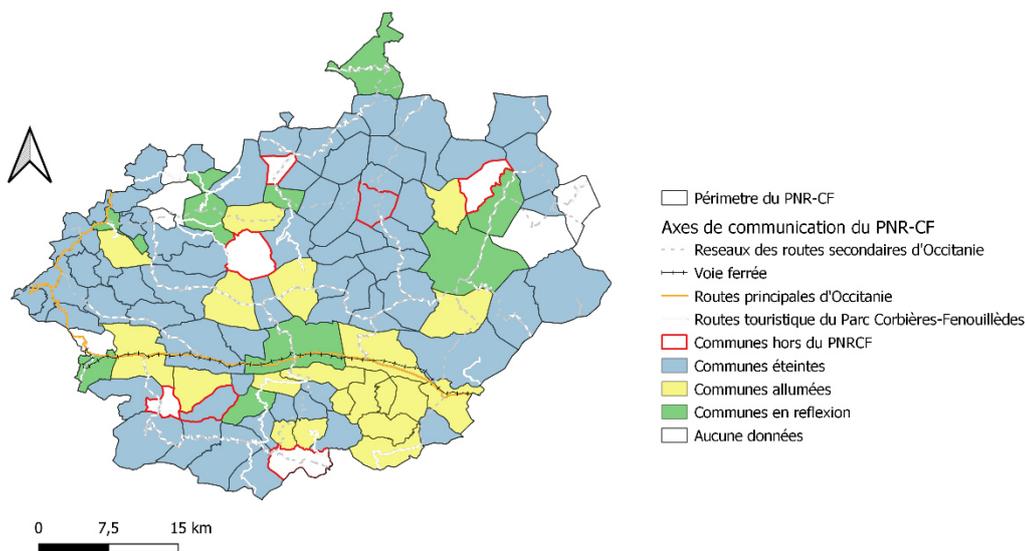
2. Analyse conduisant à proposer le projet - localisation

En concertation étroite avec les communes concernées, et acteurs du territoire, des zones d'action prioritaires ont été définies sur la base de nombreux critères (radiance observée, lien avec les données naturalistes relatives aux chiroptères, continuités écologiques, etc). Les communes d'ores et déjà engagées dans une démarche d'extinction ne font pas partie de ces zones prioritaires.



Carte des communes du Parc prioritaires pour une action de réduction de la pollution lumineuse.

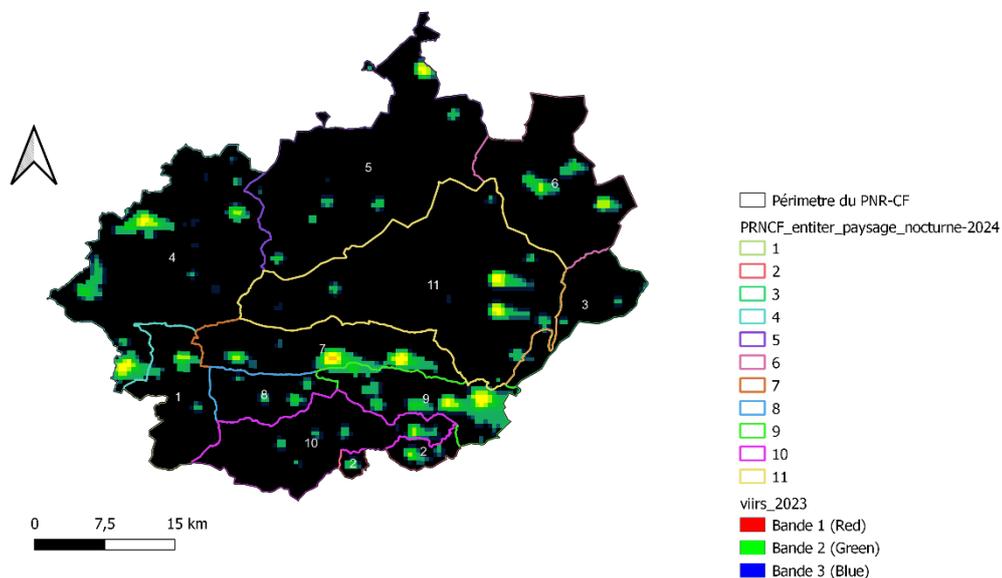
Une enquête a été réalisée auprès des communes du PNR-CF pour connaître les pratiques actuelles concernant l'éclairage public. Les résultats de cette dernière et d'autres sources (syndicats d'énergie) sont résumés sur la carte suivante.



Carte d'extinction de l'éclairage public du Parc naturel régional Corbières-Fenouillèdes.

