

Projet de Fin d'Études (PFE) 2022-2023

Effet de la mise en place des trames noires en ville : approche écologique et sociologique



Exemple d'adaptation de l'éclairage © Métropole de Nice Côte d'Azur

Francis ISSELIN et Nathalie BREVET

Jeanne LORETTE et Mary PARYSECK

Avertissement

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnels, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

Formation par la recherche, Projet de Fin d'Etudes en génie de l'Aménagement et de l'Environnement

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'École Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir-faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Dynamiques et Actions Territoriales et Environnementales de l'UMR 7324 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.

Remerciements

Ce projet a été encadré par deux enseignants : Nathalie BREVET et Francis ISSELIN. Par conséquent, nous tenons à remercier nos professeurs ainsi que Mathilde GRALEPOIS pour leur accompagnement dans la méthodologie de recherche tout au long de notre étude.

Nous voulons aussi remercier les acteurs des structures que nous avons sollicitées dans nos entretiens et qui nous ont permis de récolter de nombreuses données.

Mr Roger COUILLET (Ville de Douai)

Mr Yohan TISON (Ville de Lille)

Mme Pauline CHEVALIER (Métropole de Nice)

Mr Christophe TELLIER (Communauté de Communes Touraine Est-Vallées)

Mr Mathias SCHAAL (Bureau d'étude Berest à Annecy)

Mr Bruno NSELLE MOUYENGA (Syane à Annecy)

Table des matières

Introduction	7
Méthode	8
1. Comment renouer avec la nuit ?	10
1.1 L'évolution de l'éclairage : un marqueur de l'urbanisation croissante	10
1.2 La lumière et son rôle sur la perception de la nuit	10
1.3 La pollution lumineuse : une menace aux enjeux divers	11
2. La réalisation de la trame noire : un travail transversal, plus ou moins concerté	13
2.1 Les motivations des acteurs : un facteur influençant les actions réalisées.....	13
2.2 Des étapes méthodologiques incontournables malgré des mises en œuvre diverses	15
2.3 L'évaluation de l'acceptabilité sociale : un travail d'enquête pas toujours réalisé	22
3. Les trames noires : un bilan positif mais à l'efficacité encore questionnée	24
3.1 Un bilan positif concernant l'acceptabilité sociale	24
3.2 Des résultats immédiats sur la biodiversité malgré l'incertitude lié à la connectivité des habitats.....	25
3.3. Un outil encore difficile à mettre en place pour les acteurs	27
Conclusion.....	29
Bibliographie	29
Annexes :	35

Table des figures et des illustrations

Figure 1 : Les trames vertes et bleu et la trame noire (ENS Lyon, 2022)	7
Illustration 2 : Méthode générale de mise en œuvre d'une trame noire (Jeanne LORETTE et Mary PARYSECK, 2023)	16
Figure 3 : Les types de méthodes de Trame noire (Sordello, 2017)	16
Figure 4 : orthophotographie d'Annecy (Syane, 2019)	18
Figure 5 : Croisement des données du haut du territoire métropolitain niçois (Métropole Nice Côte d'Azur, 2017)	19
Figure 6 : zonage de l'agglomération du Grand Annecy (Berest, 2020).....	19
Figure 7 : Ambiances lumineuse pour Annecy (Berest, 2020).....	20
Illustration 8 : gestion intégrée de l'éclairage (Jeanne LORETTE, 2022)	21
Figure 9 : Construction de l'enquête et thématique abordées avec les communes de Lille (Franchomm & Hinnewinkel, 2019)	23
Figure 10 : comparaison des approches de trames noires (OFB, 2020)	26
Illustration 11 : Prise en compte des enjeux écologiques et sociologiques selon les typologies d'approches (Mary Paryseck et Jeanne Lorette, 2022).....	29

Table des tableaux

Tableau 1: Comparaison des motivations des acteurs (Mary Paryseck, 2022)	14
Tableau 2 : Comparaison des approches employées par les terrains d'études (Jeanne LORETTE, 2022)	17
Tableau 3 : Bilan écologique des terrains d'étude (Jeanne LORETTE, 2022).....	26

Introduction

L'extension des activités urbaines la nuit s'est notamment traduite par le développement massif de l'éclairage (Kyba *et al.*, 2017). Il peut s'agir d'infrastructures et de mobiliers publics mais aussi privés comme les lumières commerciales ou dans les jardins individuels. Pourtant, il représente une pollution lumineuse (figure 1) ayant un impact fort sur la santé humaine, la consommation d'énergie et surtout la biodiversité (S.Mallet, 2011). En effet, celle-ci perturbe l'alternance du jour et de la nuit, qui est un paramètre structurant dans l'évolution et les modes de vie des êtres vivants (R.Sordello, 2017). Son impact est visible chez la flore et la faune et serait notamment responsable du déclin des insectes (Avalon et al, 2019).

Toutefois, la lumière ne laissant pas de traces physiques après l'extinction, excepté concernant les effets durables sur les écosystèmes, elle peut être réduite considérablement (L.Touzain, 2021). De plus, la réduction de l'éclairage permet des économies d'énergies conséquentes, non négligeables pour les communes. Elles se sont d'ailleurs engagées dans des re-lanternements massifs en LED blanc ces dernières années. Ces initiatives apportent certes des avantages en termes de modulation de l'éclairage, favorables à la réduction de la pollution lumineuse. Cependant, ces modifications ne prennent pas en compte la biodiversité, la lumière bleue étant dangereuse pour une majorité d'espèces et la santé humaine (L'ANSES,2019).

Ainsi, dans le cadre de la création de réseaux écologiques, les trames noires ont émergé, sur le même modèle que les trames vertes et bleues (TVB) (S.Challéat, 2018). Elles ont pour objectif de combler les carences nocturnes de celles-ci. Elles se manifestent par la suppression et l'adaptation de l'éclairage sur certains tronçons pour améliorer les déplacements de la biodiversité (figure 2) et protéger ses habitats (Franchomme, 2019).

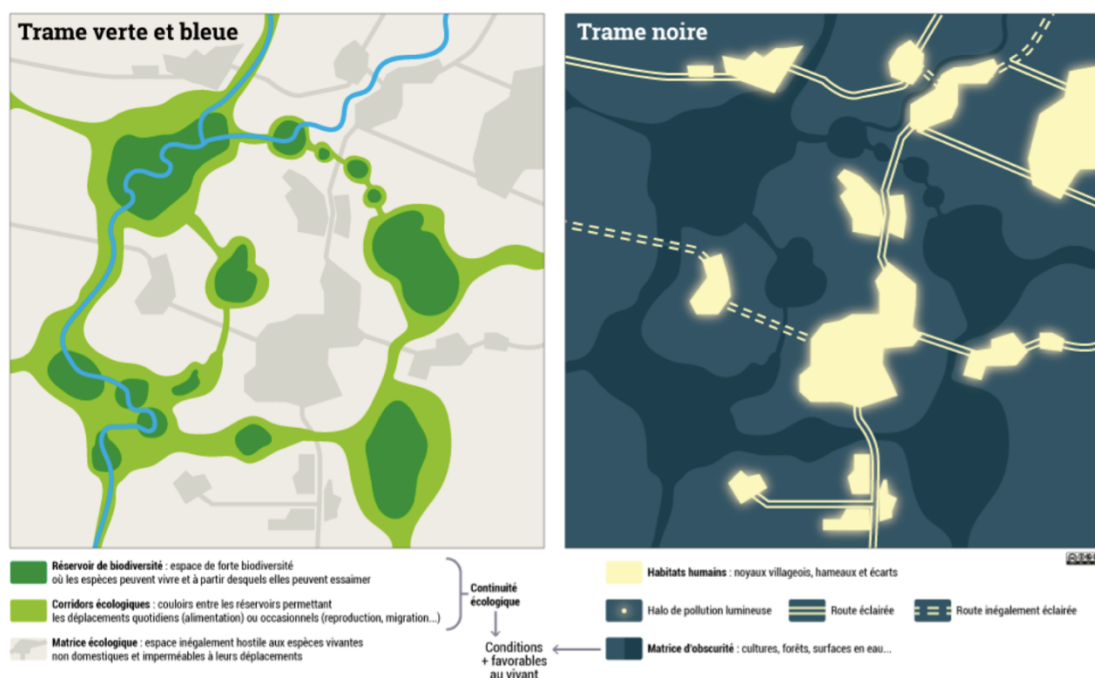


Figure 1 : Les trames vertes et bleue et la trame noire (ENS Lyon, 2022)

Contrairement au TVB, elles ne sont pas encore obligatoires même si les enjeux de pollution lumineuse ont été intégrés dans le code de l'environnement de la Loi Grenelle en 2009 (Romain Sordello,

2019). En revanche, un arrêté sur la diminution des nuisances lumineuses a été publié en 2018. Celui-ci prescrivant des obligations techniques et temporelles pour les nouveaux éclairages mis en place (M.IODICE, 2019).

Les méthodes de mise en œuvre sont multiples. Il n'existe pas de trames noires uniques étant donné qu'elles doivent prendre en compte les spécificités des territoires et s'adapter à la biodiversité existante, tout en étant cohérente avec les continuités écologiques déjà présentes (R.Sordello, 2017). La difficulté résulte de la diversité des impacts variant d'une espèce à une autre et en fonction des sources lumineuses. De plus, elles ne se limitent pas à l'extinction des corridors, même si ce serait probablement le moyen le plus efficace écologiquement (R.Sordello, 2018).

Cette option entre en conflit avec d'autres objectifs sociaux et économiques. La lumière influe les usages, la visibilité mais aussi les perceptions de l'environnement urbain (Blöbaum & Hunecke, 2005). Les principales réticences sont liées à l'extinction et au sentiment d'insécurité, même s'il n'a pas été prouvé que le manque d'éclairage entraînait une augmentation des incivilités. Par ailleurs, peu d'études ont été réalisées sur les perceptions nocturnes urbaines. Il est difficile de faire des généralités car les perceptions dépendent des usages de chacun et de la subjectivité (Touzain, 2021) : elles varient selon les températures de couleurs, les ambiances lumineuses, l'environnement mais aussi l'actualité et le genre (Touzain, 2021). Par conséquent, les projets de trames noires, doivent prendre en compte tous ces aspects en plus des enjeux écologiques, rendant leur mise en œuvre complexe (Challeat, 2014).

Suite à la production de l'état de l'art réalisé l'année dernière sur ce sujet, il est possible de conclure que les trames noires présentent tout de même certaines limites et qu'il y a un réel manque de données sur le volet sociologique. La lumière ayant un caractère diffus, elles nécessitent un travail global où les limites de la trame ne restreignent pas le champ d'action dans une logique « d'éclairer juste » (Laetitia Touzain, 2021). L'enjeu est de mettre en œuvre des modifications et une planification des différentes typologies d'éclairage sur l'ensemble du territoire et de placer les sources lumineuses uniquement où elles sont nécessaires. Le succès écologique dépend surtout de la bonne intégration des enjeux de biodiversité et de l'adéquation entre le retour à l'obscurité et l'adaptation de l'éclairage à la vie urbaine. Il est donc pertinent de se demander : comment les acteurs concilient les enjeux écologiques et sociologiques dans la mise en œuvre d'une trame noire ?

Nous verrons dans un premier temps, que la mise en œuvre de trames noires passe par un renouement avec la nuit et rappellerons les enjeux auxquels elles doivent répondre. Ensuite, nous montrerons qu'elles sont le fruit d'un travail transversal à travers l'analyse des différentes composantes méthodologiques et des approches mises en œuvre. Enfin, nous dresserons le bilan écologique et sociologique afin d'identifier les freins et les limites méthodologiques.

Méthode

Le premier rapport a permis de définir le terme de trame noire et d'identifier les enjeux écologiques et sociologiques auxquels elles doivent répondre. À partir de celui-ci, une problématique a été établie ainsi que des questionnements vis-à-vis de la conciliation des deux volets et de l'efficacité des résultats. Ce rapport se concentre sur les méthodes de mise en œuvre utilisées par les acteurs ainsi que sur les résultats obtenus. Il s'appuie sur des recherches bibliographiques diverses dont le guide méthodologique de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) publié en 2020, des articles scientifiques, des gazettes des communes, des

conférences... De plus, en raison de la diversité des méthodes, nous avons comparé différentes trames noires menées en France. Cette comparaison nous a également apporté de la documentation et des illustrations pour notre rapport.

Le choix des terrains d'étude :

Notre but étant de comparer la diversité des méthodes utilisées et les potentiels résultats, nous avons sélectionné des trames noires terminées ou avancées avec un retour d'expérience possible et avec des types d'acteurs (éclairagistes, naturalistes, élus) et des échelles (métropoles, PNR, communes...) différents. Nous avons eu connaissance de ces projets par l'intermédiaire d'une rencontre technique des acteurs de la trames noires, organisée par le Ministère de l'Environnement en 2019. Elle a rassemblé des techniciens, des chargés de missions et des experts ayant réalisé des trames noires. Par ce biais, nous avons eu accès à de premières informations ainsi qu'aux coordonnées des acteurs présents. Enfin, nous avons également trouvé des contacts en réalisant les entretiens et sur les sites des structures.

Les entretiens et l'organisation des données récoltées :

Pour chaque terrain d'étude, des recherches préliminaires ont été réalisées pour élaborer une fiche avec les critères suivants :

- Les types d'acteurs qui ont mis en œuvre le projet
- Les motivations et les objectifs des acteurs
- La méthode générale pour déterminer la trame noire
- Les modifications d'éclairage
- Les résultats écologiques et sociologiques obtenus
- La prise en compte des habitants dans le projet
- La prise en compte de la biodiversité
- La réflexion sur le paysage urbain nocturne et les ambiances lumineuses
- Les actions complémentaires

En fonction des informations manquantes, un questionnaire a été rédigé puis envoyé par mail aux acteurs concernés pour qu'ils puissent en prendre connaissance avant de réaliser l'entretien.

Nous avons contacté une dizaine de structures, cinq d'entre-elles ont répondu et un sixième terrain d'étude (Parc national des Pyrénées) a été pris en compte malgré l'absence de réponse des acteurs car les recherches étaient suffisantes :

- L'agglomération du Grand Annecy : le bureau d'étude Berest et la Syane
- La métropole Nice Côte d'Azur : le Service Environnement
- Le parc national des Pyrénées
- La communauté de communes Touraine-Est-Vallées : Chargé de mission
- La ville de Lille pour le projet LUCIOLE et le projet TRAME NOIRE : Écologue de la mairie de Lille
- La ville de Douai : le service éclairage de la mairie de Douai

Ce travail d'enquête ne rassemble pas un échantillon suffisant pour être exhaustif. Cependant, il a permis d'illustrer nos propos avec des exemples concrets et de dégager des typologies de méthodes employées par les acteurs.

1. Comment renouer avec la nuit ?

1.1 L'évolution de l'éclairage : un marqueur de l'urbanisation croissante

Si c'est au Moyen-Âge que l'éclairage public prend naissance (Bovet Pavy, 2018), c'est à partir de 1960 que les faits sont les plus marquants. En effet, l'éclairage des rues, des villes et des autoroutes a pour objectif la sécurisation. Dans le cas des éclairages routiers, l'accent sera mis sur la quantité de lumière pour faciliter le trafic et baisser le nombre d'accidents. De plus, en proportion de l'étalement urbain, tout ce jeu de lumière va s'étendre vers la périphérie. Les évolutions et les connaissances techniques vont rythmer ce développement de 1960 à nos jours. La lumière a un rôle utilitaire et souhaite véhiculer un sentiment de sécurité, propre aux pays occidentaux (Reculin, 2017). Néanmoins, des questionnements émergent sur cette lumière qui occupe de plus en plus notre espace (Mosser, 2007).

Dans les années 90, elle doit être jolie, mettre en perspective, souligner nos bâtiments et donc avoir une dimension esthétique. Les illuminations vont être démultipliées, y compris en milieu rural, pour mettre en scène les espaces et créer par la même occasion une professionnalisation autour du concepteur lumière (Narboni, 2006). Ce développement s'explique aussi au travers de la croissance et de la mise en concurrence des villes.

