

L'obscurité peut-elle devenir un outil de composition du paysage urbain nocturne ?

Auteur : Demecheleer, Romain

Promoteur(s) : Jacques, Carine

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master architecte paysagiste, à finalité spécialisée

Année académique : 2020-2021

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/11837>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

L'OBSCURITÉ PEUT-ELLE DEVENIR UN OUTIL DE COMPOSITION DU PAYSAGE URBAIN NOCTURNE ?

ROMAIN DEMECHELEER

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MASTER D'ARCHITECTE PAYSAGISTE

ANNEE ACADEMIQUE 2020-2021

PROMOTEUR: CARINE JACQUES

© Toute reproduction du présent document par quelque procédé que ce soit ne peut être autorisée qu'avec l'autorisation de l'auteur, et du Président du Comité de Gestion de la formation en Architecte paysagiste.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier ma promotrice, Mme Carine Jacques pour ses précieux conseils et son accompagnement tout au long de la rédaction de ce mémoire. Je tiens également à la remercier pour nos rendez-vous réguliers qui m'ont permis de progresser et de rendre ce travail.

Je remercie également ma mère pour la relecture de mon mémoire.

Enfin, j'aimerais remercier Charlotte Angerand pour nos nombreux échanges constructifs sur le sujet.

RÉSUMÉ

La nuit est un espace-temps bien souvent oublié des réflexions urbanistiques et paysagères. L'homme, de tout temps, a voulu prolonger ses activités diurnes dans la nuit. Cependant, cette prolongation a peu à peu entraîné la perte de la nuit, ce temps de dormance et d'obscurité.

La fin du 20^{ème} siècle a marqué un changement dans la manière d'éclairer nos villes. Ce changement est caractérisé par une recherche d'esthétique et de mise en ambiance de la ville par la lumière, ce qui a poussé les villes à utiliser la lumière de manière excessive. Il en résulte l'apparition de la pollution lumineuse qui impacte considérablement la vie nocturne.

Aujourd'hui de nombreuses voix s'élèvent pour dénoncer les conséquences de cette pollution par la lumière artificielle. Cependant, celle-ci est toujours utilisée à l'excès, défendue pour des raisons sécuritaires en ville, ne laissant aucune place à l'obscurité.

Les recherches sur la nuit, et plus particulièrement l'obscurité sont encore timides aujourd'hui. Ce travail propose d'étudier comment l'obscurité peut devenir un outil de composition du paysage urbain nocturne dans le but de diminuer l'usage intempestif de la lumière dans nos villes afin de limiter la pollution lumineuse. L'objectif est de proposer une autre manière d'envisager la ville la nuit par l'approche de l'obscurité.

Mots clés : ombre / lumière / éclairage / ville / obscurité / nuit / paysage / pollution lumineuse

ABSTRACT

Night is a space-time that is often forgotten in urban planning and landscape reflections. Man has always wanted to extend his daytime activities into the night. However, this has gradually led to the loss of the night, that time of dormancy and darkness.

The end of the 20th century marked a change in the way we light our cities. This change is characterized by a search for aesthetics and atmosphere of the city through light, which has led cities to use light excessively. This results in the appearance of light pollution which significantly impacts nightlife.

Today many voices are rising to denounce the consequences of this pollution by artificial light. However, it is still used to excess, defended for security reasons in the city, leaving no room for obscurity.

Research in the field of the night, and more particularly the darkness, is still limited today. This work proposes to study how darkness can become a tool in the composition of the nocturnal urban landscape with the aim of reducing the untimely use of light in our cities in order to limit light pollution. The aim is to offer another way of looking at the city at night through the approach of darkness.

Keywords: dark / lighting / illumination / city / darkness / night / landscape /
light pollution

TABLE DES MATIÈRES

1	I. Préambule
2	II. Introduction
2	a. Problématique
3	b. Objectifs
4	PARTIE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE, ÉTAT DE L'ART
5	1. L'espace-temps nocturne, introduction à la nuit
5	1.1 Définir la nuit
7	1.2 Rapport de l'Homme à la nuit
10	1.3 Définir le paysage nocturne
12	2. La « perte de la nuit » par la lumière artificielle
12	2.1 Définition de la lumière
14	2.2 L'éclairage public à travers l'histoire
14	2.2.1 Du feu aux premières lampes
15	2.2.2 L'avènement de l'éclairage
16	2.2.3 Du gaz à l'électricité
16	2.2.4 L'éclairage fonctionnel et sécuritaire
17	2.2.5 La naissance de « l'urbanisme lumière »
20	2.3 Lien éclairage-sécurité
25	2.4 Pollution lumineuse
27	2.4.1 La faune
27	2.4.1.1 Aspect écologique
27	a. Dérèglement de l'horloge biologique
28	b. Eblouissement
29	c. Perte de repère
29	d. Phototactisme
30	e. Fragmentation des espaces
31	f. Perturbation des cycles de vie
31	g. Déséquilibre de la relation proie/prédateur
32	2.4.2 La flore
32	2.4.2.1 Aspect écologique
32	a. Dérèglement de l'horloge biologique
33	b. Perturbation de la pollinisation
33	2.4.3 L'Homme
33	2.4.3.1 Aspect sanitaire
33	a. Dérèglement de l'horloge biologique, de la sécrétion de la mélatonine et de la structure du sommeil

35	2.4.3.2 Aspect socioculturel
35	a. Impact astronomique
37	b. Nuit source de cauchemar
38	2.4.3.3 Aspect économique
38	a. Impacts directs
38	b. Impacts indirects
40	2.3.4 Comment lutter contre la pollution lumineuse ?
40	2.3.4.1 Les solutions techniques
43	2.3.4.2 Projets de trame noire
45	2.3.4.3 Associations et réserves étoilées
46	2.3.4.4 Cadre législatif
48	3. Conclusion
49	PARTIE II : HYPOTHÈSE, OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE
50	1 Hypothèse et objectifs
52	2 Méthodologie
54	PARTIE III : RÉSULTATS
55	1. Projet Hypernuit à Saint-Nazaire
55	1.1 Analyse contextuelle
58	1.2 Analyse cartographique
60	1.3 Expériences et ambiances nocturnes
61	1.4 Lecture et perception paysagère
62	1.5 Mise en valeur de l'identité et des éléments paysagers
63	2. Van Gogh-Roosegaarde bicycle path à Eindhoven, Pays-Bas
63	2.1 Analyse contextuelle
64	2.2 Analyse cartographique
67	2.3 Expériences et ambiances nocturnes
68	2.4 Lecture et perception paysagère
68	2.5 Mise en valeur de l'identité et des éléments paysagers
69	3. Skedanoz : nuits scintillantes
69	3.1 Analyse contextuelle
70	3.2 Analyse cartographique
72	3.3 Expériences et ambiances nocturnes
73	3.4 Lecture et perception paysagère
74	3.5 Mise en valeur de l'identité et des éléments paysagers