De plus, des entités paysagères ont été définies selon les reliefs du PNR-CF afin de mieux comprendre comment la pollution lumineuse impactait chaque vallée. La carte suivante montre le résultat de cette deuxième analyse. Les données VIIRS datant de 2023 représentent la radiance lumineuse vue par satellite. Plus un pixel est coloré plus la pollution lumineuse est importante (importance croissante du bleu au rouge), le noir représentant l'absence de pollution lumineuse.

Les entités paysagères 2, 7 et 9 ressortent comme les plus polluées ce qui reste cohérent avec la carte d'extinction des communes du Parc et les zones identifiées par la charte.



Carte de la pollution lumineuse par entités paysagères.

3. Problématique, enjeux et objectifs du projet

Le territoire du Parc est un territoire à dominante rurale, avec un niveau de pollution lumineuse relatif. Toutefois, la présence d'enjeux forts concernant la biodiversité, la santé, la qualité d'observation des ciex est à considérer. En outre, malgré une dynamique d'extinction initiée, un manque de connaissance des enjeux

liés à cette pollution est constaté. Plus de 60% des communes se déclarent désireuses d'un accompagnement du Parc sur la question de la pollution lumineuse (conseils, accompagnement technique, etc).

Ainsi a émergé une stratégie dont le contenu est guidé par la typologie globale des sites, les espèces « parapluie » (chiroptères), ainsi que les possibles labellisations envisagées (Villes et Villages Etoilés à court terme et RICE à long terme). Cette stratégie est également orientée vers l'action et le suivi.

4. Détail des missions

Le projet pour lequel nous sollicitons un financement fonds vert concerne l'axe 1 du volet d'accélération de la transition écologique dans les territoires.

Le projet d'Actions en faveur de la diminution de la pollution lumineuse dans le cadre de la stratégie Trame Noire du Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes se décomposera en différentes missions.

- A. **Sensibilisation auprès des décideurs et du grand public** : Production d'un livret d'information technique afin d'informer les décideurs et agents techniques sur les enjeux et la stratégie trame noire, la réglementation liée et des solutions techniques. Animations et balades nocturnes (balade, observation des étoiles...), conférences, activités pédagogiques dans les écoles, animations.
- B. **Diagnostic** : inventaire des points lumineux d'une commune, récolte des données sur les paramètres de chaque point lumineux, cartographie du parc d'éclairage public, estimation des enjeux environnementaux (selon le type de point lumineux, sa distance à un site d'intérêt -gîte à chiroptère, zone d'habitation, route ...- et impact global du parc d'éclairage), autres enjeux (agricoles, sécuritaires, etc).
- C. **Inventaire et suivi** : travail d'inventaires et de suivis avant/après changement d'éclairage public (biodiversité et mesures du niveau de pollution lumineuse). Un suivi global de l'action sera également mené au sein du Parc.
- D. **Labellisation**
Un accompagnement sera fait vers une labellisation au cours terme VVE et au long terme vers une RICE.

5. Éléments de chiffrage :

Les éléments de chiffrage sont une estimation des coûts de chaque mission qui sera réalisée à moyen terme (années 1 à 3), soit environ 78 000 € TTC pour les 3 années, dont 33 000 € TTC pour la première année (rq. Le montant sur 3 ans n'est pas égal au simple calcul ANNEE 1x3). Ces éléments sont basés sur un ensemble de factures, devis, feuille de salaire, etc.