Par ailleurs, dans les années 2000, le développement de cet éclairage est remis en cause et apparaît une nouvelle préoccupation liée à l'éthique environnementale. Les astronomes sont les premiers en 1970 à s'inquiéter de la perte de la vision de la nuit étoilée. Dans les années 80, les écologues vont rejoindre les astronomes, vis-à-vis des impacts sur la faune. Enfin, plus récemment, les médecins s'inquiètent également, la lumière ayant un impact psychologique et physique sur l'Homme (Mallet, 2011).

1.2 La lumière et son rôle sur la perception de la nuit

L'éclairage modifie aussi notre perception de la nuit et donc de l'obscurité. La nuit rend la notion du temps floue, une parenthèse entre 2 jours, hors de contrôle de l'Homme. Ainsi, la présence de lumière a directement participé à la création d'un nouveau temps urbain : la nuit urbaine (Mallet, 2011).

D'abord, la lumière prend une autre fonction quand New York crée une forme de communication totalement inédite, la publicité lumineuse. La nuit devient colonisée par le marketing et la société de consommation. Aujourd'hui, l'objectif est de sortir du modèle des années 90 qui avait pour unique but d'éclairer. Il a donc été créé le métier de concepteur lumière qui modifie les couleurs, l'intensité lumineuse, les temporalités tout en réduisant l'éclairage. En effet, il s'agit de dépasser la seule fonction de l'éclairement et de créer une véritable scénographie urbaine, appropriée à chaque espace et rendant l'environnement urbain plus chaleureux et agréable (BOUCHER & Blais, 2014). Cette discipline crée une nouvelle manière de voir la ville (Narboni, 2006) et peut être matérialisée par un SDAL (Schéma Directeur d'aménagement lumière) ou un PLU (Plan Local d'Urbanisme) (LAGANIER, 2022).

Plus encore, la lumière est aussi devenue une source d'attractivité, comme pour Paris qui était la ville lumière ou la fête des lumières à Lyon qui attire des millions de visiteurs chaque année. La lumière en ville est l'outil parfait pour le "marketing urbain". L'usage de technique de publicité et de communication ne met plus uniquement en valeur un produit mais la ville. La lumière urbaine n'est donc pas neutre, choisir quelles zones seront éclairées, c'est choisir ce que l'on veut montrer ou cacher. C'est un outil politique très puissant (Gwiazdzinski & Straw, 2017). On peut prendre l'exemple d'une politique urbaine menée à Bordeaux au

début des années 2000. L'éclairage a été revalorisé au centre-ville, tandis que les espaces moins centraux mais très fréquentés par les travailleurs de nuit étaient moins bien éclairés.

Éclairer la ville est donc une question politique, sociale, écologique et artistique. On parle aujourd'hui d'urbanisme lumière. Une manière d'aménager la ville nocturne grâce à la lumière pour répondre à des enjeux urbains comme l'insécurité, l'inclusion sociale et aujourd'hui le respect de l'environnement. En parallèle des écologues qui vont analyser les enjeux de biodiversité, les concepteurs vont faire l'analyse des usages humains dans le temps et dans l'espace, c'est-à-dire la chronotopie. Le besoin de lumière pour les humains est nécessaire mais pas tout le temps et pas partout. L'intérêt de savoir quand il est nécessaire d'éteindre ou allumer, en prenant en compte les peurs et la perception du danger.

Au travers d'une étude menée par Virginie Nicolas exposée lors d'un webinaire, cette peur dépend de deux variables : si on est seul ou accompagné et si on est dans un endroit connu ou inconnu. Les conditions psychologiques des individus ainsi que celles du genre sont importantes à prendre en considération (Lapalud & Blache, 2019). Il est également possible de distinguer 2 types de peur : la peur viscérale car la nuit constitue pour l'individu une zone de vulnérabilité, notre vue n'est pas développée pour percevoir correctement les formes et les mouvements. L'autre peur, c'est la peur dite sociale, celle de l'individu qui peut vous menacer ou vous agresser. Elle concerne principalement le milieu urbain et commence à se développer en milieu rural. Il y a également une différence entre le danger perçu et le danger réel, notre imaginaire prenant le dessus la nuit (Blöbaum & Hunecke, 2005).

Par ailleurs, Madame Mosser s'est intéressée aux différents travaux menés dans le monde sur cette thématique "Eclairage-Sécurité". Elle explique dans son rapport que bon nombre des articles et rapports scientifiques ont été réalisés dans des pays anglo-saxons (USA et Grand-Bretagne). Selon elle, Il faut d'abord noter que *"cette littérature comporte peu de rapports d'étude ou d'enquête proprement dits"* et qu'il en résulte une *"mauvaise qualité de l'énorme majorité des travaux d'un point de vue scientifique"*. De plus, l'impartialité des travaux est remise en question, ceux-ci étant financés par des éclairagistes (Mosser, 2007).

La sécurité est devenue ces dernières années un enjeu politique fort qui rentre en conflit avec le volet environnemental qui vise à réduire la quantité de lumière. Ainsi, des études sur le sentiment de sécurité et des perceptions sont nécessaires pour intégrer ces paramètres dans la conception des nouvelles installations.

Par conséquent, la gestion de l'éclairage est parmi les enjeux les plus importants de la transition écologique des villes, d'autant que son impact est avéré sur plusieurs domaines.

1.3 La pollution lumineuse : une menace aux enjeux divers

L'éclairage public représente 48% des dépenses en électricité des communes françaises. D'autre part, en France, 62% de la population est exposée à la pollution lumineuse, l'homme ayant une biologie dépendante du rythme circadien basé sur l'alternance jour/nuit (Observatoire de la santé, 2020). De nombreuses études mettent en évidence des conséquences immédiates sur le sommeil. Sous l'effet de la lumière artificielle, l'épiphyse (petite glande située dans le cerveau) provoque une diminution de la production de mélatonine. La mélatonine est une hormone qui contribue principalement à la sensation de fatigue et au départ du sommeil (Observatoire de la santé, 2020). Selon une étude anglaise, la lumière artificielle désynchronise notre rythme circadien, un facteur qui contribuerait à la prise de poids, le développement de tumeurs, le vieillissement... (Wyse, 2011).

Ensuite, l'impact sur la faune et la flore est également notable. Le "sur-éclairage" est la cause première de la disparition d'insectes, ce qui perturbe significativement la chaîne alimentaire (Borges et Didier, 2020). Eva Knop, entomologiste à l'université de Berne a constaté une diminution de 62 % de la pollinisation nocturne, effectuée par les papillons de nuit, les punaises et scarabées dans les zones éclairées. La lumière agit comme une barrière et bloque la circulation des espèces d'un habitat à un autre. Par conséquent, elle empêche le brassage génétique, indispensable pour leur survie. Elle a un pouvoir d'attraction et représente un piège écologique pour certaines espèces (Journée d'échange, 2022). C'est une ressource à la fois énergétique comme pour le processus de photosynthèse mais aussi d'information pour la floraison par exemple. Les expositions excessives perturbent donc la germination, la croissance, l'expansion des feuilles, la floraison (S.Mallet, 2011)... D'autre part, les oiseaux migrateurs et les chiroptères sont gênés et désorientés par le skyglow (halo lumineux dans le ciel), ceux-ci utilisant les étoiles, pour se déplacer (Gillings, Scott, 2021). Comme pour l'homme, il dérègle l'horloge biologique et perturbe les processus de reproduction, de prédation, de migration et de communication (S.Mallet, 2011). Enfin, les impacts sont également visibles pour les espèces aquatiques, certaines longueurs d'onde pénétrant jusque dans les profondeurs (Israël science info, 2019).

Pour finir, en moins de 50 ans, une grande partie de la population française s'est privée de la beauté de la voie lactée qui n'est plus visible tout comme 90% des étoiles. Pour définir la noirceur d'un ciel et donc les possibilités d'observations astronomiques, John Bortle a imaginé en 2001 une échelle de mesure de la pollution lumineuse. Elle se décline de 1 (excellent ciel noir) à 9 (Ciel de centre-ville) où on ne distingue quasiment plus d'étoiles dans le ciel hormis la lune (Challéat & Lapostolle, 2014).

La trame noire apparaît donc comme un levier évident pour la protection de l'environnement permettant de réfléchir à la manière de renouer avec la nuit. Ses objectifs sont écologiques, mais comme on l'a vu, elle doit prendre en compte les enjeux sociaux et économiques.

2. La réalisation de la trame noire : un travail transversal, plus ou moins concerté

2.1 Les motivations des acteurs : un facteur influençant les actions réalisées

Les projets de trames noires n'étant pas obligatoires dans la législation, ils sont initiés par les acteurs du territoire. Néanmoins, ceux-ci ne sont pas toujours sensibles à l'impact de l'éclairage sur la biodiversité. Lors des entretiens, nous avons prêté attention aux motivations et aux objectifs qui les poussaient à mener une trame noire ainsi que les actions qui en découlent. Il s'agit également de montrer le cadre dans lequel ont pu évoluer les motivations, au travers des partenaires et des coûts globaux, obtenus avec le rapport méthodologique de l'OFB.

D'après les tableaux suivants (tableau 1), on a pu observer que les motivations intègrent la notion de biodiversité pour la majorité. Par ailleurs, lorsqu'on étudie les actions réellement réalisées par les acteurs, la prise en compte des espèces est plus nuancée. Pour Touraine-Est-Vallées, la trame noire n'a pas été mise en œuvre faute de moyens, au profit de simples modifications d'éclairage et d'extinction sans prise en compte des espèces présentes. La métropole de Nice a réalisé un travail important sur plusieurs communes. Toutefois, ce travail est réalisé proche des espaces à enjeux, considérant que la biodiversité n'est pas réellement présente en centre-ville de Nice, où seules des modifications liées à la réduction énergétique y sont réalisées. Or, l'étude du projet TRAME NOIRE de Lille, a mis en évidence que les milieux les plus anthropisés étaient loin d'être dénués de potentiels écologiques (OFB, 2020).

D'autre part, pour chaque cas, la réduction des coûts énergétiques est une motivation importante. Nous avons d'ailleurs pu observer que les économies réalisées sont souvent mises en avant dans les rapports et les documents de cadrage.

Il y a souvent une différence entre les prescriptions données par les bureaux d'étude associés aux projets et celles réellement mises en œuvre. En effet, les trames noires et les modifications d'éclairage sont très coûteuses, certaines collectivités étalent donc la mise en œuvre sur plusieurs années. L'agglomération du Grand Annecy n'a par exemple pas réalisé l'ensemble des préconisations soumises par le bureau d'étude. Les motivations principales de la Syane sont de l'ordre économique, on peut donc se demander si les préconisations pour la biodiversité vont toutes être appliquées. Les propos de la chargée de mission de Nice montrent bien que le contexte joue un rôle sur les actions menées et les motivations des acteurs qui varient avec les volontés politiques.

Enfin, on distingue également que les projets de Lille et du parc national des Pyrénées ont été initiés en partenariat avec de nombreuses structures spécialisées. Un travail de recherche a été réalisé, pour mettre en place la trame noire la plus cohérente et efficace possible. Les motivations étaient la préservation de la biodiversité et l'amélioration des connaissances. Ces partenariats ont notamment permis l'apport de subventions, de savoir-faire technique ainsi qu'un véritable travail en transversalité.

Pour finir, il est important de rappeler que nous avons étudié uniquement des projets dont la volonté était d'initier une trame noire, la biodiversité faisait donc partie des enjeux. De nombreuses villes, pour des raisons souvent économiques, décident de réaliser des modifications sans même s'intéresser à l'aspect écologique.

Tableau 1: Comparaison des motivations des acteurs (Mary Paryseck, 2022)

Métropole de Lille

	trame noire initiée en 2015	Projet Luciole initié 2017
Porteurs de projet	➤ Consortium de recherche pluridisciplinaire, ➤ Bureau d'étude Biotope, ➤ Université de Lille I, ➤ Muséum national d'histoire naturelle, ➤ Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive	➤ Ville de Lille ➤ Biotope ➤ MNHN ➤ CNRS
Partenaires	➤ Ville de Lille, ➤ Métropole européenne de Lille, ➤ Association Coordination mammalogique du Nord de la France, ➤ Région	Partenaires du projet de recherche « trame noire »
Motivations	➤ Protection de la biodiversité ➤ Amélioration des connaissances sur les Trames noires ➤ Réduction des impacts de la lumière sur l'Homme ➤ Economie d'énergie	➤ Protection de la biodiversité ➤ Economie d'énergie ➤ Tester les éclairages les plus adaptés
Actions	➤ Inventaire écologique sur les chiroptères ➤ Modélisation de l'abondance des chiroptères ➤ Identification de la Trame noire à l'échelle de la Métropole de Lille	➤ Gestion différenciée sur l'ensemble du Parc de la Citadelle ➤ Récolte de données sur la biodiversité locale

Communauté Touraine-Est-Vallées

	Projet trame noire initié en 2021
Porteurs de projet	Communauté Touraine-Est-Vallées
Partenaires	SPIE
Motivations	➤ Economie d'énergie ➤ Protection de la biodiversité pour le projet initial
Actions	➤ Modification d'éclairage avec une faible prise en compte la biodiversité

Parc National des Pyrénées

	trame noire
Porteurs de projet	Parc National des Pyrénées
Partenaires	➤ Agence Française pour la biodiversité, ➤ Centre de ressources Trame verte & bleue, ➤ UMS patrimoine Naturel, ➤ Bureau d'étude <u>DarkSkyLab</u>, ➤ <u>Cerema</u>
Motivations	➤ Amélioration des connaissances sur les chiroptères ➤ Protection de la biodiversité ➤ Économie d'énergie
Actions	➤ Détermination d'un seuil de sensibilité ➤ Gestion différenciée de l'éclairage

Ville de Douai

	trame noire initiée en 2018
Porteurs de projet	➤ Ville de Douai
Partenaires	➤ Bureau d'étude Auddicé Biodiversité
Motivations	➤ Economie d'énergie ➤ Test d'une méthode de trame Noire (Bureau d'étude Auddicé)
Actions	➤ Gestion différenciée uniquement sur le tracé de la trame noire

« La genèse du projet est venue par un concours de circonstance, nous avons un bureau d'étude Auddicé qui a une mission sur la biodiversité et une thésarde qui travaillait avec le Muséum d'Histoire Naturelle sur la mise en place une Trame noire sur un parc dans Paris avec un modèle. Ce modèle pouvait être dupliqué sur un territoire plus vaste donc la ville de Douai a été sollicitée pour être partenaire de ce projet. » - Roger Couillet – service éclairage de la ville de Douai

« En premier lieu, c'était la biodiversité qui les a le plus intéressées car elles sentaient que pour parler à leurs habitants des actions potentielles, c'était plus facile de valoriser l'impact sur leur environnement. A l'époque (2016-2017), on évoquait moins le problème d'économie d'énergie. En second, la santé de leurs populations et en trois, ce sont les étoiles. Et là maintenant avec l'actualité, c'est quand même la facture d'électricité. » Pauline Chevalier, Chargée de mission Natura 2000

Métropole de Nice Côte d'Azur

	Projet trame noire initié en 2017
Porteurs de projet	Métropole Nice Côte d'Azur
Partenaires	➤ Natura 2000 ➤ Groupe Chiroptère de Provence
Motivations	➤ Protection des sites Natura 2000 ➤ Economie d'énergie
Actions	➤ Modification sur les 3 axes uniquement aux abords des sites à enjeux

Agglomération du Grand Annecy

	trame noire initiée en 2020
Porteurs de projet	Agglomération du Grand Annecy
Partenaires	➤ Syane ➤ Berest
Motivations	Sobriété énergétique (Syane) et Ecologique (Berest)
Actions	➤ Gestion différenciée de l'éclairage sur l'ensemble du territoire ➤ Travail sur l'ambiance lumineuse

“Le projet a été fait dans le cadre d'un appel à projet du ministère de l'écologie qui s'appelle Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte. Il y avait des subventions qui étaient allouées aux collectivités sur la réflexion de l'éclairage public et d'autres domaines. Cela a permis à l'agglomération du Grand Annecy d'amorcer ce projet là et elle s'est tournée vers le syndicat de Haute-Savoie pour l'accompagner sur la démarche de Schéma Directeur d'Aménagement Lumière. On a également fait une photo aérienne nocturne pour regarder tout ce qui était pollution lumineuse.” - Bruno Nseller - Service d'éclairage de l'Agglomération du Grand Annecy

2.2 Des étapes méthodologiques incontournables malgré des mises en œuvre diverses

L'étude des trames noires menées en France a permis d'analyser les différentes approches mais on peut identifier la méthode générale suivante (figure 2) (OFB, 2020).