74	4. Synthèse
75	PARTIE IV : DISCUSSION
76	1. Discussion des résultats obtenus
76	1.1 L'obscurité permet-elle de renforcer les expériences et ambiances nocturnes?
78	1.2 L'obscurité permet-elle une meilleure lecture et perception du paysage?
79	1.3 L'obscurité permet-elle de mettre en valeur l'identité et les éléments du paysage?
80	1.4 Quel est le rôle de l'architecte paysagiste dans la construction des paysages nocturnes?
82	1.5 Valorisation
82	1.6 Articulation et complémentarité du TFE avec le PFE
83	2. Critique de la méthodologie et difficultés rencontrées
83	2.1 Pertinence des projets étudiés
84	2.2 Les difficultés rencontrées
85	PARTIE V : CONCLUSION ET PERSPECTIVES
87	PARTIE VI : TABLE DES TABLEAUX / FIGURES ET BIBLIOGRAPHIE
102	PARTIE VII : ANNEXES
103	ANNEXE 1. PROJET DE FIN D'ÉTUDE

I. PRÉAMBULE

La genèse de ce mémoire découle de mon Erasmus à Montréal en fin d'année 2019 en parcourant la ville de nuit. Dans le cadre d'un projet en architecture du paysage, il nous a été demandé de réfléchir au projet dans sa temporalité diurne et nocturne. La nuit est un espace-temps auquel j'ai peu réfléchi durant de mes années d'étude. De ce fait, en réfléchissant au projet et au paysage urbain nocturne, j'ai constaté que le premier réflexe était d'éclairer le projet afin de le mettre en valeur et que l'utilisateur se sente en sécurité. Habitant depuis toujours à la campagne, la nuit est pour moi un moment de calme, de silence, d'obscurité, d'imagination et de contemplation du ciel étoilé. Je me suis alors posé la question de la place de l'obscurité dans la ville et de savoir si l'expérience nocturne était telle que je la connaissais à la campagne.

Ce mémoire va être l'occasion de réfléchir sur cet espace-temps souvent oublié des réflexions sur la ville : la nuit.

Ce travail de fin d'étude met en perspective la manière dont est pensé l'éclairage urbain aujourd'hui en portant une réflexion sur la façon dont la lumière et l'obscurité participent au paysage urbain nocturne et va tenter d'amener à une autre manière de penser la ville la nuit.

Enfin, ce mémoire a aussi pour but de vous inviter, vous lecteur, à réfléchir sur votre propre rapport perspectif à la nuit et à l'obscurité, pour, je l'espère, vous rendre plus sensible à cet espace-temps en danger.

II. INTRODUCTION

a. Problématique

La nuit a subi de profonds changements au cours du siècle dernier, l'éclairage artificiel a changé notre manière d'aborder l'environnement nocturne et permet aux villes de fonctionner 24 heures sur 24.

Aujourd'hui avec les progrès et les avancées technologiques, on assiste à un recul progressif de la nuit grâce à la lumière artificielle. Ce prolongement du jour qui nous permet d'étendre nos activités la nuit, entraîne la perte de cette dernière. Cette perte devient une problématique majeure à l'heure actuelle. Il ne s'agit pas seulement de la perte de l'obscurité et du ciel étoilé, mais aussi d'une poétique autour de la nuit par l'expérience du doute, de l'intime, et enfin de nombreux impacts, notamment sur la biodiversité.

On remarque dans ce contexte de surenchère de la lumière que les études ne reviennent pas sur le besoin même d'éclairer. Peu d'ouvrages questionnent notre relation à l'obscurité, celle-ci n'est pas considérée comme un choix mais semble davantage être subie. Il semble donc primordial de remettre en perspective l'action d'éclairer en rapport avec la relation sensible que l'Homme entretient avec l'obscurité. (Bertin, 2016, Bertin et Paquette, 2015)

Cette longue course à la lumière a permis de reculer toujours plus loin les limites de l'ombre, si bien que ces dernières années, ça a encouragé certaines voix à s'élever pour regretter la perte de toute obscurité dans la ville et le plaisir d'observer le ciel étoilé. (Narboni, 2003)

En 2009, on estimait que l'éclairage public représentait 19% de la consommation mondiale en électricité, ce qui équivaut à 5% des émissions de gaz à effets de serre et à 3% de la demande pétrolière. (AFE, 2019, Challéat et Lapostolle, 2019, Deleuil, 2009)

Outre les nombreux enjeux écologiques de la lumière artificielle, la question qui se pose est l'avenir de l'éclairage public dans une optique d'après pétrole et de décroissance énergétique qui guette notre société.

b. Objectifs

L'objectif premier de ce mémoire de recherche est d'envisager l'avenir du paysage urbain nocturne en essayant d'apporter des réponses à la question: « l'obscurité peut-elle devenir un outil de composition du paysage urbain nocturne »?

Ce questionnement découle de la problématique identifiée, à savoir le recul progressif de la nuit par la lumière artificielle et la perte de l'obscurité. Après ce constat, l'objectif est d'étudier la possibilité d'une mise en valeur de l'obscurité dans le paysage urbain.

La nuit urbaine est un domaine qui est encore peu étudié, la nuit en général est un sujet de recherche qui a longtemps été oublié. (Gwiazdzinski, 2002)

C'est seulement depuis une quinzaine d'années qu'on s'intéresse aux recherches sur la nuit.

De plus, comme le souligne Samuel Challéat (2012), docteur et chercheur en géographie, la nuit est un domaine de recherche qui sollicite de nombreuses disciplines qui apportent chacune un regard particulier. Ainsi l'écologie s'intéresse aux impacts sur la faune et la flore, l'anthropologie aux croyances, l'ingénierie aux questions de performance d'éclairage, la sociologie aux pratiques et comportements nocturnes, l'astronomie à la protection du ciel étoilé, l'urbanisme à l'éclairage public et aux usages et usagers de la ville, etc. Actuellement, la recherche sur l'éclairage est rare et lorsqu'elle est abordée, elle l'est essentiellement du point de vue technique et très peu d'un point de vue paysager et de perception des espaces.

L'objectif de ce mémoire est d'approfondir la recherche sur la nuit dans le domaine de l'architecture du paysage, c'est-à-dire sur le paysage urbain nocturne, sa perception et sa composition en se focalisant sur l'obscurité. L'architecture du paysage est un domaine qui croise de nombreuses disciplines, c'est pourquoi il sera nécessaire de les prendre en compte.

PARTIE I

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE, ÉTAT DE L'ART

1. L'ESPACE-TEMPS NOCTURNE, INTRODUCTION A LA NUIT

1.1 Définir la nuit

Avant toute chose, il est important d'introduire et de comprendre le contexte nocturne, à savoir la nuit, le paysage et l'obscurité.

Le mot « nuit » possède plusieurs définitions (Larousse, s.d.):

« *Durée comprise entre le coucher et le lever du Soleil et pendant laquelle ce dernier n'est pas visible* ».

« *Obscurité, disparition de la lumière, après le coucher du soleil* ».

« *Cette période considérée du point de vue de l'occupation ou du sommeil* ».