Stratégie Trame noire - Elements prévisionnels - Sept 24

N° action	Budget prévisionnel pour demande fond vert	unités / forfaits	estimation annuelle (€ TTC)	estimation / 3 ans (€ TTC)	Détail	Actions	rq	Etat initial	Calendrier			Objectifs et indicateurs			objectifs	
									année 1	année 2	année 3	objectif à 3 ans	indicateurs avancement	indicateur résultat		
S1	Sensibilisation des décideurs	forfait	4 500,00 €	7 500,00 €	vidéo (3000 €) + déplacement 3 élus par an (3x500€)			Etudes agent patrimoine naturel + stage 6 mois 62 communes souhaitent un accompagnement du Parc	10 conseils municipaux sensibilisés (réunion) + 3 élus réalisant une visite site pilote + ensemble des élus et agents du Parc (vidéo)	10 conseils municipaux sensibilisés (réunion) + 3 élus réalisant une visite site pilote + ensemble des élus et agents du Parc (vidéo)	10 conseils municipaux sensibilisés (réunion) + 3 élus réalisant une visite site pilote + ensemble des élus et agents du Parc (vidéo)	Accompagnement des communes du Parc colonatiers / prioritaires 15 communes s'engageant dans des pratiques de changement avec une adhésion des élus et habitants. 65 communes labellisées VVE. Un territoire avec 50% des communes et 2/3 habitants du PNRCF - soit 50% des habitants et 2/3 des communes en VVE pour le label TVVE. Zone coeur du Parc avec luminance > 20 mag/arcsec² = RICE.	nb de conseils municipaux sensibilisés	nb de nouvelles communes pratiquant l'extinction + nombre de communes ayant adapté leur éclairage (intensité, couleur,	Accompagnement du Parc auprès des communes prioritaires sur 1 à 3 ans Réduction Pollution lumineuse Amélioration Trame noire Réduction consommations énergétiques	6 300,00 € 12 900,00 €
S2	formation élus / agents	5 jours/an	- €	- €	Formations CNFPT + CD66		déjà fait par CD 66 / proposer côté audois	quelques formations, méconnues, Parc relai des formateurs	5 couples élu-agent formés	5 couples élu-agent formés	5 couples élu-agent formés	une adhésion des élus et habitants. 65 communes labellisées VVE.	nombre de personnes élu-agents formés	niveau de connaissance des élus - agents	informer sur les formations possibles, Parc relai des formateurs	
S3	Livret d'information technique	forfait	5 000,00 €	5 000,00 €	livret 5 pages (conception - impression 500 ex)			pas de livret technique à disposition des élus et agents du Parc - informations variées disponibles sur internet	200 livrets distribués	150 livrets distribués	150 livrets distribués	Un territoire avec 50% des communes et 2/3 habitants du PNRCF - soit 50% des habitants et 2/3 des communes en VVE pour le label TVVE. Zone coeur du Parc avec luminance > 20 mag/arcsec² = RICE.	nombre de livrets distribués		Une plaquette spécifique aux élus et agents communaux du Parc - à jour et adaptée, présentée par le Parc	
S4	Animations	3 /an	1 800,00 €	5 400,00 €	animations (600 € par animation)			quelques animations	habitants de 3 communes sensibilisées	habitants de 3 communes sensibilisées	habitants de 3 communes sensibilisées		nombre d'animations réalisées		Sensibilisation des habitants du Parc - lien avec les enjeux spécifiques des communes	
Application de la stratégie :																
A1	Agent trame noire	20% ETP	8 400,00 €	25 200,00 €	20% ETP patrimoine naturel pour le volet pollution lumineuse	Animation globale de la stratégie trame noire du Parc Dialogue avec les communes sur la stratégie trame noire Mise en œuvre actions de la stratégie sur 3 ans en accompagnement des communes - lancement et suivi études Accompagnement à la labellisation VVE/RICE		Agent patrimoine naturel sur d'autres missions + 1 stage de 6 mois en 2024	20% ETP	20% ETP	20% ETP	avoir engagé et déployé la stratégie Trame noire sur le territoire. Par cet en lien avec les Parcs voisins et partenaires (SDE, CD, EPCI, communes)	ensemble des indicateurs de la stratégie	ensembles des résultats de la stratégie	Accompagnement "guichet unique et de proximité" auprès des communes Relai vers partenaires (technique, ingénierie financière, soutien) Facilitation de la transition	
A2	Diagnostics de l'éclairage public	3 communes / an	5 400,00 €	16 200,00 €	audit et étude des points lumineux et enjeux communaux vers une transition (1800 €/commune)	audit énergétique et pollution lumineuse (prestation / SDE / stage points lumineux)		61 communes pratiquent extinction EP sur 1 partie de la nuit Extrémités de nuits éclairées luminance dans le Parc entre 19,5 mag/arcsec² et 21,7 mag/arcsec² (très variable selon les secteurs)	3 communes diagnostiquées	3 communes diagnostiquées	3 communes diagnostiquées	9 communes diagnostiquées	nb de communes ayant utilisé le diagnostic pour faire évoluer l'EP vers un respect de la réglementation et au delà	ensembles des résultats de la stratégie	Augmentation du nombre de communes engagées atteindre un cœur de Parc de qualité optimale (avec une luminance supérieur à 20 mag/arcsec²) extrémités de nuits non éclairées en secteur sensible	13 400,00 € 34 200,00 €
A3	Matériel adaptatif	3 communes/ an	5 000,00 €	15 000,00 €	Matériel de caches et filtres adaptatifs	mise à disposition auprès des communes, matériel explicatif		offre restreinte sur le marché de matériaux à basse empreinte écologique	3 communes ayant adapté leur EP avec matériel adaptatif	3 communes ayant adapté leur EP avec matériel adaptatif	3 communes ayant adapté leur EP avec matériel adaptatif	9 communes ayant adapté leur EP avec matériel adaptatif	nb communes ayant adapté leur EP avec matériel adaptatif / nb de points lumineux adaptés		Elargissement de l'offre de matériaux à basse empreinte écologique	
A4	Matériel de contrôle des équipements existants / nouveaux, suivi de la pollution lumineuse et des effets sur la biodiversité aux abords des systèmes d'éclairage public	1 de chaque / mise à disposition auprès des communes/ SDE/EPCI / formateurs	3 000,00 €	3 000,00 €	matériel d'analyse utilisés pour le diagnostic de territoire engagé (luxmètres, spectrophotomètres, SM2, etc)	luxmètre (250 €) + spectrophotomètre (450) + détecteur CS (150) + SM2 automatisé (ex en fablab)/ SM4	respect réglementation / recherche de performance ++	pas de suivi en lien direct avec le thème de la pollution lumineuse (suivis chauves-souris ou points lumineux épars)	5 communes suivies sur zones de changement et zones témoin + prêt de matériel auprès de 5 structures - communes	5 communes suivies sur zones de changement et zones témoin + prêt de matériel auprès de 5 structures - communes	5 communes suivies sur zones de changement et zones témoin + prêt de matériel auprès de 5 structures - communes	30 structures - communes ayant audité leur EP	nb structures - communes ayant audité leur EP	Mesure des effets sur les chiroptères de la réduction de l'éclairage, taux de conformité de l'EP des communes		
TOTAL			33 100,00 €	77 300,00 €												