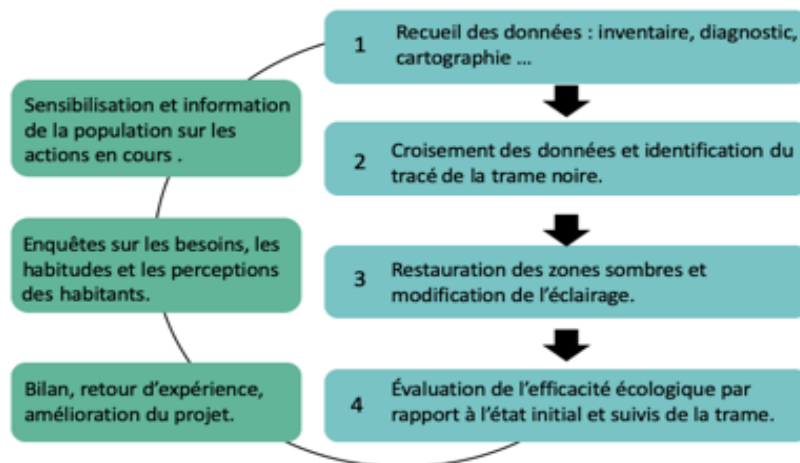


Illustration 2 : Méthode générale de mise en œuvre d'une trame noire (Jeanne LORETTE et Mary PARYSECK, 2023)

Par ailleurs, celles-ci devant s'adapter à l'environnement de chaque territoire et aux moyens à disposition, les mises en œuvre diffèrent très largement. De plus, cet outil étant récent, les méthodes utilisées sont en constante évolution (OFB, 2020). Romain Sordello identifie plusieurs typologies d'approche (figure 3).

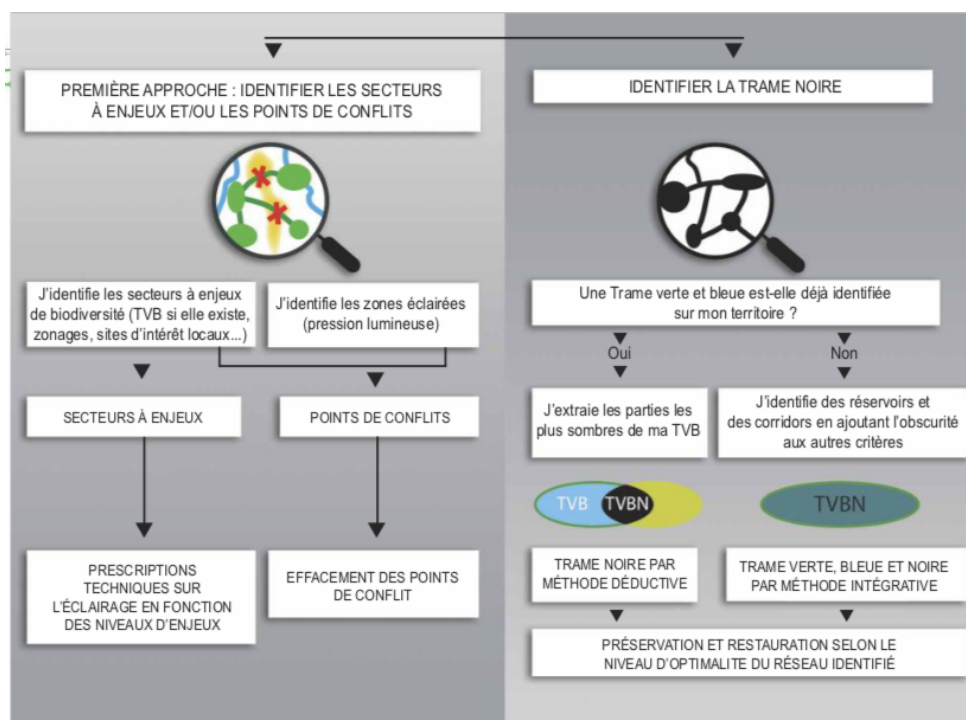


Figure 3 : Les types de méthodes de Trame noire (Sordello, 2017)

Certains acteurs identifient les points de conflits entre l'éclairage artificiel et les zones à enjeux puis effectuent les modifications en conséquence sans identifier une trame noire à proprement parler (Tableau

2). Cette approche rentre dans le cadre de la lutte contre la pollution lumineuse et permet de hiérarchiser les mesures de restauration (OFB, 2020). En revanche, elle ne permet pas de rétablir à l'échelle du territoire les continuités écologiques.

Tableau 2 : Comparaison des approches employées par les terrains d'études (Jeanne LORETTE, 2022)

<i>Terrain d'étude</i>	<i>Approche choisie</i>
Métropole de Nice	Identification des points de conflits et modification d'éclairage
Ville de Douai	Trame noire méthode intégrative
Métropole de Lille	Trame noire méthode intégrative
Agglomération du Grand Annecy	Trame noire méthode déductive
Communauté de communes Touraine-Est-Vallées	Modifications et réductions d'éclairage simplistes
Parc national des Pyrénées	Trame noire méthode intégrative en utilisant la pollution lumineuse comme facteur de dégradation des corridors de la TVB.

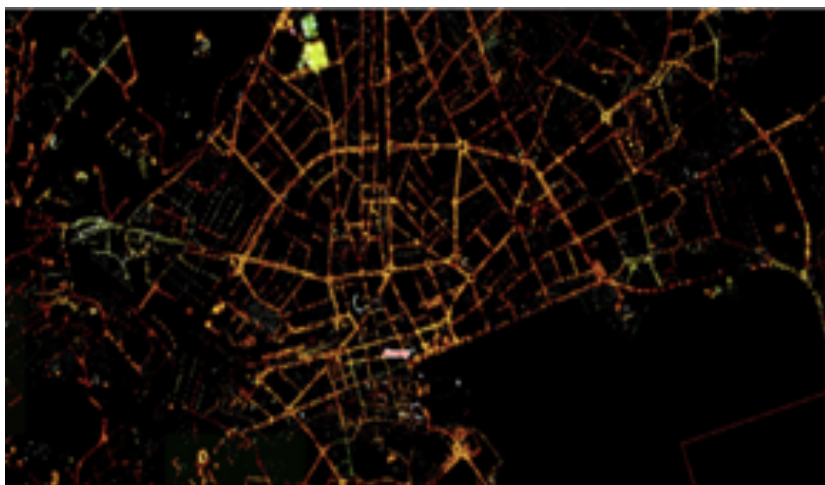
Le point de départ d'une trame noire : le recueil de données

Tout d'abord, comme on peut le constater sur la figure 2, le recueil de données constitue la première étape de réalisation d'une trame noire.

Des données sur les espèces présentes et les espaces à enjeux sont nécessaires. Les zones protégées sont souvent déjà identifiées comme les ZNIEFF, les zone Natura 2000 mais des inventaires peuvent révéler la présence d'espèces vulnérables. Il est en effet possible de réaliser des inventaires spécifiques comme l'a fait la métropole de Nice ou de s'appuyer sur les données de la TVB comme l'agglomération du Grand Annecy.

Par ailleurs, comme le démontre l'étude menée pour le projet TRAME NOIRE de la métropole de Lille, il n'existe pas de trame noire unique, car elle varie en fonction des espèces étudiées et des caractéristiques du paysage (Sordello & al, 2022). Chaque espèce a sa propre sensibilité à la lumière et aux différentes longueurs d'onde comme les chauves-souris ayant une attirance pour les lumières infrarouges (C. Voigt, 2018). Pour cette raison, certains acteurs choisissent une espèce cible pour élaborer la trame. Il s'agit généralement d'une espèce lucifuge (très sensible à la lumière) pour laquelle la collecte des données est plus facile. Les chiroptères sont souvent sélectionnés car un grand nombre de leur activité dépend de la nuit et des étoiles et que les recherches sur ces espèces ont beaucoup progressé ces dernières années (Journée d'échanges techniques, 2019). Ainsi, à partir de cette espèce, un seuil de sensibilité à la lumière peut être déterminé pour adapter les puissances maximales en termes d'éclairage comme l'a fait le parc national des Pyrénées.

Ensuite, les données écologiques ne suffisent pas, il faut disposer des données d'éclairage. Certains acteurs établissent des diagnostics de leur installations pour dans un premier temps identifier celles qui sont vétustes, le nombre de luminaires... Les données sur leur parc d'éclairage doivent normalement être accessibles. De plus, une cartographie des points lumineux peut-être réalisée à l'aide d'orthophotographies (drone ou survol aérien) ou d'images satellites (OFB, 2020). Ces images restituent plus ou moins les différents types de sources et sont ensuite exploitées en géomatique pour cartographier la pollution lumineuse. Cependant, elles sont très onéreuses et donnent un aperçu des lumières par le haut. La pollution selon les autres angles n'est donc pas prise en compte (OFB, 2020).



© SYANE et © Communauté d'Agglomération du Grand Annecy

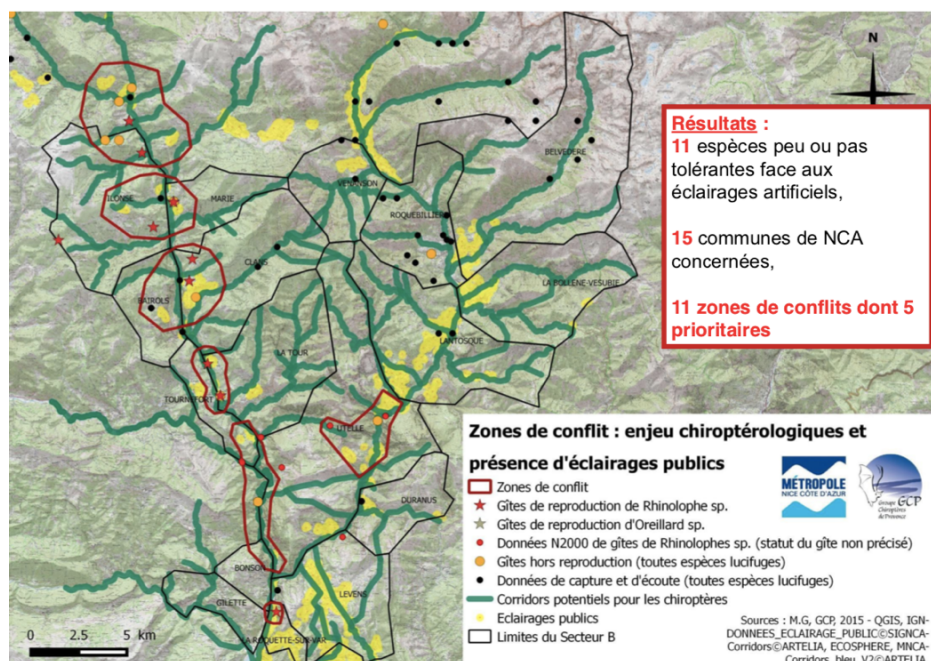
Figure 4 : orthophotographie d'Annecy (Syane, 2019)

Des entreprises se sont spécialisées dans la modélisation de la pollution lumineuse à partir des données d'éclairage par la prise en compte de la météorologie, la diffusion et la réflexion de la lumière, la temporalité... D'autre part, un atlas de la pollution lumineuse est disponible en ligne, donnant un aperçu global mais qui n'est pas assez précis à l'échelle locale. Toutefois, ces données ne remplacent pas le travail d'observation sur le terrain, pour vérifier leur exactitude et voir le rendu réel au niveau du sol.

Enfin, pour la prise en compte des usages, il est indispensable de cartographier les axes routiers, les pistes cyclables, les promenades piétonnes... Les acteurs utilisent déjà la majorité de ces données dans les PLU, SCOT, SRADDET... L'agglomération du Grand Annecy est d'ailleurs allée plus loin, en récoltant les données sur l'accidentologie des voies, le trafic routier pour avoir des informations sur les usages de la population. Il est donc recommandé de multiplier les sources de données pour avoir des informations les plus précises et adaptées possibles.

Le croisement des données menant à la hiérarchisation des espaces

La trame noire est théoriquement constituée de zones sombres à conserver et d'autres à restaurer. Les croisements et l'analyse des données donnent lieu à des cartographies afin d'identifier les points de conflits entre biodiversité, éclairage et usages des citoyens (figure 5).



© Métropole de Nice Côte d'Azur

Figure 5 : Croisement des données du haut du territoire métropolitain niçois (Métropole Nice Côte d'Azur, 2017)

Ces cartographies constituent un outil indispensable permettant aux acteurs d'effectuer un zonage hiérarchisé de leur territoire en fonction de l'importance écologique, de la densité de population, du niveau de pollution ... Il mène ensuite à la détermination des modifications de l'éclairage selon les différentes typologies d'espaces et à l'identification des sous-trames. Le bureau d'étude Berest à Annecy a par exemple identifié quatre types de zones (figure 6) : l'armature de la trame noire, les zones de perméabilité obscures, autour du lac d'Annecy, les zones de conflit entre nature et usages urbains. D'autre part, chaque zone de conflit a été catégorisée en fonction du type d'usages (zone résidentielle, centre-ville, ...) (Berest, 2022). Plus encore, la hiérarchisation de ces zones permet également d'établir un ordre de priorité des actions à réaliser.

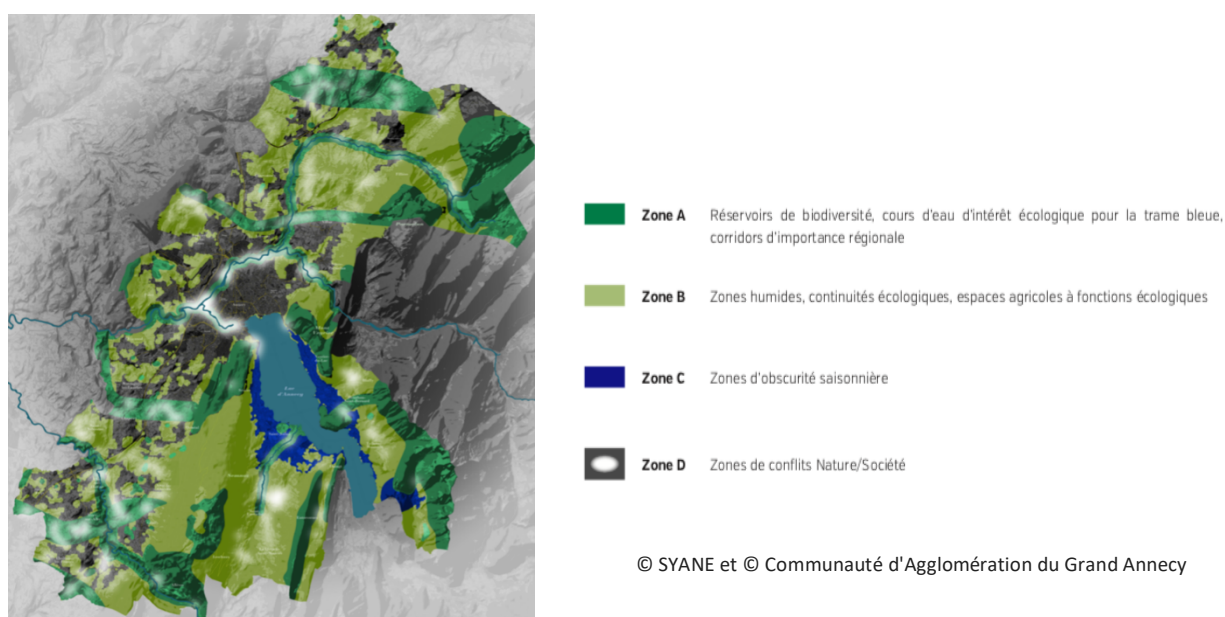


Figure 6 : zonage de l'agglomération du Grand Annecy (Berest, 2020)

Ce zonage est réalisé à différentes échelles. Dans certains cas, il est appliqué sur l'ensemble de la ville à travers un travail global sur l'éclairage prenant en compte le caractère diffus de la lumière. Par ailleurs, les modifications sont souvent cantonnées proche des espaces à enjeux comme pour la métropole de Nice ou de l'agglomération Touraine-Est-Vallées.