D'un point de vue purement astronomique, la nuit occupe la moitié de la planète pendant que de l'autre côté il fait jour. La nuit est le résultat de la rotation de la terre, et l'inégalité de sa durée dépend de l'inclinaison de l'axe autour duquel s'effectue cette rotation. Il fait donc jour et nuit simultanément sur terre, mais jamais au même endroit au même moment. L'axe de rotation de la terre étant de 22 degrés, la durée de la nuit varie selon les saisons, elle est ainsi plus courte en été qu'en hiver. Autour de l'équateur, jour et nuit s'équivalent en terme de durée tout au long de l'année. (Bertin, 2016; Bureau, 1997)

Cette réalité astronomique met en avant le fait que la nuit diffère selon la situation géographique et est loin d'être identique pour tout un chacun. Les Inuits par exemple vivent dans le grand nord et ont des jours et des nuits totalement différents de nos latitudes. Contrairement à nos nuits toujours sombres et nos journées lumineuses (variant selon les saisons), les latitudes du grand nord sont caractérisées par un soleil de minuit (ou jour polaire, le soleil ne se couche pas) vers les mois d'été (varie évidemment selon les latitudes) et par des nuits polaires (le soleil ne se lève pas) les mois d'hiver. De ce fait, leur rapport à la nuit et au temps est totalement différent du nôtre, régi par les saisons, très différentes les unes des autres. Pour eux, le facteur obscurité et lumière ne sont donc pas des qualificatifs propres à la nuit ou au jour. (Bordin, 2013)

Cet exemple montre que la nuit n'est pas synonyme d'obscurité. Mais cela est aussi vrai pour nous occidentaux. Le cycle naturel des saisons a un impact non seulement sur la durée de la nuit mais aussi sur sa perception. Par exemple l'hiver, la neige recouvre le paysage d'un manteau blanc qui augmente de manière importante la lumière, qu'elle soit naturelle (lune et étoiles) ou artificielle. En ville, la neige permet d'améliorer la lisibilité du paysage par la

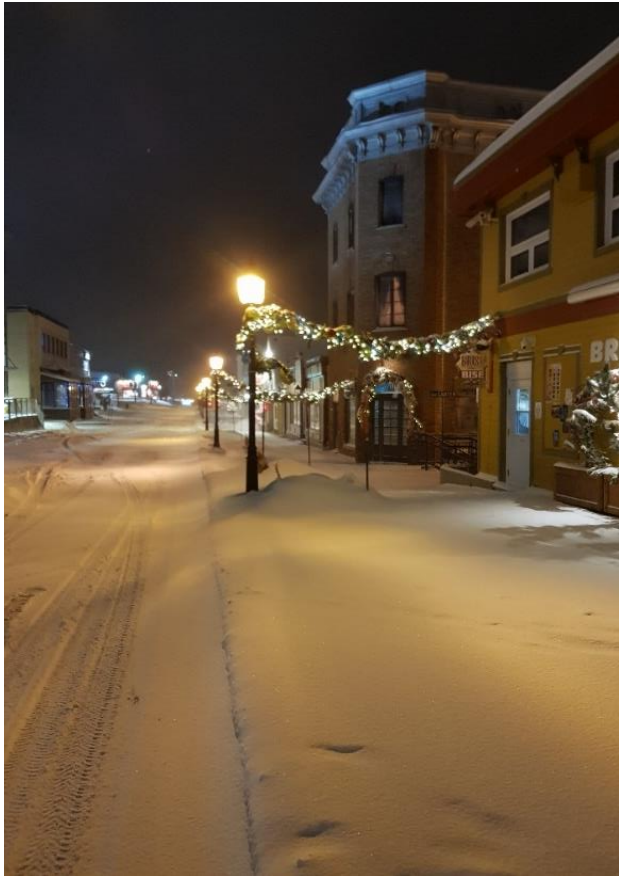


Fig. 1 – Rue enneigée qui réfléchit la lumière, Gaspé, Québec.
(Photo personnelle, 2019)

réverbération de l'éclairage qui donne l'impression de voir aussi bien que durant le jour. La neige change grandement l'apparence des villes et la pollution lumineuse, par la présence de particules dans l'air qui agissent comme support de réflexion de la lumière, renforce cet effet. J'ai pu constater ce phénomène à Montréal au Québec, où j'ai eu la chance de séjourner pendant 5 mois et où l'hiver est particulièrement long et froid.

La nuit est aussi caractérisée par l'arrêt général des activités, un temps de sommeil. Cependant, cela n'est pas vrai pour toutes les espèces, certaines s'endorment tandis que d'autres s'activent, comme les chouettes et les chiroptères. Les espèces végétales aussi sont impactées par la nuit, il s'agit d'un temps de repos où la photosynthèse est interrompue en attendant le retour du soleil. Chaque espèce s'est adaptée et a développé ses propres stratégies pour pouvoir se déplacer, chasser, etc. la nuit. Tout le monde vivant, toutes les espèces sont régies par le cycle jour-nuit.

La nuit est donc difficile à définir et semble différente pour chacun. Comme le remarque Luc Gwiazdzinski, la nuit varie de manière spatio-temporelle, selon la latitude, la longitude, la météorologie ou la saison (2016).

Enfin, l'adjectif nocturne renvoi à ce qui est propre à la nuit. Le paysage nocturne est donc un paysage qui se réfère à la nuit. Le paysage nocturne est souvent associé à un paysage naturel préservé de lumière artificielle, qui se caractérise donc par une certaine obscurité et permet la contemplation des étoiles. Or, comme on vient de le voir, certaines civilisations de hautes latitudes voient leurs nuits éclairées par le soleil. De plus, un paysage nocturne n'est pas forcément naturel, les paysages éclairés et illuminés (donc artificiels) sont également des paysages nocturnes. Un paysage nocturne est donc lié à l'espace-temps de la nuit.

1.2 Rapport de l'Homme à la nuit

La nuit possède plusieurs définitions mais aussi plusieurs sens figurés. En effet, *« elle n'est pas vécue partout et par tous de la même façon. Elle peut signifier angoisse ou rêverie, peur ou quiétude, vigilance ou repos, insécurité ou liberté »*. (Gwiazdzinski, 2016)

Si on s'intéresse à l'étymologie du mot « nuit », selon le grand dictionnaire universel du XIX siècle Larousse, il dérive de la racine sanscrite naç (périr), désignant la mort ou le dépérissement du jour et se rattache à des idées de destruction et de malheur, tandis que le mot « jour », de la racine div (briller), exprime la notion de lumière et se lie aux noms du ciel et de la divinité. (Bureau, 1997)

Les 5 premiers versets de la Genèse, qui constitue l'explication de l'origine et de la création du monde, racontent le premier jour de la création et de la naissance de la lumière :

« Au commencement, Dieu créa les cieux et la terre. La terre était informe et vide : il y avait des ténèbres à la surface de l'abîme, et l'esprit de Dieu se mouvait au-dessus des eaux. Dieu dit : « Que la lumière soit ! » Et la lumière fut. Dieu vit que la lumière était bonne ; et Dieu sépara la lumière d'avec les ténèbres. Dieu appela la lumière jour, et il appela les ténèbres nuit. Ainsi, il y eut un soir, et il y eut un matin: ce fut le premier jour. » (Genèse 1 :1-5)

On retrouve dans la tradition biblique l'opposition jour / nuit, divin / ténèbres, bien / mal, lumière / obscurité, vie / mort.