approxi
PNRCF 20 %
fond vert 80 %

33000
78 000 €
15 600 €
62 400 €

Annexe 16 : Communes ne pouvant pas prétendre à une labellisation dans l'état actuel des choses et contre-indications.

Label	VVE	RICE
Nom des communes	Ansignan, Cassaignes, Coustaussa, Duilhac-sous-Peyrepertuse, Fontjoncouse, Lairière, Massac, Maisons, Padern, Rennes-les-Bains, Saint-Arnac, Saint-Ferriol, Salza, Vignevieille.	Durban-Corbières, Ginoules, Montazels, Opoul-Périllos, Sournia, Quillan, Tautavel.
Contre-indications	Temps d'extinction insuffisant (<4h)	Luminance < 20 mag.arcsec ²



VetAgro Sup

BELLEMIN Charlène – 2024

Mémoire de fin d'études « *Vers une stratégie de maintien et de développement de la Trame Noire : Etude dans le PNR CF (France, Occitanie)* », 38 pages, soutenu à VetAgro Sup (Lempdes) le 20 septembre 2024.

STRUCTURE D'ACCUEIL ET INSTITUTIONS ASSOCIEES :

- ◆ Syndicat mixte de gestion du Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes (PNRCF)

ENCADRANTS :

- ◆ Maître de stage : FORISSIER Marie (Chargée de mission patrimoine naturel)
- ◆ Tuteur pédagogique : DEPRES Christophe

OPTION : Agriculture, Environnement, Santé et Territoire

RESUMÉ

L'étude présentée dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre de la lutte contre la pollution lumineuse. Le mémoire analyse les effets néfastes de la pollution lumineuse sur la faune, en particulier les chiroptères, et la flore, tout en soulignant les enjeux de santé globale, énergétiques et socio-économiques. Pour répondre à ces défis, l'étude propose une stratégie locale visant à maintenir et restaurer la Trame Noire au sein du Parc Naturel Régional Corbières-Fenouillèdes. Cette stratégie s'appuie sur des enquêtes auprès des communes, des outils de cartographie et une analyse des politiques locales. Les résultats montrent que 58,6 % des communes du Parc ont déjà entamé des actions de réduction de l'éclairage public, et la modélisation SIG a permis d'identifier les zones les plus affectées par la pollution lumineuse. Ce diagnostic met en lumière un potentiel pour l'obtention de labels de qualité de ciel nocturne pour certaines communes, renforçant ainsi la sensibilisation et l'engagement local. Ces éléments permettent de définir des actions concrètes pour réduire les nuisances lumineuses, favorisant ainsi la préservation de la biodiversité nocturne et l'efficacité énergétique du territoire.

Mots clés : Pollution lumineuse, Trame Noire, Biodiversité nocturne, Gestion territoriale.

ABSTRACT

The study presented in this report is part of the fight against light pollution. The report analyses the harmful effects of light pollution on fauna, in particular bats, and flora, while highlighting the global health, energy and socio-economic issues at stake. To meet these challenges, the study proposes a local strategy aimed at maintaining and restoring the « Black Frame » within the Corbières-Fenouillèdes Regional Nature Park. The strategy is based on surveys of local authorities, mapping tools and an analysis of local policies. The results show that 58,6% of the Park's municipalities have already taken steps to reduce public lighting, and GIS modelling has enabled the areas most affected by light pollution to be identified. This diagnosis highlights the potential for certain municipalities to obtain night-sky quality labels, thereby increasing awareness and local commitment. These factors will make it possible to define concrete actions to reduce light pollution, thereby promoting the preservation of nocturnal biodiversity and energy efficiency in the region.

Key words: Artificial light at night (ALAN), Black Frame, Nocturnal biodiversity, Territorial management.