Enfin, le croisement de ces données mène au tracé de plusieurs corridors et réservoirs nocturnes dont la superposition constitue la trame noire (OFB, 2020). Néanmoins, en l'absence de trame verte et bleue sur laquelle s'appuyer, la pollution lumineuse peut être intégrée comme un facteur dégradant lors de l'identification des corridors. Le parc national des Pyrénées a appliqué cette méthode : une note a été attribuée aux corridors, puis rétrogradée par le facteur lumière pour ne garder que les corridors dont la note était suffisamment élevée.

Ainsi, grâce au tracé de la trame et à la détermination des différentes zones, les modifications d'éclairage peuvent être déduites.

Les modifications d'éclairage : une gestion différenciée pour "éclairer juste"

Notre premier rapport évoquait la peur du noir et les problèmes d'acceptabilité que des réductions d'éclairage peuvent provoqués. Comme dit précédemment, la réduction de la pollution lumineuse passe également par le renouement avec la nuit. La lumière ayant un caractère diffus, il est impératif de réfléchir sur l'environnement urbain nocturne dans sa globalité.



© SYANE et © Communauté d'Agglomération du Grand Annecy

Figure 7 : Ambiances lumineuse pour Annecy (Berest, 2020)

Nos études de cas ont révélé que ce travail n'est pas réalisé de la même manière et dépend des objectifs de chaque structure. Pour la métropole de Nice, les choix de modifications d'éclairage se sont faits surtout selon des critères techniques vis-à-vis de la biodiversité : LED ambrées, une puissance moindre, une orientation vers le bas. Ceci s'explique par les objectifs du projet, étant tourné autour de la protection des zones Natura 2000 mais aussi par le fait que le travail est réalisé par des chargé de mission biodiversité. Un travail sur l'esthétique nocturne des communes n'a donc pas été réalisé, mise à part pour les zones « patrimoniales » où un éclairage de mise en valeur a été choisi. En revanche, le bureau d'étude Berest (Agglomération du Grand Annecy) a proposé un réel travail sur des ambiances lumineuses moins impactantes pour les espèces et avec pour objectif de promouvoir les déplacements doux (figure 7). Ces modifications n'ont cependant pas encore été mises en place sur l'ensemble de la ville.

En termes de biodiversité, la meilleure solution reste l'extinction. Cependant, cette solution ne peut être appliquée partout et son efficacité est limitée pour les espèces dont l'activité intervient au crépuscule et à l'aube. Par conséquent, il faut diversifier les actions pour moduler l'éclairage en fonction des usages et

des types d'espaces. L'OFB recommande de réaliser des modifications d'éclairage sur 3 axes (figure 8) pour agir sur la lumière diffuse, directe et projetée.

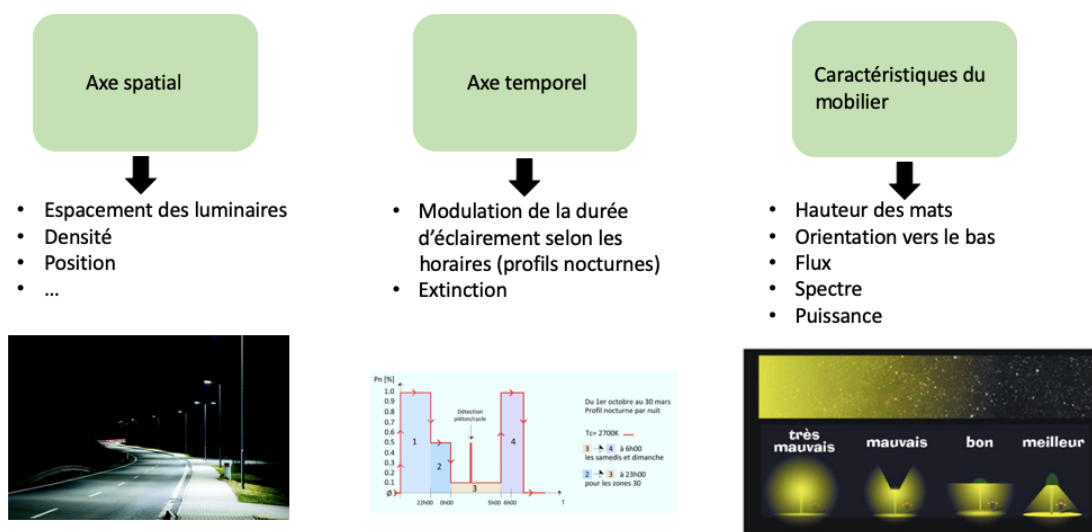


Illustration 8 : gestion intégrée de l'éclairage (Jeanne LORETTE, 2022)

Pour les caractéristiques des luminaires, les longueurs d'onde et la puissance choisies sont très importantes. La sensibilité à la lumière n'est certes pas la même pour chaque espèce, mais une adaptation et une tolérance des individus est cependant possible (Kevin J. Gaston, 2012). Une étude sur de faibles niveaux d'exposition à la lumière artificielle sur les plantes a montré que l'impact devient nocif à partir d'un niveau et d'une durée d'exposition. Ce seuil est souvent inconnu, mais il permettrait d'avoir une gestion plus efficace des conditions d'éclairage (Crump, 2021). Une autre étude a été menée par des chercheurs hollandais. Les résultats montrent que le bleu et le rouge sont des longueurs d'onde les plus problématiques en termes d'impact tandis que l'orange et l'infrarouge obtiennent les scores les plus bas (Musters et al, 2009). Les spectres étroits autour de 590 nm et en dessous de 2400 K sont donc recommandés pour les zones à enjeux écologiques (OFB, 2020).

De plus, il faut agir sur l'intrusion de l'éclairage en jouant sur l'orientation des flux car souvent la lumière est émise dans des directions inutiles et n'est pas assez ciblée (Gaston.K, 2012). La ville de Lille a par exemple utilisé des coupe-flux. Ceci permet notamment de faire des économies, car si la lumière est moins dispersée, une intensité plus faible est nécessaire et peut être corrigée en jouant sur le revêtement des sols qui reflètent plus ou moins la lumière (R.Sordello, 2018).

Enfin, il est possible de jouer sur la temporalité avec des dispositifs éteints pendant les périodes d'activité biologique importante. Deux études ont évalué l'efficacité de ces mesures sur les chauves-souris et montrent qu'elle dépend avant tout de la plage horaire sur lesquelles elles sont pratiquées. L'activité des espèces nocturnes et diurnes coïncide souvent avec celle de forte demande d'éclairage aux heures de crépuscule et à l'aube (Azam et al., 2015). La ville de Douai ou la métropole de Lille, ont ainsi déterminé des profils nocturnes pour chaque typologie de lieux, où l'éclairage est modulé en fonction de l'heure, de la saison ou des activités des espèces cibles grâce à des systèmes de détection, d'extinction et d'horloge (figure 8).

Cependant, encore une fois ce travail doit se faire en collaboration avec tous les types d'acteurs de la ville y compris les habitants pour éviter des conflits d'usage et des problèmes d'acceptabilité. L'agglomération du Grand Annecy a quant à elle établi les modifications d'éclairage pour chaque type d'espaces au cours d'atelier regroupant des élus, des techniciens et des habitants dans une démarche de co-création.

2.3 L'évaluation de l'acceptabilité sociale : un travail d'enquête pas toujours réalisé

La mise en œuvre opérationnelle d'une trame noire pose la question de son acceptation par les habitants. L'évolution de l'éclairage public est perçue comme une remise en question des modes de vie et d'un certain niveau de confort entendu de nos jours comme une norme (prolongement des activités, sentiment de sécurité, esthétisme urbain, etc.) (OFB, 2020). *“Pour limiter les risques de rejet des modifications d'éclairage et optimiser les retombées positives”*, il est important de prendre en compte les valeurs, les préoccupations et les besoins du public en amont des projets *“et si possible dans les processus décisionnels”* (Guay, 2005). La crainte ancestrale des humains vis-à-vis de l'obscurité peut provoquer par anticipation une réticence des élus à intervenir sur le sujet, de peur de déplaire à leurs administrés (OFB, 2020). En fonction des différents cas d'étude sélectionnés, il est possible de distinguer diverses formes de participation de la population à des temporalités différentes. D'abord, on relève les acteurs qui ont réalisé des enquêtes sociologiques.

En effet, dans le cas de la métropole de Lille, le projet TRAME NOIRE repose sur 2 approches afin d'évaluer les enjeux à la fois écologiques et sociologiques. L'objectif de cette analyse interdisciplinaire est de proposer un aménagement qui soit socialement acceptable et écologiquement efficace. Une étude sociologique a donc été réalisée suivant deux protocoles d'enquêtes avec pour objectif d'évaluer les pratiques communales et d'évaluer l'acceptabilité des riverains (Franchomme & Hinnewinkel, 2019). L'originalité de l'étude menée par le laboratoire Territoires, villes, environnement et société de l'Université de Lille, est d'interroger le projet et son acceptabilité en amont de sa réalisation (Franchomme & al, 2021).

Pour l'étude à destination des communes, l'entretien aborde dans un premier temps les informations générales sur le descriptif de la commune (nom, nombre habitants, situation de l'éclairage public) et sur la mise en place d'une modification de l'éclairage public. Ensuite, comme l'illustre la figure 9, des précisions sont demandées pour aboutir sur les questions de la justification des mesures, de la communication et sur le projet et du ressenti (Franchomme & Hinnewinkel, 2019).

Construction de l'enquête : thématiques abordées

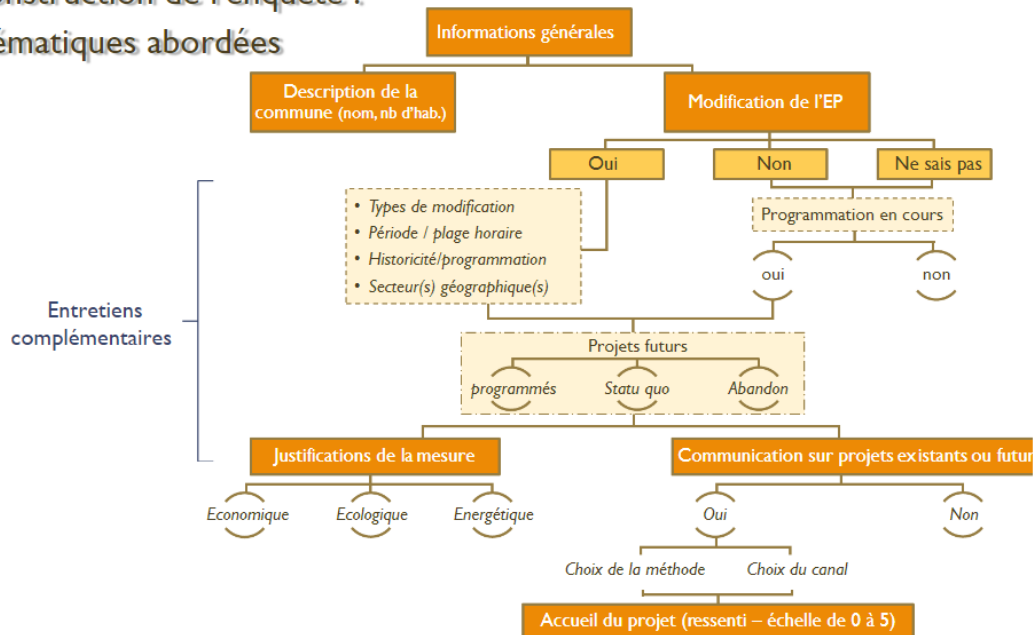


Figure 9 : Construction de l'enquête et thématique abordées avec les communes de Lille (Franchomm & Hinnewinkel, 2019)

L'étude à destination des usagers concernant leurs acceptabilités au projet a pris la forme de questionnaire (GForm) et d'entretien. Près de 800 questionnaires ont été complétés et retournés et 40 entretiens ont été réalisés. Les questions abordent essentiellement le ressenti face à la modification de l'éclairage et la perception de la faune nocturne (Franchomme & Hinnewinkel, 2019).

Le projet sur la communauté de commune Touraine-Est-Vallées s'est inspiré de la métropole de Lille. Néanmoins, leur approche sociologique aborde davantage l'acceptabilité des usagers sur la modification d'éclairage public et moins les motivations des communes. Cette étude a pris la forme d'un questionnaire (GForm). Tout d'abord, le questionnaire aborde des questions générales telles que : lieu d'habitation, moyen de transport, rythme de travail et tranche d'âge. Ensuite, est abordé la perception de l'éclairage public, l'aspect qualitatif et quantitatif du patrimoine, mais aussi les changements qu'ils ont pu constater ces cinq dernières années telles que la réduction des heures de fonctionnement, travaux de rénovation des luminaires ou encore l'amélioration de la qualité de l'éclairage. Pour finir, le projet et les critères d'acceptabilité des changements à apporter au patrimoine sont évoqués afin de faire évoluer l'éclairage vers un éclairage plus respectueux de la biodiversité (Communauté Touraine Est Vallées, 2022).

Ensuite, nous avons relevé l'absence d'enquête mais des acteurs réalisant des actions de sensibilisation en amont comme la métropole de Nice. Cette sensibilisation auprès des habitants est de la responsabilité de la commune engagée dans la démarche. La métropole propose des clés d'accompagnement à différents niveaux. Le niveau 1 avec des plaquettes de communication sur la pollution lumineuse adaptée à la commune en question, en expliquant les espèces présentes sur le territoire et les actions envisagées (annexe 2). Cette plaquette est distribuée numériquement, dans la gazette ou le bulletin municipal. Le niveau 2 d'accompagnement est d'envoyer un courrier aux habitants en leur proposant une soirée de concertation dans le but de leur présenter plus précisément les enjeux liés à la pollution lumineuse et les actions envisagées sur leur territoire. Cette soirée de concertation peut s'accompagner d'une balade nocturne le cas échéant. Néanmoins, certaines communes décident arbitrairement d'appliquer les actions envisagées sans faire cette démarche de sensibilisation et d'accompagnement auprès des habitants. Le parc national des

Pyrénées, de par ses missions, organise chaque année des journées sur ce sujet afin de sensibiliser les habitants du parc.

Plus encore, certains acteurs incluent les habitants dans la mise en œuvre de la trame, notamment à travers une concertation sur les modifications d'éclairage. C'est le cas de l'agglomération du Grand Annecy qui a réalisé des ateliers avec des élus, des experts et des habitants dans le but de faire émerger les ressentis, les opinions, les appréhensions sur plusieurs thématiques (sécurité, économie, réglementation, mutation sociale et environnement). Néanmoins, à ces ateliers, étaient essentiellement représentés les élus avec très peu d'habitants.

Enfin, comme la ville de Douai, il n'y a parfois aucune concertation préalable auprès de la population. Monsieur Couillet a expliqué que *"c'est un choix politique et pour répondre à des contraintes de temps, le projet a été monté sur 6 mois"*. Les riverains ont été informés au travers d'articles dans la presse et de reportages TV. Ils ont toutefois été questionnés quelques temps après la mise en place du projet sur leurs ressentis au travers d'un travail de porte à porte.