La religion considère la lumière comme le paradis et le noir comme l'enfer. Ainsi, depuis toujours la nuit et l'obscurité sont associées au mal, au danger et à la peur. Dans la tradition judéo-chrétienne, le monde se divise en deux : le Bien et le Mal. La religion a influencé de nombreuses civilisations sur leur rapport à la nuit à travers rites et prières dans la peur de ne pas retrouver le jour. Il en résulte qu'aujourd'hui, la peur de la nuit et du noir persiste et que son origine remonte à des millénaires.

Notons que la peur de la nuit et de l'obscurité est particulièrement présente en occident, liée à un héritage non seulement religieux mais aussi culturel. Le livre « éloge de l'ombre » (1933) de Junichirô Tanizaki (écrivain japonais met en évidence une différence fondamentale sur les rapports avec l'ombre entre les civilisations orientales et occidentales. De fait, la première se plaît parmi les ombres, tandis que la seconde les chasse. Selon lui, la beauté est un pur produit

né de l'harmonie calculée entre l'ombre et la lumière et le beau perd son existence si l'on supprime les effets d'ombres. (Tanizaki, 1933)

Cette différence du goût pour l'ombre se voit même jusque dans les jardins. Là où les japonais aménagent des bosquets ombragés, les occidentaux étalent de vastes pelouses plates. Pour les orientaux, l'ombre a un vrai rôle de composition, que ce soit dans la maison ou dans le jardin.

En Occident, la peur de l'obscurité est aussi nourrie par le 7^{ème} art. Un grand nombre de titres de films comprennent le mot « nuit ». La nuit n'est généralement pas le centre de l'histoire mais offre un contexte propice au déroulement de celle-ci. Le cinéma, en proposant des scènes nocturnes raconte au spectateur la nuit, et bien qu'elle n'apparait en général que comme un décor, on peut constater qu'elle n'est pas juste un fond, mais qu'elle a une influence sur l'ambiance, sur les personnages, leurs humeurs, leurs comportements, leurs attitudes, etc. Souvent au cinéma, la nuit est synonyme de débauche, de violence, de meurtre et influence de ce fait les représentations que l'on se fait de la nuit en nous procurant un sentiment de peur et d'insécurité. De cette manière, le cinéma a cette capacité à influencer et nourrir nos perceptions de la nuit. (Allemand, cité par Espinasse et al., 2005)

Bien que la vision populaire de la nuit soit angoissante, qu'elle soit synonyme de perte de repère, de visibilité, elle est paradoxalement aussi un espace-temps important pour l'émancipation de la pensée. Pour de nombreux artistes, la nuit naturelle et obscure est un moment d'introspection et d'inspiration. Ainsi à travers les écrits de la poète Gaspara Stampa dans *notte candida* (notte candida) au XVI^{ème} siècle, la nuit obscure est décrite comme « *plus belle et plus heureuse que les jours les plus heureux et les plus beaux* ». (Gwiazdzinski, 2016).

L'obscurité n'est pas la seule composante inspirante de la nuit, elle s'accompagne aussi de la visibilité d'un ciel étoilé. Bien que les étoiles soient toujours présentes dans le ciel, l'obscurité dans le paysage nocturne est nécessaire pour leur observation afin d'avoir un contraste suffisant avec la lumière qu'elles dégagent. Le ciel étoilé nocturne a eu de multiples influences sur l'homme, que ce soit à travers l'art, la philosophie, la littérature, la religion, la science, la musique. Ce contact avec le ciel étoilé, l'expérience de la contemplation du ciel nocturne forge les questionnements propres à l'humain, mais aussi nourrit ses peurs et son imagination.



Les artistes se sont en tout temps inspirés du ciel étoilé. Citons par exemple Vincent Van Gogh à travers son tableau la nuit étoilée de 1889.

En photographie, le travail de Thierry Cohen sur la nuit nous fait rêver de nuits naturelles en ville. Son projet s'intitule *Darkened cities* (villes éteintes) et consiste à nous montrer le ciel étoilé tel que l'on pourrait l'admirer sans l'éclairage des villes.

Fig. 2 - La nuit étoilée, Van Gogh 1889 (trouvé sur kazoart, 2017)

Pour réaliser de tels clichés, Cohen photographie des sites iconiques des plus grandes villes en prenant soin de noter l'heure, l'angle, la latitude et la longitude du cliché. En ayant noté ces informations précises de son paysage urbain, Thierry Cohen est en mesure de suivre la rotation de la terre vers des endroits de clarté atmosphérique comme les déserts. A ces endroits précis il installe sa caméra pour enregistrer ce ciel oublié et superpose enfin les deux clichés. La photo finale montre les villes éclairées uniquement par la luminosité du ciel. (Prost, 2014)



Fig. 3 - Photomontage de Paris, France (Cohen, 2012)

La nuit obscure et étoilée a marqué l'Homme dans son histoire, elle est à la fois source d'angoisse et de peur, et source d'inspiration infinie, que ce soit pour les artistes ou pour chaque être humain.

1.3 Définir le paysage nocturne

Nous venons de définir la nuit, mais qu'en est-il du paysage, et plus particulièrement du paysage nocturne ?

Prenons quelques définitions du mot « paysage » tirées des dictionnaires :

« *Vue d'ensemble que l'on a d'un point donné* » (Larousse, s.d.)

« *Partie d'un pays que la nature présente à un observateur* » (Robert, s.d.)

« *Ensemble d'un pays qui s'offre à la vue* » (l'internaute, s.d.)

Ces définitions classiques du paysage mettent en avant le fait que celui-ci est en rapport avec la vue, qu'il est même réduit à la vue. Jouir de la vue serait jouir du paysage. Cette vue est rapportée à un observateur qui est le sujet qui porte un regard sur l'objet paysage. On vit le paysage à travers son image, sa vision.

Ces définitions remettent en question la notion de paysage nocturne lorsque celui-ci est plongé dans l'obscurité. Si dans la nuit l'observateur voit moins bien, la question du paysage nocturne pousse à réinterroger cette notion de regard. On peut dès lors s'interroger sur l'existence du paysage nocturne lorsqu'il est réellement obscur. L'obscurité défie la vision, nous rend temporairement aveugle, le temps que l'œil s'habitue car il ne fait jamais totalement noir. La nuit limitant nos capacités visuelles, elle oblige nos autres sens à se mettre en éveil. (Bertin et Paquette, 2015, Bureau, 1997)

« *Un paysage, on le sent, on le respire, bien avant de le comprendre.* »

(Loiseau et al. (1993), p. 42)

Le paysage nocturne se dévoile alors différemment à nous, à travers nos autres sens. Le paysage n'est pas qu'à voir, il est à vivre. Le paysage ne s'envisage pas seulement à travers la vue, mais à travers l'ensemble des sens : l'ouïe, l'odorat, le toucher, le goût, l'ensemble du spectre sensible et sensitif interviennent dans l'appréhension et la compréhension des paysages. Le paysage s'appréhende de manière pluri sensorielle. (Pacte Grenoble, 2017)

Il y a les paysages sonores, que ce soit les bruits de fonds d'une voie rapide, le son d'un clocher. Il y a aussi les paysages olfactifs, l'odeur unique d'un sol d'une région, de certaines plantes. Il y a bien sûr les paysages tactiles, que ce soit le vent ou le soleil sur notre visage, mais aussi la fermeté d'un sol. Réduire le paysage à la vue, c'est le raboter. (Furnelle, s.d.)