On a ainsi pu distinguer 4 typologies d'implication sociologique :

- Typologie 1 : Implication non présente (ville de Douai)
- Typologie 2 : Implication minimale à public ciblé (agglomération du Grand Annecy et le Parc national des Pyrénées)
- Typologie 3 : Implication fragmentée (métropole de Nice)
- Typologie 4 : Implication complète (métropole de Lille et la communauté de commune Touraine-Est-Vallées).

3. Les trames noires : un bilan positif mais à l'efficacité encore questionnée

L'efficacité d'une trame noire repose donc sur plusieurs paramètres et varie en fonction des choix des acteurs. Au cours de nos entretiens, nous nous sommes rendu compte de la diversité des motivations des acteurs. On peut par conséquent remettre en question l'efficacité d'une trame noire menée pour des raisons d'économies d'énergie ou sans consultation des habitants.

3. 1 Un bilan positif concernant l'acceptabilité sociale

Sur l'ensemble des territoires sélectionnés, l'acceptabilité est très forte et a donc donné lieu à des modifications d'éclairage public. On peut le constater par les résultats obtenus pour les enquêtes sociologiques.

En effet, les résultats obtenus au questionnaire de la métropole de Lille stipulent :

- 90 % des riverains se disent prêts à accepter une modification de l'éclairage : ils reconnaissent les effets négatifs de l'éclairage, néanmoins la trame noire reste méconnue (3% des enquêtés seulement).
- 90% des riverains sont sensibles à la protection de la nature.
- 83% des riverains sont d'accord pour une modification de l'usage de l'éclairage public pour favoriser une trame noire.

- 33% ne sont pas favorables au concept de l'extinction totale à cause du sentiment d'insécurité ; agressions et cambriolages potentiels sont évoqués spontanément.

Les résultats obtenus au questionnaire de la communauté de commune Touraine-Est-Vallées sont les suivants :

- 40% des personnes interrogées considèrent que l'éclairage public est pratique dans leur trajet quotidien.
- 87% de la population connaît l'existence de la pollution lumineuse et donc a connaissance de ses effets néfastes. Pour 40% des personnes, la lumière intrusive pénètre dans leur habitat et 38% d'entre elles trouvent cela dérangement. Cette constatation est principalement faite pour la ville de Montlouis sur Loire.
- 32% des personnes interrogées connaissent l'existence du concept de la trame noire. Les personnes sondées sont prêtes à accepter la mise en place d'une trame noire pour des raisons économiques.
- La question de l'acceptation d'une trame noire fait apparaître tout de même certaines craintes : Vision des piétons et cyclistes pour 57% et sentiments d'insécurité pour 27%

La population lilloise et de Touraine-Est-Vallées se sent concernée par les enjeux environnementaux et semble vouloir évoluer dans ce sens mais à juste mesure. En effet, même s'il y a un assez fort pourcentage de personnes en accord avec une extinction totale, il reste encore un assez fort pourcentage défavorable en raison du sentiment d'insécurité. Néanmoins, la modification de l'éclairage public semble satisfaire tout le monde.

En ce qui concerne la métropole de Nice, l'agglomération du Grand Annecy et le parc national des Pyrénées, il est plus compliqué de distinguer les résultats des mesures mis en place pour informer la population, car la démarche était essentiellement de la sensibilisation. Madame Chevalier (Métropole de Nice), nous a précisé qu'une très grande partie était en faveur de ces modifications et qu'une poignée de personnes très minoritaires contestent : *"Il y a toujours 1 ou 2 personnes qui ne sont pas d'accord et qui viennent en réunion publique pour s'exprimer "* Mais à quelles hauteurs ces personnes étaient-elles entendues ? *"cela dépend du courage des élus. Il y a des élus qui ne vont pas changer leurs positions ou qui vont chercher des solutions pour concilier un peu les 2, adapter pour satisfaire tout le monde »*. Ces propos sont appuyés par Monsieur Nsaller (Grand Annecy) *" Pour la rénovation de l'éclairage public il n'y a pas de mécontentement car l'efficacité est beaucoup plus importante donc l'éclairage est meilleur que ce qu'il était avant."* Dans le cas de la ville de Douai et selon Monsieur Couillet, l'acceptabilité sociale serait unanime puisque aucun mécontentement n'a été recensé auprès de la mairie.

3.2 Des résultats immédiats sur la biodiversité malgré l'incertitude lié à la connectivité des habitats

Concernant, le volet écologique, les différentes mises en œuvre présentent des avantages et des inconvénients du point de vue écologique et fonctionnel (figure 10).

Type de méthode	Avantages	Inconvénients	Objectif de la méthode
Identifier des secteurs à enjeux ou des points de conflits	Méthode plutôt facile à réaliser Méthode opérationnelle pour la mise en place d'actions Méthode applicable avec ou sans Trame verte et bleue préalable	Méthode qui ne constitue pas une Trame noire avec identification de réservoirs et de corridors	Répond à un besoin d'opérationnalité pour la mise en place d'actions de gestion, de réduction et de suppression de l'éclairage
Identifier la Trame noire	Identification de la Trame noire en déduction de la TVB existante (déductive)	Méthode facile à réaliser Construction à partir de l'existant (valorisation de la TVB préalablement identifiée) L'obscurité n'est vue que comme un critère « additionnel » La Trame noire ne peut pas être plus étendue que la TVB, elle en constitue un « sous-produit »	Répond à un besoin d'identification d'une Trame noire, c'est-à-dire de réservoirs de biodiversité et de corridors sombres afin de les préserver de toute dégradation future
	Identification de la Trame noire en intégrant un critère d'obscurité dans la méthode de TVB (TVBN - intégrative)	L'obscurité est considérée avec autant d'importance que les autres critères de perméabilité du paysage Méthode plus complexe à appliquer La TVBN est nécessairement plus restreinte que ce que serait la TVB puisqu'elle prend en compte en plus le niveau d'obscurité, ce qui peut éliminer des surfaces défavorables aux espèces nocturnes mais favorables aux espèces diurnes	

Figure 10 : comparaison des approches de trames noires (OFB, 2020)

D'autre part, les trames noires étant un outil récent et en cours de développement sur le territoire français, il y a peu de retours d'expérience. De plus, peu de recherches ont été réalisées pour déterminer l'efficacité des trames, mise à part une étude menée en 2010 par Gilbert Norton. Elle montre que les TVB améliorent le déplacement et permettent de spatialiser les enjeux de conservations mais certaines interrogations demeurent quant à son impact sur la viabilité des populations même si on peut imaginer qu'il est positif (G.Norton, 2010).

D'après nos entretiens, nous avons pu constater que tous les projets n'ont pas intégré la réalisation d'un état initial et un protocole de suivi. Ceci peut s'expliquer par la diversité des types d'acteurs et de leur motivation mais aussi des moyens qu'ils disposent. Ces études nécessitent la réalisation d'inventaire et de quantification des espèces présentes en amont et après la mise en place des modifications d'éclairage. Par conséquent, le coût est souvent élevé et s'il s'agit de communes, elles doivent faire appel à des structures extérieures. La métropole de Nice a réalisé une étude grâce à un partenariat avec une entreprise privée qui a fourni les capteurs. En revanche, on constate que les économies d'énergies réalisées sont souvent quantifiées et mises en avant. Parmi nos cas d'étude, les villes suivantes nous ont communiqué les résultats de leurs actions.

Tableau 3 : Bilan écologique des terrains d'études (Jeanne LORETTE, 2022)

Acteurs	Bilan écologique	Améliorations des modifications d'éclairage
---------	------------------	---

Métropole de Lille	Plusieurs études en cours de réalisation et plusieurs états initiaux fait en amont sur les insectes et les chiroptères. • Retours d'espèces lucifuges • Baisse d'activité des pipistrelles (délocalisation de leur terrain de chasse)	• Remplacement des LED qui ont moins bien marché par les LED les plus efficaces • Rallongement de la zone • Généralisation du 2400K en couleur chaude, coupe flux, extinction et détection de présence.
Métropole de Nice	Inventaire sur les chiroptères en amont. Plusieurs études en cours de réalisation et déjà réalisées • Retour d'espèces lucifuges et crépusculaires • Retours de faune nocturne aux abords des villages et des zones Natura 2000. • Baisse d'activité des pipistrelles (délocalisation de leur terrain de chasse)	• Maintien de l'extinction et élargissement de la zone

On peut d'abord constater que ces acteurs ayant réalisés ces bilans sont des acteurs sensibilisés aux questions de biodiversité et qui ont élaboré leur trame noire dans un but de conservation. Ensuite, on remarque que tous notent le retour presque immédiat d'espèces lucifuges qui ne venaient plus chasser ainsi qu'une délocalisation des espèces qui tiraient parti de l'éclairage telles que les pipistrelles communes, soit un réajustement de la répartition des espèces. Cependant, nous n'avons pas d'informations quantitatives sur ces bilans écologiques, on ne peut par conséquent déterminer si l'impact populationnel est réellement positif pour les espèces. En revanche, certains ont réalisé des améliorations des modifications d'éclairage après avoir testé plusieurs modèles de LED ou de puissance (exemple de Lille). L'extinction est d'ailleurs majoritairement maintenue et élargie (figure 13).

Toutefois, malgré ces résultats encourageants, certaines difficultés sont pointées du doigt.

3.3. Un outil encore difficile à mettre en place pour les acteurs

Les projets de trames noires ont peu à peu émergé en France ces dernières années, sans compter ceux qui sont en cours de réalisation. Ceci s'explique notamment par la publication du décret de 2018 qui doivent respecter les communes (Journée d'échanges techniques, 2019). Cet engouement soudain se justifie aussi par le contexte climatique et la crise énergétique actuelle laissant imaginer que des communes initialement hermétiques à ces recommandations vont envisager des modifications d'éclairage (Métropole de Nice, 2022).

Les trames (verte, bleue, noire, ...) sont devenues un outil connu des acteurs du territoire. Par ailleurs, la compréhension de la complexité de celles-ci s'avère parfois être un frein à leur mise en place (Luigi Boitani) ainsi que le manque de moyens (ANBDD, 2020). En 2020, une étude menée en Normandie par l'Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable a recensé des structures et collectivités « agissant en faveur de la trame noire » et a mené une enquête pour recueillir leurs besoins. Elle a été diffusée à 46 structures, représentant un public déjà sensibilisé à la biodiversité. Les résultats étaient les suivants :

- 63 % des structures s'expriment quelquefois ou régulièrement sur la pollution lumineuse, principalement pour les enjeux énergétiques, économiques et de préservation de la biodiversité (ANBDD, 2020).

- 78 % des personnes interrogées considèrent le terme ‘trame noire’ comme familier (ANBDD, 2020).

Des freins culturels liés à l’insécurité et à la méfiance vis-à-vis des nouvelles technologies ont été identifiés. De plus, les acteurs sont parfois confrontés à des difficultés techniques (normes, pas de compétences internes, programmation complexe...) et politiques (indifférence, enjeu secondaire...).

En effet, leur personnel et leur fonctionnement interne descendant ne sont parfois pas adaptés pour mettre en œuvre ce type de projet transversal qui multiplie les acteurs. Comme on a pu le voir, la réalisation d’une trame noire nécessite la prise en compte de nombreux facteurs et la récolte exhaustive de données souvent pas synthétisées et disponibles à l’échelle locale (OFB, 2020). Or, certaines communes sont limitées dans leurs moyens. La communauté de communes Touraine-Est-Vallées a par exemple réalisé des extinctions et des modifications d’éclairage sans réaliser une trame noire ou de bilan écologique, principalement pour des questions financières. On peut donc questionner l’efficacité écologique de ces actions en termes de gain pour la biodiversité. La métropole de Nice pointe également du doigt le manque de diversité de luminaires en LED ambrée, peu développées par les industriels et complexifiant la mise en place de ceux-ci au sein des communes.

D’autre part, l’étude réalisée par l’ANBDD, relève des difficultés dans la méthodologie et le manque de connaissance. L’OFB a d’ailleurs publié un guide méthodologique en pour les aider en 2020. Par ailleurs, on constate qu’il aborde peu l’aspect sociologique et de l’ambiance lumineuse montrant ainsi qu’il y a encore une différenciation des deux volets. Parmi les besoins, la formation et la sensibilisation des élus et des agents reviennent souvent.

Pour finir, certains remettent en cause l’utilisation des trames pour lutter contre la fragmentation des habitats. Luigi Boitani, reconnaît qu’elles constituent une réponse naturelle à cette fragmentation et qu’elles permettent aux décideurs politiques d’intervenir en matière de planification. En revanche, il critique les coûts et les moyens nécessaires menant à l’élaboration d’actions à l’efficacité de conservation réduite. De plus, il reproche les faiblesses scientifiques. Selon lui, les trames ont une approche simplificatrice des concepts écologiques. Elles sont en effet souvent conceptualisées sur des bases de données « d’espèces cibles » et extrapoler à l’ensemble des espèces. Ceci revenant à dire que des mesures favorables pour elles seraient favorables pour toutes les espèces. Mais est-ce vraiment le cas et peut-on vraiment guider les espèces dans leur déplacement à travers des corridors ciblés ?

Conclusion

Le renouvellement avec la nuit est indispensable aussi bien pour des questions environnementales ou sociales. La pollution lumineuse est en effet un des principaux enjeux de la transition écologique urbaine. L'urbanisme lumière doit se joindre à l'écologie dans un travail transversal sur l'éclairage urbain dans sa globalité. Nous avons pu identifier les différentes typologies de méthodes et la trame générale de mise en place d'une trame noire. La combinaison du volet écologique avec le volet sociologique varie selon les projets. En effet, grâce à cette comparaison, nous avons pu construire le graphe suivant (méthodologie en annexe), traduisant l'implication des acteurs sur le volet écologique et sociologique dans leur projet de trame noire selon les typologies employées. Il révèle que les deux volets sont souvent traités de manière inégale et distincte selon les motivations initiales, les moyens, la sensibilité des acteurs sur ces sujets...

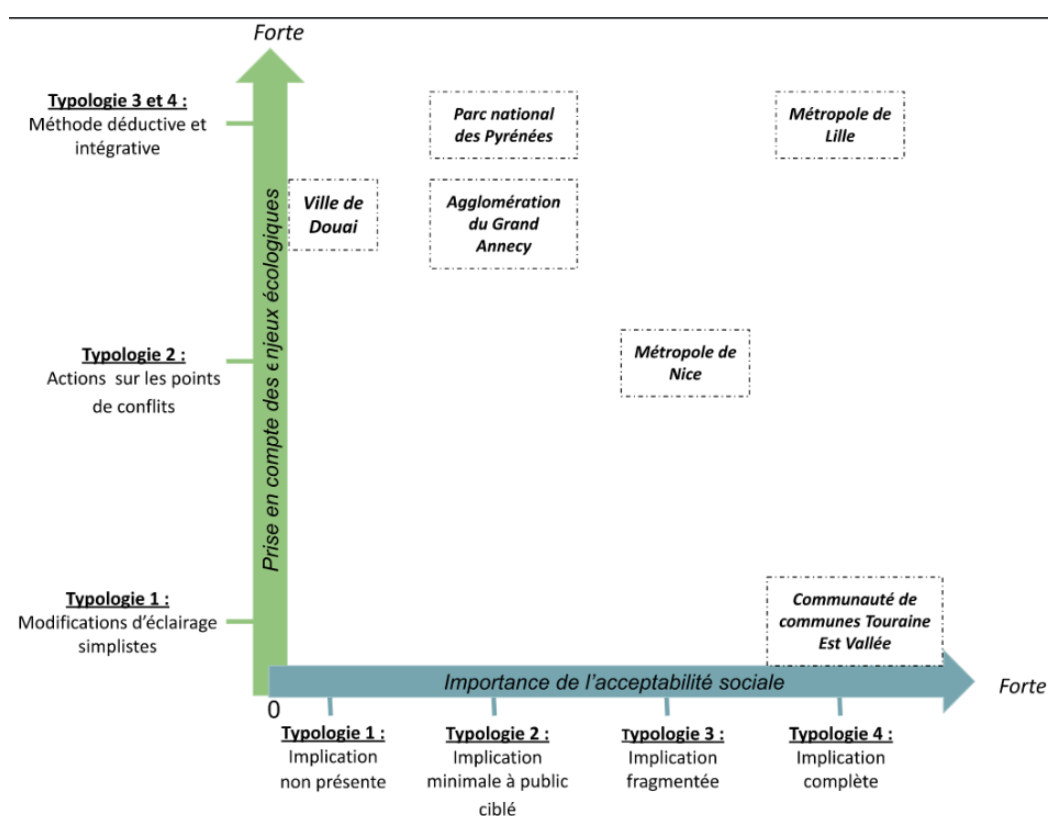


Illustration 11 : Prise en compte des enjeux écologiques et sociologiques selon les typologies d'approches (Mary Paryseck et Jeanne Lorette, 2022)

S'agissant de projets de trame noire, les enjeux liés aux espèces sont pris en compte mais les actions sont encore limitées à des zones restreintes. Le bilan écologique est dans l'ensemble positif et immédiat. La prise en compte de la biodiversité dans ces projets est un investissement coûteux et complexe à mettre en œuvre. Le manque de connaissance et de formation des acteurs est un des freins principaux. De plus, la quantification de ces résultats et la réalisation systématique de bilans initiaux et de suivis sur la biodiversité sont nécessaires pour évaluer l'efficacité de cet outil afin de les perfectionner dans le temps.

Globalement, la dimension sociale est encore peu intégrée même si elle est de plus en plus présente : elle se traduit surtout par la prise en compte des usages mais s'intéresse peu aux perceptions et au sentiment d'insécurité. Par ailleurs, nous pouvons donc constater que quelque soit les moyens mis en place (enquêtes, ateliers, brochures de sensibilisation) l'acceptabilité sociale reste très forte. Si celle-ci n'est pas

conditionnée aux moyens mis en place par les porteurs de projet, nous sommes en mesure de nous interroger sur les raisons de cette acceptabilité. Ces résultats sont cependant à nuancer, étant donné que les extinctions ont souvent été réalisées sur des zones résidentielles. Qu'en serait-il pour des quartiers de grand ensemble, des zones sensibles ou des zones plus proches du centre-ville ? Des études sur le sentiment de sécurité et sur comment la lumière peut avoir un impact sur celui-ci sont primordiales, les modifications d'éclairages devant s'appliquer sur l'ensemble du tissu urbain pour être réellement pertinentes.

Bibliographie

Articles et ouvrages scientifiques

ANBDD (Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable). (2020). *Enquête trame noire et pollution lumineuse en Normandie Analyse des besoins et des attentes* [Enquête pdf].

Anses. (2019). *Effets sur la santé humaine et sur l'environnement (faune et flore) des diodes électroluminescentes (LED)*. Rapports d'expertise collective (pdf).

Azam, C., Kerbiriou, C., Vernet, A., Julien, J.-F., Bas, Y., Plichard, L., Maratrat, J., & Le Viol, I. (2015). *Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats?* *Global Change Biology*, 21(12), 4333-4341. <https://doi.org/10.1111/gcb.13036>

Blöbaum, A., & Hunecke, M. (2005). *Perceived Danger in Urban Public Space : The Impacts of Physical Features and Personal Factors*. *Environment and Behavior*, 37(4), 465-486. <https://doi.org/10.1177/0013916504269643>

Boitani, L., Falcucci, A., Maiorano, L., & Rondinini, C. (2007). *Ecological Networks as Conceptual Frameworks or Operational Tools in Conservation : Ecological Networks*. *Conservation Biology*, 21(6), 1414-1422. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00828.x>

Borges.A & Didier.B, (06/2020), *La pollution lumineuse et les insectes* https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/ARB/Articles/Articles-PDF/Annexe-2-Revue-Opie197_pollution_lumineus.pdf

Boucher, I., & Blais, P. (2014). *L'urbanisme lumière et l'enjeu de la pollution lumineuse*. 56.Urbanite. <https://s3-ca-central-1.amazonaws.com/saintbruno-site/wp-content/uploads/2019/08/vs2035-extrait-urbanite-printemps2014-pollution-lumineuse.pdf>

Bovet-Pavy.A (10/2018), *Lumières sur la ville, une histoire de l'éclairage urbain* <https://www.lightzoomlumiere.fr/livre/lumieres-sur-la-ville-une-histoire-e-l-eclairage-urbain/>

Challéat, S., & Lapostolle, D. (2014). *(Ré)concilier éclairage urbain et environnement nocturne : Les enjeux d'une controverse sociotechnique*. *Natures Sciences Sociétés*, 22(4), 317-328. <https://doi.org/10.1051/nss/2014045>

Communauté Touraine Est Vallées, (2022 janvier), *Programme d'étude et de recherche pour le développement de la trame noire sur le territoire de la CTEV*

Crump, M. C., Brown, C., Griffin-Nolan, R. J., Angeloni, L., Lemoine, N. P., & Seymoure, B. M. (2021). *Effects of Low-Level Artificial Light at Night on Kentucky Bluegrass and an Introduced Herbivore*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 732959. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.732959>

Franchomme, M., Hinnewinkel, C., & Challéat, S. (2019). *La trame noire, un indicateur de la place de la nature dans l'aménagement du territoire : Pratiques et motivations des communes de la Métropole européenne de Lille*. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 96(2), 161-180. <https://doi.org/10.4000/bagf.4764>

Franchomme.M, Hinnewinkel.C, (2019 novembre), *Acceptabilité sociale de la trame noire : exemple de la Métropole Européenne de Lille*

<https://www.researchgate.net/publication/337562450> Acceptabilité sociale de la trame noire exemple de la Métropole Européenne de Lille

Gaston, K. J., Davies, T. W., Bennie, J., & Hopkins, J. (2012). REVIEW : *Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments*. Journal of Applied Ecology, 49(6), 1256-1266. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02212.x>

Giavi. S, Fontaine.C & Knop. E, (2021) *Impact de la lumière artificielle la nuit sur les interactions diurnes plantes-pollinisateurs*. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22011-8>

Gilbert-Norton, L., Wilson, R., Stevens, J. R., & Beard, K. H. (2010). *A Meta-Analytic Review of Corridor Effectiveness : Corridor Meta-Analysis*. Conservation Biology, 24(3), 660-668. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01450.x>

Gillings.S, Scott.C, (mai 2021) *Nocturnal flight calling behavior of thrushes in relation to artificial light at night* <https://doi.org/10.1111/ibi.12955>

Grubisic.M, Manfrin. A, Holker. F,(2018) *Insect declines and agroecosystems: does light pollution matter?* <https://doi.org/10.1111/aab.12440>

GUAY, L. (2005) – « *Controverses sociotechniques, participation et décisions publiques* », In L. Guay, P. Hamel, D. Masson & J.Y.Vaillancourt (dir.), *Mouvements sociaux et changements institutionnels : aspects comparatifs*, Québec, Presses de l'Université du Québec, pp. 375-418.

Gwiazdzinski.L, Straw.W (2017) *Habiter (la nuit)* halshs-01527907 <https://shs.hal.science/halshs-01527907/document>

Interdisciplinary Field of "Night Studies" Is Needed. J — Multidisciplinary Scientific Journal, 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.3390/j3010001>

Kyba, C. C. M., Kuester, T., Sánchez de Miguel, A., Baugh, K., Jechow, A., Hölker, F., Bennie, J., Elvidge, C. D., Gaston, K. J., & Guanter, L. (2017). *Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent*. Science Advances, 3(11), e1701528. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701528>

Kyba, C. C. M., Pritchard, S. B., Ekirch, A. R., Eldridge, A., Jechow, A., Preiser, C., Kunz, D., Henckel, D., Hölker, F., Barentine, J., Berge, J., Meier, J., Gwiazdzinski, L., Spitschan, M., Milan, M., Bach, S., Schroer, S., & Straw, W. (2020). *Night Matters—Why the Mallet*, S. (2011). *Paysage-lumière et environnement urbain nocturne*. Espaces et sociétés, 146(3), 35. <https://doi.org/10.3917/esp.146.0035>

Lapalud, P. & Blache, C. (2019). *Le genre la nuit. Espace sensible*. <https://doi.org/10.3917/lobs.053.0025>

Mosser, S. (2007). *Éclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs*. <https://doi.org/10.3917/ds.311.0077>

Narboni.R, (08/2006), *Lumière et ambiances, concevoir des éclairages pour l'architecture et la ville* <https://www.lightzoomlumiere.fr/livre/lumiere-et-ambiances-eclairage-architecture-ville-roger-narboni-le-moniteur/>

OFB, Sordello, R., Paquier, F., & Daloz, A. (2020). *Trame noires : Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre*. OFB. <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/trame-noire-methodes-delaboration-outils-mise-en-oeuvre>

Reculin, S. (2017). *Les lumières de la ville (XIXe-XXe siècle)*. <https://doi.org/10.3917/rhu.050.0005>

Sordello, R. (2017). Pollution lumineuse et trame verte et bleue : *Vers une trame noire en France ? Territoire en mouvement*. *Journal of geography and planning*. Université Lille 1 Sciences et Technologies; 2017. <https://doi.org/10.4000/tem.4381>

Sordello, R. (2018). *Comment gérer la lumière artificielle dans les continuités écologiques ?* Sciences Eaux & Territoires, Numéro 25(1), 86. <https://doi.org/10.3917/set.025.0086>

Sordello, R., Jupille, O., Deutsch, É., Vauclair, S., Salmon-Legagneur, L., & Faure, J.-B. (2018). *Trame noire : Un sujet qui « monte » dans les territoires*. Sciences Eaux & Territoires, Numéro 25(1), 78. <https://doi.org/10.3917/set.025.0078>

Sordello, R., Busson, S., Cornuau, J. H., Deverchère, P., Faure, B., Guetté, A., Hölker, F., Kerbiriou, C., Lengagne, T., Le Viol, I., Longcore, T., Moeschler, P., Ranzoni, J., Ray, N., Reyjol, Y., Roulet, Y., Schroer, S., Secondi, J., Valet, N., ... Vauclair, S. (2022). *A plea for a worldwide development of dark infrastructure for biodiversity – Practical examples and ways to go forward*. *Landscape and Urban Planning*, 219, 104332. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104332>

Touzain, T. L. (2021, octobre). *De la Trame Noire à l'environnement nocturne : s'approprier l'éclairage pour apprécier l'obscurité*. Institut Paris région. https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/Environnement/Memoire_Laetitia-Touzain_Final.pdf

Wyse CA et al. (2011) *Circadian desynchrony and metabolic dysfunction; did light pollution make us fat?* <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.09.023>

Sites internet

Biodiversité et pollution lumineuse. (2021, 13 septembre). Horizon d'Ailes. <https://horizondailles.com/2021/01/21/biodiversite-et-pollution-lumineuse/>

Biotope. *Trame Noire sur la Métropole de Lille*. Biotope, l'entreprise de l'écologie. (n.d.). Consulté le 9 Décembre 2022. Disponible sur : <https://www.biotope.fr/actualites/trame-noire-sur-la-metropole-de-lille/>

Capital de la biodiversité. Lumière Citadine Optimisée pour L'Environnement (LUCIOLE). Accueil. (n.d.). Consulté le 9 Décembre 2022. Disponible sur : <https://www.capitale-biodiversite.fr/experiences/lumiere-citadine-optimisee-pour-lenvironnement-luciole>

Chicago Smart Lighting Program. <https://chicagosmartlighting-chicago.opendata.arcgis.com/>

Eilat : Bar-Ilan U. (Israël) montre que la pollution lumineuse côtière perturbe l'horloge biologique des coraux. (2020, 11 mai). Israël Science Info. <https://www.israelscienceinfo.com/environnement/eilat-bar-ilan-u-israel-montre-que-la-pollution-lumineuse-cotiere-perturbe-lhorloge-biologique-des-coraux/>

ENS Lyon. (2022). *Trames Noires : Les coopérations d'acteurs dans le massif central pour préserver l'obscurité*. Disponible sur : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/france-espaces-ruraux-periurbains/articles-scientifiques/trames-noires-nuit-etoilee> (Consulté le 18 Décembre 2022).

Grand annecy. Stratgie Lumire. (n.d.).Consulté le 9 Décembre 2022. disponible sur: <https://www.grandannecy.fr/france/DT1498026738/page/Strategie-lumiere.html/portail-france#gsc.tab=0>
LAGANIER, V. *Urbanisme lumière*. Lightzoomlumière (portail de la lumière et de l'éclairage). Consulté le 9 Décembre 2022. Disponible sur: <https://www.lightzoomlumiere.fr/definition/urbanisme-lumiere/>

LAGANIER, V. (2022, November 19). *Trame Noire du Grand Annecy : étapes Méthodologiques*. Light ZOOM Lumière - Portail de la Lumière et de l'Éclairage. Consulté le 9 Décembre 2022. Disponible sur: <https://www.lightzoomlumiere.fr/article/trame-noire-du-grand-annecy-etapes-methodologiques/>

Le point sur la pollution lumineuse et ses effets sur la santé humaine. (2020, 10 juin). Observatoire de la santé visuelle et auditive du groupe Optic 2000. <https://www.observatoire-groupeoptic2000.fr/reperes/focus-actualite-sante-visuelle-auditive/le-point-sur-la-pollution-lumineuse-et-ses-effets-sur-la-sante-humaine/>

Les oiseaux des villes sont perturbés par la pollution lumineuse. (2010, septembre). notre-planete.info. https://www.notre-planete.info/actualites/2524-oiseaux_pollution_lumineuse

Mairie de Lille. *Le Projet " Luciole " . / Une ville durable / Lille en bref / Votre Mairie - Ville de Lille : adresses, horaires, calendriers et histoire*. (n.d.). Consulté le 9 Décembre 2022. Disponible sur: <http://www.lille.fr/Votre-Mairie/Notre-action-pour/Une-ville-durable/LE-PROJET-LUCIOLE>

Radiance light trends. (2023). Disponible sur : <https://lighttrends.lightpollutionmap.info/#zoom=3,4143825188093535&lon+6.138121lat=46.17789>

Conférences

Journée d'échanges techniques "Trame noire". 2019. Paris. Agence française pour la biodiversité. UMS PatriNat. You tube.

L'Institut Paris Region. (2022, 20 octobre). *Réconcilions-nous avec la nuit*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=m-Fu3t73scE>

Annexes :

Annexe 1 : Fiche Métropole de Nice - Interview de la chargée de mission Natura 2000

Contexte : Accompagnement des communes pour modifier l'éclairage aux abords des zones Natura 2000

- Acquisition de la compétence de l'éclairage depuis 2008 par la métropole
- Re-lanternement en LED blanches en 2015, mais le service environnement a alerté les services d'éclairage sur l'impact potentiel sur les sites Natura 2000 présents sur le territoire. Un accord avec le service d'éclairage a donc été trouvé pour adapter l'éclairage sur les sites à enjeux pour ensuite réaliser une trame noire à échelle du territoire.
- Dans le cadre de l'élaboration des plans de gestion des sites Natura 2000, la lutte contre la pollution lumineuse faisait partie des actions.

Date : 2017

Acteurs principaux :

- Groupe Chiroptères de Provence (association)
- VEOLIA Environnement
- Service Environnement de la Métropole Nice Côte d'Azur
- Communes

Motivations :

- Protection de la biodiversité
- Les services de l'éclairage n'étaient pas sensibilisés à ces questions au départ
- Motivations des communes
 - En 2016 : protection du ciel étoilé et de la biodiversité, santé des habitants
Selon les communes, ces raisons constituent des portes d'entrée plus faciles à valoriser auprès des habitants pour leur faire accepter les modifications d'éclairage.
 - En 2022 : économies d'énergie du fait contexte crise énergétique (les communes pas convaincues au début reviennent sur leur décision)

Volet écologique :

Méthode : travail sur les points de conflits

Travail sur les zones à enjeux, pas d'approche en zone très urbaine mise à part des réductions d'intensité.