Tous ces autres aspects du paysage sensoriel sont accentués la nuit par la perte partielle ou totale de la vue. On porte tout à coup attention à nos autres sens, on palpe le sol pour comprendre où nous marchons, on fait attention aux bruits qui nous entourent. La nuit, tout comme le temps de la marche, la lenteur et la simplicité, sont particulièrement propices à la découverte du paysage pluri sensoriel.

La définition du paysage par la Convention Européenne (2000) est plus complète : « *Le paysage désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations.* »

Cette définition renforce l'idée que le paysage n'est pas que l'apparence (ou la vue) d'un territoire, le spectateur fait partie du paysage et le perçoit à travers des aspects esthétiques, culturels, sociologiques ou encore psychologiques, qui sont autant de filtres par lesquels l'homme le perçoit.

Pourtant, on a longtemps identifié le paysage, en Occident, comme la partie du territoire qui s'offre à la vue. La vue est le sens considéré comme "dominant" dans la perception du paysage. La définition courante du paysage établit aujourd'hui que le paysage est une vue sur un territoire obtenue depuis une hauteur, un belvédère. En Occident, l'œil et la vision sont donc au centre de la perception du paysage, au détriment des autres sens. (Besse, 2009)

Jean-Marc Besse, dans son livre « le goût du paysage » (2009), rajoute que ce modèle culturel du rapport au paysage est issu de l'imagerie militaire. En ce sens, il reprend les propos d'Yves Lacoste (1990) : l'observation des paysages sert d'abord à faire la guerre, dans une logique de *visible* et *visable*. C'est-à-dire que le paysage est avant tout un espace soumis à une volonté de contrôle, visuel et stratégique. Il est observé depuis une hauteur par le chef de guerre qui met en œuvre ses tactiques militaires. Le point de vue sur le paysage, vu comme un champ d'action, lui permet de voir (*visible*) et de tirer (*visable*). (Besse, 2009)

C'est cette logique de *visible* et *visable* de la stratégie militaire qui a façonné nos paysages modernes. Nos villes se sont développées autour de citadelles, de forts placés sur les hauteurs qui surplombent les paysages et contrôlent la vallée, et sont traversées par de longs et larges axes qui permettent de faire défiler les troupes militaires. Cette logique a même façonné nos paysages nocturnes : la lumière artificielle de nos villes permet aux forces de l'ordre de voir et de contrôler la vie nocturne. Il faut que les rues soient *visibles* et *visables*, on chasse donc le moindre recoin d'ombre par la lumière pour assurer le contrôle de l'Etat. L'obscurité dans la ville va à l'encontre de cette logique, les zones d'ombres sont des points de non-contrôle. On verra plus loin que l'omniprésence de la lumière

est argumentée pour la sécurité civile, mais elle est avant tout un souci de stratégie et de contrôle militaire.

En définitive, la définition du paysage par la Convention Européenne du paysage (2000) met en avant que le paysage n'est pas réduit à la vue sur un territoire.

Le paysage est pluri sensoriel. (Loiseau et alii, 1993)

Mais notre approche culturelle du paysage, qui place la vision au centre de la perception du paysage, a influencé et produit les paysages diurnes et nocturnes d'aujourd'hui. Les paysages urbains nocturnes sont inondés de lumière pour chasser le moindre recoin d'ombre.

Cette utilisation excessive de la lumière artificielle dans nos paysages nocturnes a entraîné peu à peu la « perte de la nuit », la disparition de l'obscurité par l'éclairage artificiel durant la nuit. Par la perte de l'obscurité et de la visibilité du ciel étoilé, les définitions de la nuit telles que nous les avons vues ne sont, en partie, plus d'actualité. Gwiazdzinski propose même une requalification de la nuit du XXI^{ème} siècle comme un « non-jour », où l'obscurité n'est jamais totale et où les activités ne s'arrêtent plus au crépuscule. (Gwiazdzinski, 2005)

2. LA « PERTE DE LA NUIT » PAR LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

2.1 Définition de la lumière

Avant toute chose, il me semble nécessaire de définir la lumière et d'en comprendre les caractéristiques.

Dans un premier temps, la lumière évoque le rayonnement du soleil apportant la clarté du jour. Concernant l'espace-temps nocturne (entre le crépuscule et l'aube), on distingue la lumière naturelle et la lumière artificielle. La lumière naturelle nocturne provient du rayonnement solaire sur la lune et des étoiles.

La lumière artificielle nocturne correspond quant à elle à toute lumière émise par des sources artificielles.

La lumière est une onde électromagnétique caractérisée par une longueur d'onde (λ) exprimée en nanomètres (nm). L'ensemble des longueurs d'ondes représente le spectre de la lumière pouvant se diviser en 3 catégories : (MEB-ANPCEN, 2015)

- le rayonnement ultraviolet (inférieur à 400 nm)
- le rayonnement visible (400 à 700 nm)
- le rayonnement infra-rouge (supérieur à 700 nm)

Tableau 1 - Longueurs d'onde du spectre lumineux. (MEB-ANPCEN, 2015)

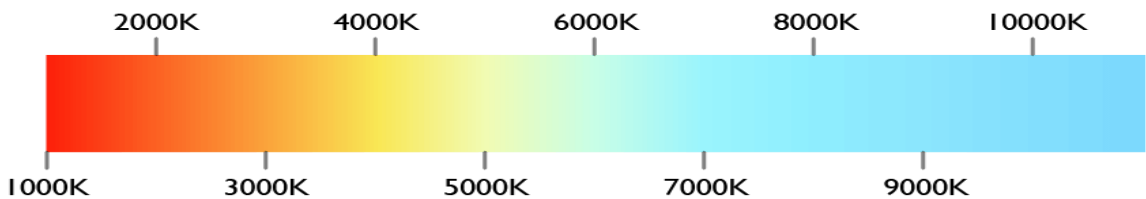
Le rayonnement visible, ou spectre visible, correspond aux longueurs d’ondes visibles par l’œil humain et définit les couleurs que nous percevons, comme l’illustre le tableau 1.

	UV	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge	IR
Longueurs d’ondes (nm)	<400	400 - 420	420 - 500	500 - 575	575 - 585	585 - 605	605 - 700	>700

Notons que chaque espèce a un spectre visible différent et sera sensible à différentes longueurs d’ondes.

La lumière peut aussi se caractériser par sa température de couleur. Elle est mesurée en degrés Kelvin (K). Cette température dépend de la longueur d’onde principalement émise par la source de lumière. Une lumière est considérée chaude (teintes jaunes-orangées) lorsque sa température de couleur se trouve en-dessous de 3 000-3 500 K, par opposition aux lumières dites froides (> 3 500K) (teintes blanches-bleutées).