1. *Cartographie de la répartition des espèces à enjeux pour chaque secteur du territoire métropolitain.*
2. *Croisement avec les continuités écologiques déjà identifiées et avec les données d'éclairage public pour identifier les zones prioritaires.*
3. *Élaboration de fiche et intégration de celles-ci dans les OAP et dans PLU métropolitain.*
4. *Accompagnement des communes dans la modification d'éclairage (gestion différenciée de l'éclairage)*

Pour chaque commune, un diagnostic d'éclairage et un croisement de celui-ci avec les données écologiques est réalisé pour déterminer les points de conflits et les modifications d'éclairage étant donné que la trame n'a pas encore été matérialisée. Ensuite, des démarches de concertation avec la commune et des actions pédagogiques sont organisées avant la mise en place des modifications.

1. Acquisition de données à partir de plusieurs espèces cibles de chiroptères

- Étude réalisée sur les chiroptères par une association naturaliste en parallèle de recherches bibliographiques pour connaître leur répartition sur le territoire

- Recherches bibliographiques pour déterminer les longueurs d'ondes les moins impactantes et les spectres les plus adaptés.
- Données d'éclairage des communes fournies par le service d'éclairage

2. Croisement des données et identification de la trame noire :

- Cartographie des données chiroptères récoltés en fonction de l'enjeu modéré, fort ou très fort.
- Croisement avec les continuités déjà identifiées (ou potentiels) et les données d'éclairage public
- Identification des zones de conflits

Cette étude a permis de déterminer les communes prioritaires à aller rencontrer pour réaliser les actions.

3. Prescriptions et actions mises en place sur l'éclairage :

- Rédaction de 4 fiches distribuées aux communes concernées
- Modification au cas par cas selon les communes sur les 3 axes

Actions complémentaires

- Étude complémentaire à Cagnes sur Mer sur l'impact de l'extinction sur les chiroptères : Utilisation de capteurs pour mesurer l'impact de l'extinction partielle de 23 h à 5h.

Résultats : effet positif immédiat avec le retour d'espèces lucifuges/ redistribution des espèces. L'extinction permet de restaurer les connexions écologiques perdues par les éclairages artificiels

- Un marché de révision de la trame verte et bleue métropolitaine sera prochainement lancé pour intégrer une trame noire
- Volonté de travailler avec les entreprises et les copropriétés

Volet Sociologique :

La consultation et la concertation avec les habitants dépend des communes, certaines ne consultent pas du tout la population. Certaines communes ont réalisé des conférences, des plaquettes de sensibilisation ou des soirées à la bougie organisée avec le PNR.

Services proposés par la métropole :

- Niveau 1 : plaquette de sensibilisation sur la pollution lumineuse (adaptée à la commune) diffuse les bulletins municipaux
- Niveau 2 : courriers dans toutes les boîtes aux lettres pour les inviter à une soirée d'échanges et d'animations autour de la nuit

Freins rencontrés :

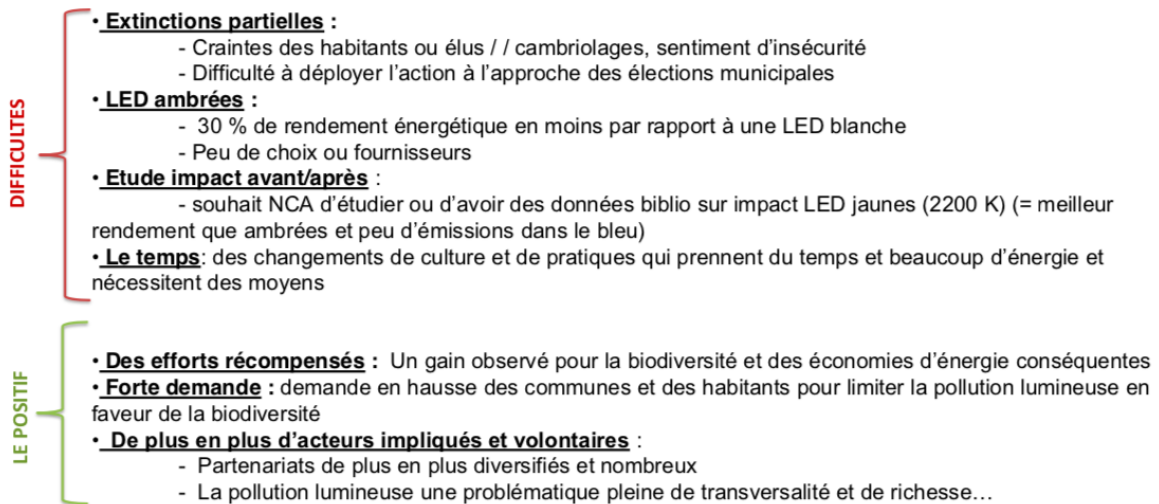
- La chargée de mission relève un réel manque d'étude sur le sentiment de sécurité au sein des territoires et l'impact des extinctions d'un point de vue sociologique.
- Craintes des habitants ou élus concernant les cambriolages et le sentiment d'insécurité
- Difficulté à déployer l'action à l'approche des élections municipales
- Le temps : des changements de culture et de pratiques qui prennent du temps et beaucoup d'énergie et nécessitent des moyens

Points positifs :

- Sur les premières communes où les extinctions ont été réalisées : à priori pas plus de cambriolages.
- Retour dans l'ensemble positif des habitants et des élus
- Forte demande : demande en hausse des communes et des habitants pour limiter la pollution lumineuse en faveur de la biodiversité
- De plus en plus d'acteurs impliqués et volontaires : Partenariats de plus en plus diversifiés et nombreux

Bilan /retours d'expérience :

Bilan



D'autres études sont en cours sur certaines communes pour évaluer l'efficacité des mesures sur certaines communes.

Questions pour l'entretien :

Qu'elles étaient les motivations de la métropole ? Pourquoi a-t-elle accepté de mener cette étude ?

VOLET écologique :

- Une formalisation de la cartographie de la TRAME NOIRE sur le territoire a-t-elle été engagée ?
- Sur combien de communes des actions de modification d'éclairage ont-elles été menées ?
- Comment les points de conflits ont-ils été identifiés ?
- Quelles sont les motivations des communes ayant entrepris des actions ?
- Des démarches sur l'éclairage privé ont-elles été réalisées ?
- La trame noire a-t-elle été inscrite au sein des documents d'urbanisme ?
- Quel est le bilan sur l'efficacité écologique de la trame noire ? Un état initial a-t-il été réalisé ?

Volet sociologique :

- Quels ont été les moyens de communication utilisés pour informer et interroger la population sur ce projet ?
- Comment a été perçue la proposition de modification de l'éclairage public par la population concernée ?
- Quelle a été la perception de la population concernant les faunes introduites ?
- Quels ont été les obstacles sociologiques qui ont pu freiner la mise en place de la trame noire ?

Annexe 2 : questionnaire distribué par la métropole de Nice

QU'EST-CE QUE LA POLLUTION LUMINEUSE ?

LA SANTÉ

Saviez-vous que la pollution lumineuse impacte défavorablement notre santé ?

☐ Oui ☐ Non

En connaissez-vous les effets, qui peuvent être multiples ?

☐ Oui ☐ Non

La lumière artificielle impacte la qualité de votre sommeil et votre capacité à mémoriser les informations reçues en journée ?

☐ Oui ☐ Non

A quel niveau d'importance attribuez-vous ce sujet sur votre propre santé ?

☐ Zéro impact ☐ Faible ☐ Moyen ☐ Fort ☐ Très fort impact

LA BIODIVERSITÉ

Saviez-vous que la pollution lumineuse nuit et modifie la faune et la flore ?

☐ Oui En connaissez-vous les effets ? _____
☐ Non Souhaitez-vous en avoir connaissance ? _____

Des solutions simples existent, quel (s) intérêt (s) y voyez-vous ? _____

Ce phénomène d'ampleur mondiale est connu depuis plus d'un siècle, en connaissez-vous son existence ? _____

La lumière artificielle impacte la qualité de votre sommeil et votre capacité à mémoriser les informations reçues en journée ?

☐ Oui ☐ Non

LES ÉCONOMIES

Saviez-vous que la pollution lumineuse augmente régulièrement ?

☐ Oui ☐ Non

Etes-vous intéressé par le gaspillage énergétique qu'elle génère ?

☐ Oui ☐ Non

La consommation énergétique des communes est fortement impactée, le saviez-vous ?

☐ Oui ☐ Non

LE CADRE DE VIE

Etes-vous gênés par la lumière de votre quartier ?

☐ Oui ☐ Non

La baisse de l'intensité sur les grands axes routiers vous a-t-elle dérangée ?

☐ Oui Pourquoi ? _____
☐ Non Pourquoi ? _____

Avez-vous eu des difficultés pour vous déplacer à pied ?

☐ Oui ☐ Non

Avez-vous ressenti un sentiment d'insécurité ?

☐ Oui ☐ Non

Avez-vous été impacté dans votre quotidien ?

☐ Oui Pourquoi ? _____
☐ Non Pourquoi ? _____

Seriez-vous favorables à l'extinction partielle des lumières dans votre quartier (23h-5h) ?

☐ Oui Pourquoi ? _____
☐ Non Pourquoi ? _____

2

3

Annexe 3 : fiche Métropole de Lille - Interview de l'écologue de la mairie de Lille

Contexte :

Projet de grande ampleur (projet métropolitain) initié depuis 2004 par la ville dans le but de restaurer la biodiversité urbaine et notamment la biodiversité nocturne.

Modélisation des continuités écologiques et étude sociologique avec le projet TRAME NOIRE en 2015 (acquisition de données et tracé de la trame noire) et modification de l'éclairage avec le projet LUCIOLE en 2017 sur le parc de la Citadelle

Motivations :

- Protection de la Biodiversité
- Réduction des impacts pour l'homme
- Acquisition de données et réflexion globale sur le sujet

Projet TRAME NOIRE : projet de recherche

Acteurs (Biotope, 2022) :

- Biotope
- Laboratoire CESCO du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris
- Le Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive de Montpellier
- Laboratoire TVES de l'université de Lille

Objectifs (Biotope, 2022) :

- Déterminer s'il était possible de s'appuyer sur le réseau de corridors existants pour le développement d'une trame noire locale
- Déterminer l'état actuel de la connectivité écologique nocturne sur la Métropole Européenne de Lille
- Savoir s'il était possible d'améliorer cette connectivité en réduisant l'intensité lumineuse.

Volet écologique :

Méthode (Biotope, 2022) :

- Inventaires écologiques à grande échelle pour des espèces de chiroptères sur des secteurs variés.
- Modélisations de la probabilité de présence, l'abondance...
- Croisement des données, identification de la trame et réponses aux questionnements initiaux

Résultats de l'étude (Biotope, 2022) :

- « Les différentes espèces de chauve-souris présentent des réponses contrastées vis-à-vis de la pollution lumineuse »
- « L'effet de la lumière sur la présence et l'activité des chauves-souris est significatif et prépondérant jusqu'à un périmètre de 700m autour des sources lumineuses »
- « La réduction de l'intensité lumineuse permet d'améliorer la connectivité du paysage pour les espèces étudiées en milieu urbain »
- « Les espèces empruntent fortement le canal de la Deûle et la ripisylve pour se déplacer »

Volet sociologique : enquête acceptabilité

- Analyses réalisées sur plusieurs communes montre que le concept de Trame noire en France est encore très jeune et mal défini.
- Les résultats d'enquêtes ont montré qu'à priori, elle serait toutefois acceptable. Les citoyens se disent prêts à renoncer au confort que leur octroie l'éclairage public pour protéger des espèces des impacts de la lumière artificielle.
- Les résultats de l'étude mettent également en évidence l'intérêt d'associer les riverains dès le début des projets de mise en place d'une trame noire.

Projet LUCIOLE (projet expérimental qui pourra être appliqué à l'ensemble de la ville)

Acteurs :

- Mairie de Lille
- Laboratoire de sociologie de l'université de Lille 1
- Étude Réseaux Écologiques et étude Trame noire : Biotope, MNHN, CNRS

Localisation : parc de la citadelle de Lille

Motivations :

- Restauration du corridor de la Deûle et les habitats naturels de certaines espèces
- Expérimenter des nouvelles technologies d'éclairage et d'équipement pour établir des recommandations
- Économies d'énergies

Actions engagées :

Changement de 300 points lumineux totalisant.

Tests de plusieurs typologies d'éclairages et modes d'allumage (coupe flux, allumage différencié, extinction...

Volet écologique :

- État initial réalisé (inventaire des chauves-souris et insecte avec boîte de capture) avec des enregistreurs sur zone avec changement et une autre sans
- Même chose pendant la phase travaux
- Ce même travail a aussi été réalisé sur les différents types de lampes (plateau de LED)

Des espèces lucifuges reviennent chasser sur ces espaces, retour d'espèces très sensibles comme le Murin Daubenton.

Baisse d'activité des pipistrelles car changement de localisation vers des points d'éclairage plus loin où elles vont capturer plus d'insectes : rééquilibrage des espèces.

Actions envisagées :

Projet Luciole 2 amélioration du projet 1 en rallongeant la zone de modification, un seul plateau envisagé car ils savent ce qui marche (apprentissage) : en dessous de 2400K couleur chaude, coupe flux, extinction et détection de présence

Volet sociologique :

- Prise en compte de l'enquête socio du projet trame noire
- Communication et sensibilisation auprès des habitants : film, site internet, panneaux de communication, presse...

Questions pour l'entretien :

- Dans quels contextes la trame noire a-t-elle été réalisée ?
- Quelles étaient les motivations de la commune ?

VOLET écologique :

Projet Luciole

- Quels acteurs ont coordonné ce projet ?
- Exemples concrets d'application de modification d'éclairage dans le cadre du projet Luciole
- Des démarches sur l'éclairage privés ont-elles été réalisées ?
- Quel est le bilan sur l'efficacité écologique ? Un état initial a-t-il été réalisé ?

Volet sociologique :

- Est-ce que l'enquête socio fait acte pour le projet trame noire et Luciole ?

Annexe 4 : fiche Touraine-Est-Vallées – interview de la personne en charge du dossier

La trame noire faisait partie du projet mais n'a finalement pas été réalisée pour des raisons financières. Ainsi seules des modifications d'éclairage ont été réalisées et de l'extinction sur certains tronçons.

Acteurs : Communauté d'Agglomération Touraine-Est-Vallées

Motivations :

- Économie financière et d'énergie
- Pour répondre au décret de 2018
- Enjeux de biodiversité au départ pour créer une trame noire

Volet écologique :

Aucune information sur les prescriptions exactes qui ont été mises en place mise à part la réduction de l'intensité et la modification de l'orientation.

Volet Sociologique :

- Mise à disposition d'un diaporama explicatif
- Ce questionnaire a été réalisé dans le but de recueillir le ressenti des habitants de la CTEV sur l'éclairage public. Plusieurs thématiques sont abordées.
- Tout d'abord, acquisition de données sur le profil des personnes ayant répondu au questionnaire: Lieu d'habitation, moyen de transport, rythme de travail, tranche d'âge.
- Questionnement sur leur perception de l'éclairage public
- Pour finir, présentation de la trame noire et les critères d'acceptabilité des changements à apporter au patrimoine afin de faire évoluer l'éclairage vers un éclairage plus respectueux de la biodiversité.

Bilan /retours d'expérience : aucun bilan réalisé

Questions pour l'entretien :

VOLET écologique :

- Est-ce que la trame noire a été mise en place ?
- Une trame noire a-t-elle été réalisée ?
- Quelles étaient les motivations de la collectivité ?
- Quelles sont les modifications d'éclairage mises en place ? et si oui lesquelles ?

Volet sociologique :

- L'étude sociologique a été réalisée en amont ou en aval ?

Annexe 5 : fiche de l'agglomération du Grand Annecy - Interview du bureau d'étude Berest et de la Syane (compétence d'éclairage du Grand Annecy)

Contexte de réalisation de la trame noire :

- Stratégie lumière du Grand Annecy en 2019 visant à construire une identité nocturne adaptée aux usages
- Réalisation d'un Schéma d'Aménagement Lumière en 2020 et d'une trame noire

Acteurs principaux :

- Syane (Syndicat des énergies et de l'aménagement numérique de la Haute-Savoie en charge de la compétence éclairage public du Grand Annecy)
- Le Grand Annecy (34 communes)
- Bureau d'étude Berest (spécialiste du design d'espace)
- Associations naturalistes
- Les habitants des communes

Motivations :

- Harmoniser le paysage nocturne du Grand Annecy d'ici 2030 et supprimer les illuminations énergivores
- Réponse à un appel à projet du ministère de l'Écologie dans le cadre du TEPCV (subvention pour réaliser le SDAL et une photo aérienne de la pollution lumineuse)
- Amélioration de la qualité de l'environnement
- Valorisation par la lumière des mobilités douces

Méthode : trame noire déductive

La Trame Noire du Grand Annecy s'appuie sur le tracé de la Trame Verte et Bleue.

1. *Dans le cadre de la stratégie lumière : diagnostic complet (modes de transport, environnement socioéconomique, l'accidentologie, le trafic routier, les lieux touristiques) permettant de hiérarchiser les voies de circulations, de prendre en compte les usages...*
2. *Détermination et modélisation des différentes zones naturelles à enjeux : hiérarchisation des corridors existants (corridors à remettre en état, perméables, non perméables...)*
3. *Croisement des données pour identifier les points de conflit.*
4. *Caractérisation de 4 types de zones A, B, C et D et du tracé de la trame noire*
5. *Établissement de préconisations d'éclairage sur chaque type de conflit et élaboration de profils nocturnes par les élus, technicien et habitants au sein d'ateliers de travail.*

Acquisition de données :

- Réalisation d'une photographie aérienne nocturne (orthophotographie)
- Identification de l'importance de chaque espace naturel dans le fonctionnement écologique sur la base de la TVB et des SRCE.
- Diagnostic du parc d'éclairage par commune
- Observation de terrain : Reportage photo sur 28 communes du crépuscule jusqu'à 1 h du matin pour observer les différents usages et leurs temporalité.

Zonage à partir des croisements cartographiques :

Zone A : Armature trame noire (zone la plus sensible)

- Corridors d'importance régionale qui favorisent les échanges de populations entre les grands réservoirs de biodiversité du Grand Annecy et des parcs naturels régionaux et nationaux.
- Réservoirs de biodiversité des espèces les plus menacées de la ville
- Cours d'eau d'intérêt écologique (trame bleue)

Zone B : perméabilité obscure

Maillage composé de zones humides et d'espaces agricoles qui permet aux espèces de se déplacer dans des espaces urbanisés.

Zones C : autour du lac

Zone considérée comme un territoire d'importance majeure avec une forte densité d'espèces protégées.

Zone D : Zone de conflit entre nature et usages urbains

Zone urbaine et point de conflit pour laquelle la stratégie lumière propose des principes communs d'éclairage.

Classification et hiérarchisation des conflits en fonction de 5 types d'espaces :

- Franchissements et obstacles aux continuités,
- Centres villes et polarités urbaines,
- Secteurs industriels ou commerciaux,
- Zones résidentielles densité moyenne ou élevée,
- Espaces ruraux et hameaux

Formulation des typologies d'éclairage :

- Co-conception participative avec le bureau d'étude, les élus, les techniciens et les habitants
- Proposition du bureau d'étude sur les scénographies de lumière pour favoriser les mobilités douces et mettre en valeur les éléments clés du territoire

Actions complémentaires :

- Intégration de la stratégie lumière dans PLUi pour en faire un document réglementaire opposable aux tiers
- Travail sur l'éclairage vétuste des copropriétés

Volet Sociologique :

- Sensibilisation des citoyens aux apports de la stratégie lumière sur le Grand Annecy : diffusion d'une plaquette, vidéo
- Pas d'enquête sociologique car mise en place d'ateliers consultatifs et les habitants ont été prévenus avant les modifications
- Réflexion du bureau d'étude sur intégration et adaptation de l'éclairage des usagers piétons et à vélos

Bilan /retours d'expérience :

- Travail collaboratif avec les élus a permis de soulever des problématiques de terrain que les regards de spécialistes peuvent occulter
- Modification d'éclairage réalisées en partie pour l'instant. Elles sont réalisées au fil des années.
- Pas de bilan sur la biodiversité pour l'instant

Questions pour l'entretien :

- Dans quels contextes la trame noire a-t-elle été réalisée ?
- Quelles étaient les motivations de la commune ?

VOLET écologique :

- Est-ce que les modifications de l'éclairage ont été réalisées sur les points de conflits ?
- Comment ont été choisis les seuils d'éclairage ?
- Mise en place d'actions sur éclairage privé ?
- La trame noire a-t-elle été inscrite au sein des documents d'urbanisme ?
- Quel est le bilan sur l'efficacité écologique de la trame noire ? Un état initial a-t-il été réalisé ?

Volet sociologique :

- Quels ont été les moyens de communication utilisés pour informer et interroger la population sur ce projet ?
- Comment a-t-elle été perçue la proposition de modification de l'éclairage public par la population concernée ?

- Quels ont été les obstacles sociologiques qui ont pu freiner la mise en place de la trame noire ?

Annexe 6 : fiche ville de Douai - Interview du responsable de l'éclairage à la mairie de Douai

Contexte : Le bureau d'études Auddicé Environnement a proposé, dans le cadre de la thèse de Julie Pauwels sur l'impact de la pollution lumineuse sur les Chiroptères, de réaliser une étude bénévole de la trame sombre de la ville.

Date : 2018

Acteurs :

- Bureau d'étude AUDDICÉ
- Ville de Douai

Motivations :

- Pour le bureau d'étude : tester la méthodologie de mise en œuvre d'une trame noire à l'échelle d'une commune moyenne
- Pour la ville : motivations économiques uniquement

Volet écologique :

Méthode intégrative à partir d'espèce cibles de chiroptères

1. *Modélisation de l'abondance de chiroptères et cartographie de l'activité de chaque espèce*
2. *Croisement avec carte éclairage pour identifier les points de conflit et le tracé de la trame noire*
3. *Établissement de préconisations sur 5 paramètres (gestion différenciée)*
4. *Établissement de profils nocturnes pour faire des éclairages modulables (détection+ plusieurs couleurs...)*

Acquisition de données :

- Recherches bibliographiques
- Photo aérienne nocturne
- Inventaire de terrain : Enregistrements sur 80 points ensuite analysés par logiciel TADARIDA
- Vérification de terrain : aperçu réel de la pollution lumineuse et vérification par rapport aux cartographies créés

Croisement des données et identification de la trame noire :

- Cartographie d'activité par espèce et superposition avec la trame lumineuse supérieure à 3000 Kelvin + corridors écologiques
- Identification des trames et sous trames et les points de conflits :
- Concertation avec service éclairage de la ville pour élaborer des profils nocturnes

Élaboration de profil nocturne pour les zones de conflits pour moduler l'éclairage

Prescriptions

- Modulation de températures de couleur (Tc) adaptées en fonction de la période et des heures d'activité des espèces
- Adaptation du niveau d'éclairement à l'usage
- Modulation de la puissance installée
- Emploi d'une photométrie adaptée
- Accentuation des contrastes pour les passages pour piétons
- Restauration de corridors verts pour minimiser la pollution lumineuse

Volet Sociologique :

- Aucune information trouvée sur internet
- Mise en place d'aucun atelier ou réunion de concertation

Bilan /retours d'expérience :

Pas de bilans réalisés au niveau écologique mais c'est en cours de réflexion

Questions pour l'entretien :

- Dans quels contextes la trame noire a été réalisée ?
- Quelles étaient les motivations de la commune ?

VOLET écologique :

- Parmi les préconisations faites par le bureau d'étude, qu'elles sont celles qui ont été appliquées par la ville ?
- Des démarches sur l'éclairage privé ont-elles été réalisées ?
- La trame noire a-t-elle été inscrite au sein des documents d'urbanisme ?
- Quel est le bilan sur l'efficacité écologique de la trame noire ? Un état initial a-t-il été réalisé ? non pas pour l'instant

Volet sociologique :

- Est-ce qu'une étude ou enquête sociologique a été réalisée sur le territoire ? si oui, quelle a été la méthode utilisée ? Et quand ?
- Quels ont été les moyens de communication utilisés pour informer et interroger la population sur ce projet ?
- Comment a été perçue la proposition de modification de l'éclairage public par la population concernée ?
- Quelle a été la perception de la population concernant les faunes introduites ?

Annexe 7 : fiche parc naturel des Pyrénées

Pas de réponses de la part des chargés de mission mais des informations conséquentes à disposition nous permettant de le compter parmi nos cas d'études

Contexte :

- Co-Réalisation de la Rice du Pic du Midi
- Acteurs déjà sensibilisés à ces questions (contexte favorable)
- Volonté du parc d'étudier impact lumière sur biodiversité (étude scientifique / programme Adap'Ter)

Date : 2013

Acteurs :

Parc National des Pyrénées
Communes engagées
Syndicat d'énergie des Hautes Pyrénées (financement)
Bureau d'étude DarkSkyLab
Cerema

Motivations :

- améliorations des connaissances sur les espèces locales et l'impact de la lumière
- ciel étoilé

- attrait touristique
- économies d'énergie

Objectifs :

- Formuler une trame verte-bleue et noire
- Étudier impact pollution lumineuse et déterminer un seuil de sensibilité

Méthodologie de la trame noire

1. *Cartographie de la pollution lumineuse du territoire du parc avec Dark Sky Lab de manière très précise*
2. *Définition du seuil de sensibilité*
3. *Intégration du seuil dans l'identification des corridors et réservoirs de la TVB*
4. *Hiérarchisation des actions à mener*

Acquisition de données :

Exclusion de tronçons de la TVB qui sont trop éclairés pour constituer trame noire. Ils n'ont gardé que les zones « faiblement éclairées »

Qu'est-ce qu'on considère comme faiblement éclairé ?

- Diagnostic de pollution lumineuse (dark sky lab) et de la biodiversité (le parc disposait des données sur chiroptères mais pas par rapport à la lumière donc ils ont dû mettre en place un protocole adapté.
- Définition d'un seuil de sensibilité à la lumière avec cartographie pollution lumineuse : Ciblage sur une espèce de chiroptères et extrapolation pour l'ensemble biodiversité (deux espèces et une famille de chauve-souris/ enregistrement)

Croisement des données et identification de la trame noire :

Intégration du seuil dans TVB

- Réservoirs sont notés en fonction de leur qualité, les réservoirs atteignant une certaine note sont intégrés à TVB
- Prise en compte facteur lumière : pollution lumineuse est venue dégrader note corridors ou réservoirs et seuls les corridors et réservoirs avec note suffisante ont été gardés.
- Permet de donner aux communes informations sur leur territoire : corridors qui devaient être dans TVB mais à cause pollution lumineuse il n'y est pas (24 communes prioritaires)

Prescriptions : recommandations sur 3 axes auprès des communes concernées.

Le parc en lien avec les syndicats d'énergie, a travaillé avec les communes dans la modification de leurs pratiques et de leurs équipements pour restaurer les réservoirs et les corridors écartés à cause de la pollution lumineuse.

Volet Sociologique :

- Mise en place d'atelier lors de la phase de projet

Bilan /retours d'expérience : Pas d'information

Questions pour l'entretien :

Quelles étaient les motivations de la commune ?

VOLET écologique :

- Exemples de communes où des actions ont été entreprises ?
- Quel est le bilan de ces modifications sur les espèces ?
- Quels sont les résultats finaux pour la détermination du seuil ?

Volet sociologique :

- Est-ce qu'une étude ou enquête sociologique a été réalisée sur le territoire ? si oui, quelle a été la méthode utilisée ? et quand ?
- Quels ont été les moyens de communication utilisés pour informer et interroger la population sur ce projet ?
- Comment a été perçue la proposition de modification de l'éclairage public par la population concernée ?
- Quels ont été les obstacles sociologiques qui ont pu freiner la mise en place de la trame noire ?

Annexe 8 : méthode de construction du graphique (figure 12)

Pour évaluer la prise en compte des enjeux deux volets (écologique et sociologique) pour chacun de nos terrains d'étude, nous avons élaboré le graphique suivant.

La prise en compte des enjeux sociologiques :

On peut distinguer 4 typologies d'implication sociologique :

- Typologie 4 : Implication complète : Métropole de Lille et Communauté Touraine Est Vallées.
- Typologie 3 : Implication fragmentée : Métropole de Nice
- Typologie 2 : Implication minimale à public ciblé : L'agglomération du Grand Annecy et Parc naturel des Pyrénées.
- Typologie 1 : Implication non présente : Ville de Douai

La prise en compte des enjeux écologiques :

Grâce au guide méthodologique de l'OFB publié en 2019, nous avons classé nos terrains d'études selon les typologies de méthodes suivantes en s'appuyant sur les avantages et les inconvénients qu'elles présentent (voir figure 8) :

- **Réduction de l'éclairage et re-lanternement en LED** (raisons économiques) : Touraine-Est-Vallées
- **Méthode d'identification des secteurs à enjeux et actions au niveau des points de conflits** : Métropole de Nice Côtes d'Azur. Il y a une prise en compte de la biodiversité mais seulement proche des points de conflits entre biodiversité et usages urbains. Aucune trame noire n'est réalisée et l'impact de la lumière diffuse est peu pris en compte.
- **Méthode déductive** : parc national des Pyrénées. La trame est restreinte aux corridors "sombre" de la TVB, elle ne peut donc pas être plus étendue que la TVB existante, mais elle prend en compte les espèces diurnes.
- **Méthode intégrative** (TVBN) : Métropole de Lille, Ville de Douai et agglomération du Grand Annecy. L'obscurité est le critère le plus important pour identifier les corridors mais ceci restreint les surfaces couvertes et ne prend pas forcément en compte l'ensemble des corridors favorables aux espèces diurnes qui sont aussi impactées par l'éclairage.

Ainsi, on a considéré que les méthodes intégratives et déductives ont le même degré de prise en compte de la biodiversité car elles présentent toutes deux des avantages et des inconvénients. De plus, les terrains d'étude ont été placés sur l'axe en fonction des actions réalisées : le parc national des Pyrénées et la métropole de Lille sont par exemple placés au-dessus de la ville de Douai et d'Annecy ceux-ci n'ayant pas réalisé l'ensemble des actions préconisées et de bilan sur l'impact de la trame sur les espèces.



Directeur.rices de recherche :

Francis ISSELIN
Nathalie BREVET

Jeanne LORETTE
UIT/ADAGE
Mary PARYSECK
UIT/ITI

PFE/DAE5

2022-2023

Effet de la mise en place des trames noires en ville : approche écologique et sociologique

Résumé :

Le contexte énergétique et environnemental actuel force les acteurs de la ville à repenser les pratiques d'éclairage, notamment pour lutter contre ce que l'on appelle aujourd'hui la pollution lumineuse. Son impact sur la biodiversité a mené à la création de trames noires et leur déploiement en France. Elles se traduisent par plusieurs types d'actions mais forment un retour à l'obscurité et des modifications d'éclairage. Leur mise en œuvre pose donc la question des usages et de l'acceptabilité des citoyens ainsi que la manière de ré-approprier le monde de la nuit. Ce rapport fait suite à un premier état de l'art qui avait pour objectif de définir les aspects sociologiques et écologiques de ce nouvel outil. Il s'intéresse notamment aux différentes méthodes utilisées et analyse comment les acteurs ont tenté de concilier efficacité écologique de la trame et acceptabilité sociale.

Mots clés : trame noire, méthodes, efficacité, acceptabilité, perception, ambiances nocturnes