Fig.4 – Températures de couleur. (BenQ, 2019)



Enfin, la lumière peut aussi être caractérisée par son rendement des couleurs, son intensité, sa puissance et son éclairement : (MEB-ANPCEN, 2015)

- L’indice de rendu des couleurs (IRC) est la capacité d’une source lumineuse à restituer les couleurs du spectre visible. Il est compris entre 0 et 100, au plus l’IRC est élevé, au plus la lumière est proche du spectre visible.
- L’intensité lumineuse, exprimée en candela (cd), correspond à la quantité de lumière émise dans une direction précise et perçue par l’œil humain.
- La puissance lumineuse est la quantité de lumière émise par une source. Elle peut s’exprimer en Watt lorsque l’on s’intéresse à l’ensemble du spectre lumineux, ou en Lumens lorsque l’on s’intéresse à l’œil humain.
- L’éclairement, exprimé en lux (lx), correspond au flux lumineux perçu par l’œil humain sur une surface éclairée d’un mètre carré.

<i>Lieux et fonctionnalités</i>	<i>Eclairement au niveau du sol</i>
Nuit naturelle sans lune par ciel nuageux	0,00003-0,0001 lux
Nuit naturelle sans lune par ciel clair	0,001 lux
Pleine lune	0,1 – 0,2 lux
Trottoirs piétons	5 lux
Eclairage public dans les rues	10 lux***
Passages piétons	50 lux
Salle de bain et WC	200 lux
Pièces à vivre	100 à 400 lux
Eclairage de bureau	100 à 1 000 lux
Eclairage dans un bloc opératoire	> 10 000 lux
Lumière du soleil	100 000 lux

Pour comprendre cette perte de la nuit naturelle par la lumière artificielle, il va être intéressant d'étudier l'histoire de l'éclairage public pour comprendre son influence sur notre manière d'éclairer aujourd'hui.

Tableau 2 – Exemples de valeurs d'éclairement en lux. (MEB-ANPCEN, 2015)

2.2 L'éclairage public à travers l'histoire

2.2.1 Du feu aux premières lampes

La nuit s'oppose au jour et est caractérisée par son obscurité, ou par sa faible luminosité. L'homme étant un primate à la vision essentiellement diurne, il est mal adapté à l'obscurité qui procure un sentiment de vulnérabilité la nuit tombée. De fait, l'australopithèque descend de son arbre le jour pour se nourrir et remonte à son sommet la nuit pour échapper aux prédateurs. De ce repos forcé, il a appris à dormir la nuit et vivre activement la journée.

Avec l'homo erectus, le rapport à la nuit change. Sa maîtrise du feu lui a permis de prolonger son activité la nuit. Le feu est un élément rassembleur qui permet de développer l'idée d'une vie sociale après le coucher du soleil. (Berguit, 2004) Ainsi, dès le départ, le feu est un moyen d'obtenir de l'éclairage répondant à une fonction non seulement de sécurité (pour éloigner les animaux) mais répond également à un besoin psychique. (Dériberé et Dériberé, 1979)

L'enjeu est de pouvoir conserver la flamme le plus longtemps possible. Mais lorsque l'homme a réussi à créer cette flamme, il n'est alors plus nécessaire d'alimenter le feu en permanence pour le garder et cela changea considérablement le mode de vie des hommes.

« De la cuisson de la nourriture, à la protection contre les dangers nocturnes, en passant par l'émergence de rites, d'activités sociales liées aux croyances, l'homme pourra ainsi éclairer par ses premières torches, les parois des grottes sur lesquelles il exécutera ses premiers dessins préhistoriques. » (Bertin, 2016, p.61)

La torche sera le premier dispositif d'éclairage. Le but était de rendre la flamme plus efficace, qu'elle dure le plus longtemps possible et de la rendre plus facilement transportable.

2.2.2 L'avènement de l'éclairage

Si l'histoire du feu remonte à la préhistoire, celle de l'éclairage public est bien plus récente. Au Moyen Age, les portes des villes fortifiées étaient fermées pour protéger les habitants des menaces de la nuit et à l'intérieur des fortifications, les maisons étaient verrouillées et des couvre-feux interdisaient à la population tout déplacement après une certaine heure, souvent celle correspondant à la tombée de la nuit (Schivelbusch, cité par Bertin, 2016).

A cette époque violente où la peur et le sentiment d'insécurité régnaient en ville, des actions d'éclairage étaient menées par certains habitants qui prenaient l'initiative d'installer des madones éclairées de petites bougies aux carrefours, pour les célébrer mais aussi pour créer des points de repère nocturnes, délimitant ainsi des « îlots de sécurité ». (Narboni, cité dans Masbouni, 2003)

L'origine du premier éclairage urbain remonterait à l'époque de Saint-Louis en France en 1258, alors que le Prévôt de Paris ordonne à chaque propriétaire d'éclairer sa façade à l'aide d'un « pot-à-feu ». En 1318 Philippe V ordonne qu'une chandelle soit maintenue tout au long de la nuit à la porte du Châtelet de Paris. Jusqu'à la moitié du XVII^{ème} siècle, différentes ordonnances se succéderont et préciseront petit à petit comment il convient d'éclairer, mais elles resteront sans grand effet. (Schivelbusch, cité par Bertin, 2016 et Challeat, 2010) La mise en place d'une véritable politique d'éclairage public remonte au roi Louis XIV (1638-1715). L'éclairage est envisagé dans la logique d'une surveillance policière « active ». Les flambeaux permettent aux policiers de voir les malfaiteurs pour les interpeller. Cette méthode sera peu à peu remplacée par un éclairage des rues. Cette nouvelle visibilité signifie à chacun qu'il est surveillé, les rondes des forces de l'ordre ne sont plus nécessaires et permettent ainsi des économies. Dans cette logique, chaque lanterne vaut un veilleur de nuit.

La lumière a alors pour but de faire régner l'ordre dans la ville et de repérer les crimes qui se dissimulent dans l'ombre de la nuit. (Mosser, 2007)

A cette époque, le rôle de l'éclairage dans la ville est purement sécuritaire. La lumière festive, elle, reste un luxe et est réservée à la cour pour les festivités royales, mais aussi pour signifier la puissance du roi. (Bertin, 2016)

2.2.3 Du gaz à l'électricité

Au XIXe siècle, la ville entame une série de profonds changements pour se préparer peu à peu à l'industrialisation selon des logiques d'hygiène et de confort. Les fonctionnements en réseau sont instaurés (réseaux d'eau, d'égouts etc) pour en faciliter l'exploitation et l'extension.

L'invention de l'éclairage au gaz date de 1801 par Philippe Lebon, dit Humbersin. Son utilisation n'est pas justifiée par son intensité lumineuse mais bien par sa possibilité de mise en réseau, s'inscrivant ainsi dans la logique de mise en réseau évoquée plus haut. (Lefebvre, 2015)

L'éclairage électrique fait son apparition dans les années 1840 et remplace peu à peu l'éclairage au gaz. Il permet dès 1873 un éclairage électrique permanent à Paris.

En 1876, Thomas Edison invente la lampe à incandescence et va ainsi révolutionner l'éclairage. L'éclairage électrique est très vite apprécié pour son intensité lumineuse. (Challeat, 2010)

En 1881 a lieu à Paris la première exposition internationale d'électricité et la lampe électrique obtint un grand succès. S'en suivent ensuite les expositions en 1855 à San José en Californie, puis à Détroit en 1888. Ces premières expositions universelles créent de véritables délires de lumières et permettent de faire découvrir au public les plaisirs nocturnes, particulièrement l'exposition tenue à Paris en 1900. (Narboni, cité dans Masbounji, 2003)

Ce sont des événements importants qui ont permis de se défaire peu à peu des peurs du Moyen-Âge, de passer progressivement d'une lumière qui servait uniquement à la sécurité à une lumière festive, créatrice de plaisirs et d'appropriation nocturne.

2.2.4 L'éclairage fonctionnel et sécuritaire

Par la démocratisation de l'automobile dans l'entre deux guerres, la rue est considérée comme une route et l'éclairage est alors réfléchi encore plus fortement en termes de circulation et de voirie. La ville est soumise à l'automobile et l'éclairage est dorénavant pensé comme éclairage routier.

Apparaissent alors peu à peu des ouvrages d'éclairagisme présentant des standards d'éclairages et les sources lumineuses font l'objet de recherches et d'innovations technologiques. On retiendra ainsi les tubes luminescents en 1910,

les sources au mercure haute pression en 1929, celles au sodium basse pression en 1932, les sources fluorescentes basse tension en 1936, puis les tubes fluorescents durant la Seconde Guerre Mondiale.

Des principes d'urbanisme en terme d'éclairage entraînent une grande uniformité de l'éclairage à l'échelle du territoire suite à des « recommandations internationales » proposées par le CIE¹ en 1965 ou encore des « recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques » dictées par l'AFE². (Challeat, 2010)

En 1970, les lampes au sodium basse et haute pression, encore fort présentes aujourd'hui, se généralisent grâce à leur bonne efficacité lumineuse, leur durée de vie et leur tonalité lumineuse à teinte orangée, plus agréable visuellement que les teintes bleutées des précédents éclairages électriques. (Danvin, 2016)
Avec de nouvelles innovations et techniques d'éclairage, la lumière passe peu à peu du jaune-orange (Sodium Haute Pression), à des couleurs de plus en plus froide et blanche (jusqu'aux LEDs actuelles). Ces changements s'accompagnent par une nette augmentation des surfaces éclairées dans les années 1970, car ces nouvelles technologies coûtent moins cher.

L'espace urbain se résume alors à un système de déplacements et de stationnements, l'éclairage public est défini par sa fonction d'assurance et de sécurité, de rapidité et de confort de la circulation.

2.2.5 La naissance de « l'urbanisme lumière »

Dans les années 1980, suite aux chocs pétroliers et à la crise économique de la décennie précédente, l'éclairage des villes prend un tournant. En effet, les maires, responsables de l'attractivité de leur ville vont utiliser l'éclairage pour mettre en valeur l'identité de leur ville. La lumière n'a plus comme unique fonction d'éclairer pour le confort et la sécurité mais aussi de mettre en valeur. Cela a donné naissance à une véritable compétition entre les villes et à une notion de marketing territorial. On voit ainsi apparaître des illuminations du patrimoine architectural, une attention particulière est accordée aux ambiances, aux perceptions et aux usages des espaces publics. (Danvin, 2016 et Lefebvre, 2015)

¹ CIE: Commission Internationale de l'Eclairage fondée en 1913. Elle a pour objectif une coopération internationale sur « toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage ».
(Challeat, 2010, p.92)

² AFE: Association Française de l'Éclairage fondée en 1930. Elle regroupe des fabricants et des praticiens de l'éclairage. (Challeat, 2010, p.92)

« La nuit, la ville se dote d'une nouvelle aura. La lumière magnifie la ville, comme un habit elle lui donne la possibilité de changer d'apparence en fonction des occasions et de ses envies ».

(Bertin et Paquette, 2015, p.1-2)

L'esthétique de la lumière a fait de l'éclairage un outil marketing utilisé de plus en plus par les commerces et les politiques urbaines pour vendre la ville. (Bertin et Paquette, 2015)

L'éclairage public ne répond plus uniquement à une fonction sécuritaire mais devient un véritable outil de communication pour les villes.

Dans ce contexte de renouveau de l'éclairage urbain et de prise de conscience du pouvoir de la lumière urbaine, l'aspect visuel de la nuit en ville change.

« L'urbanisme lumière » est ainsi né, correspondant à une nouvelle conception de l'éclairage urbain se voulant plus qualitative et jouant sur les images de la ville et ses ambiances. La ville doit être à la fois belle, propre, festive et sécurisante. On voit ainsi naître de nouvelles professions comme les concepteurs lumière ou les éclairagistes, venant souvent du milieu de la scène, ainsi que de nouveaux documents visant à coordonner les futures opérations d'éclairage comme le plan lumière, le Schéma Directeur d'Aménagement Lumière (SDAL) ou encore la charte lumière. (Mallet, 2011)

Ces trois types de documents se différencient (Bertin, 2016):

- Le schéma directeur d'aménagement lumière (SDAL) est une étude permettant de faire l'évaluation d'un lieu afin d'orienter les futurs projets.
- Le plan lumière est un projet. Il reprend le concept global du SDAL et a pour but la création d'une image nocturne cohérente pour la ville ou le quartier.
- Et enfin la charte lumière est un cahier des charges reprenant des recommandations et spécifications sur l'éclairage et le mobilier.

L'éclairage s'affirme alors comme un véritable outil urbanistique et d'aménagement participant à l'organisation des espaces urbains. La plupart des grandes villes sont dotées de ces outils aujourd'hui. (Mallet, 2011)

Le plan lumière, outil emblématique des projets lumières urbains, a fortement évolué depuis son apparition en 1986 à Lyon. En analysant différents plans lumières (notamment l'évolution du plan lumière de Lyon), j'ai remarqué qu'initialement les mises en lumières se portaient sur le patrimoine bâti des villes et leur centre historique. Aujourd'hui on ne s'attarde plus uniquement sur le patrimoine bâti, mais davantage sur les ambiances nocturnes, les points de vues paysagers, les éléments paysagers structurants (fleuve, ponts, reliefs, etc.) et

surtout sur les usages et les activités nocturnes de la ville. Un contre-exemple est à mon sens le plan lumière de la ville de Bordeaux (1995).

Alain Juppé, élu maire de la ville de Bordeaux en 1995, a amorcé une politique d'urbanisme lumière pour la ville dans une démarche globale de revitalisation du centre ancien et des quais, très vivants durant des siècles grâce à l'activité portuaire mais aujourd'hui désaffectés suite au déplacement en aval du port. Comme la majorité des villes, et Bordeaux n'échappe pas à la règle, les premières actions de mises en lumière sont portées sur le patrimoine architectural. C'est le cas notamment de l'emblématique place de la Bourse et son miroir d'eau sur les quais au bord de la Garonne qui font l'objet d'une mise en lumière soignée et particulièrement travaillée, faisant de ce lieu la vitrine de la ville. Ces éclairages concernent prioritairement les sites symboliques de la ville, réaffirmant notamment le centre-ville.

Fig. 5 – Place de la Bourse, Bordeaux, France (Fabien, 2007 trouvé sur Wikipédia)



Cependant, d'autres espaces fréquentés la nuit ne bénéficient pas toujours de la même attention en matière d'éclairage. C'est le cas des quais de Paludate. Cette partie de la ville plus reculée regroupe la plupart des bars et boîtes de nuits ouverts jusque tard dans la nuit. Il s'agit d'un pôle important des nuits bordelaises où se tiennent la majorité des activités nocturnes. Cependant, ce

Fig. 6 – L'éclairage « néon » aux quais de Paludate, Bordeaux, France (Comelli, 2015)



quartier ne possède qu'un éclairage classique et fonctionnel, n'ayant bénéficié d'aucune réflexion spécifique. Il est uniquement conçu pour les automobilistes et nullement pour les piétons, qui sont pourtant majoritaires la nuit tombée. Les quais et les ruelles perpendiculaires ne bénéficient que d'un éclairage produit par les enseignes lumineuses, principalement de type néon, participant de ce fait à une atmosphère « glauque ». Cette atmosphère est décrite comme inquiétante par les usagers, ce qu'admet

également le responsable de la mise en lumière de la ville. Ce secteur, qualifié de dangereux par les usagers, a une mauvaise réputation et est abandonné par toute politique municipale en terme d'éclairage. Les habitants se sentent mis à l'écart par le manque d'attention portée à ce quartier par rapport au reste de la ville. (Comelli, 2010, 2015 ; Comelli et Kociemba, 2010 ; Mallet et Comelli, 2017)

« Eclairer, c'est rendre visible, ce que l'on choisit d'illuminer étant par excellence un enjeu politique ».

(Keucheyan, 2019)

Cet exemple met en avant un enjeu majeur autour de l'utilisation de la lumière artificielle dans les paysages urbains nocturnes, l'enjeu politique. C'est-à-dire qu'outre assurer la sécurité, la lumière est utilisée pour « vendre » la ville. De ce fait, les acteurs politiques s'attardent sur les zones jugées propices à mettre en valeur la ville sans porter attention aux usagers nocturnes et à leurs activités.

Les outils de l'urbanisme lumière (plan lumière et SDAL) permettent de donner une « identité lumière » aux espaces urbains mais sont le fruit d'impressions subjectives qui peuvent être reçues de manière positive ou négative. Le projet lumière dépend de nombreux facteurs, de la fonction du lieu, de sa valeur culturelle, des intentions politiques, sociales et économiques. L'apparition de ces outils est aussi un moyen de revendiquer une volonté d'interdisciplinarité entre concepteur, architecte, paysagiste, urbaniste, sociologue, etc. Le projet d'éclairage traduit la complexité de ce champ d'intervention et le besoin d'outils capables de gérer cette multidisciplinarité. (Bertin, 2016)

L'étude de l'éclairage public montre que l'aspect sécuritaire de la lumière a dicté son évolution depuis son apparition. Pourtant, de nombreuses recherches ont étudié le rapport éclairage-sécurité et comme on va le voir, l'usage excessif de la lumière n'est pas toujours justifié.

2.3 Lien éclairage-sécurité

Ce serait la peur du noir que l'on a évoquée précédemment qui entraînait un sentiment d'insécurité. Mais avant toute chose, il est important de faire la distinction entre le sentiment d'insécurité et l'insécurité objective, réelle, celle causée par un danger concret. Le sentiment d'insécurité n'est basé sur aucune menace, aucune cause clairement identifiable. Il s'agit uniquement de la perception confuse d'une menace, d'un risque possible. (Augoyard, 1990) Il est de ce fait très difficile de mesurer un « sentiment », tant celui-ci peut varier d'un individu à l'autre et être fonction de nombreux facteurs sociaux.

Dans l'inconscient collectif, il y a un rapprochement systématique entre éclairage et sécurité. L'obscurité apporte son lot d'inconfort dont la perte partielle de la

visibilité, elle remet en question la réalité et ce que l'on croyait connaître, elle efface le paysage et ses contours nous obligeant à le redéfinir. (Bertin, 2016)
L'Homme a peur de/et dans l'obscurité car celle-ci l'empêche de discerner les dangers qui l'entourent. C'était vrai à l'époque comme ça l'est encore aujourd'hui. Pourtant, « *la peur de l'obscurité consiste en une appréhension que rien ne justifie, sinon l'absence de perceptions visuelles.* » (Verdon, 1994, p.15)

La construction sociale de la peur, de ce sentiment d'insécurité est également variable selon que l'on soit un homme ou une femme. En effet, des recherches françaises sur le sujet ont démontré que le sexe est un critère de vulnérabilité allant de soi. (Robert, 2002 ; Roché, 1993 cités par Condon et al., 2005)

Des travaux de géographes (Darke, 1996 ; Valentine, 1992 cités par Condon et al., 2005) soulignent aussi l'importance de la dimension temporelle. Ainsi la nuit évoque tous les dangers. Elle correspond au moment de la journée où une femme ressent un sentiment d'insécurité lorsqu'elle se retrouve seule dehors. De plus, ils soulignent que la plupart des femmes ont vécu au moins une fois au cours de leur vie une expérience de nature sexuelle alarmante, allant du fait d'être suivie, sifflée, à des attouchements ou à un viol. De tels actes peuvent entraîner l'accroissement du sentiment d'insécurité des femmes, une fois la nuit tombée ou même en plein jour.

En effet, l'obscurité n'est pas spécialement un facteur en soit participant pleinement au sentiment d'insécurité, c'est surtout la dimension sociale de la nuit. Il a été étudié (Koshella, 1999 cité par Condon et al., 1995) dans la ville d'Helsinki en Finlande, où les nuits d'été sont claires alors que les journées d'hiver sont sombres et courtes, que les Finlandaises ne font pas de différence en terme de danger entre une nuit d'hiver et une nuit d'été. De ce fait, ce n'est pas le manque de lumière qui incite les femmes à être davantage aux aguets, mais bien la dimension sociale de la nuit. (Condon et al., 2005)

On voit donc que le sentiment d'insécurité (subjectif) est dépendant de nombreux facteurs et varie d'un individu à l'autre, mais qu'en est-il de l'insécurité réelle (objective) ?

C'est dans les années 1960 que de nombreuses études ont été menées sur le lien éclairage-sécurité dans de nombreux pays notamment à cause de la couverture médiatique et de l'opinion publique sur les violences urbaines qui ont explosé, particulièrement aux Etats-Unis.

Il est important de comprendre qu'à cette époque, les études concernant la sécurité portaient sur la question de la criminalité, le sentiment d'insécurité n'étant qu'un effet résultant de la criminalité effective.

Concernant l'éclairage, la question n'était pas celle des effets de l'éclairage lui-même ou de l'absence d'éclairage dans les rues (toutes les villes impliquées dans

ces études étaient dotées d'un système d'éclairage), mais plutôt sur les effets d'une amélioration de l'éclairage public. La question principale du débat était alors de connaître l'impact du niveau d'éclairage sur le nombre de crimes et délits perpétrés dans les rues.

La question a initialement été posée très simplement et avec une certaine évidence sans prendre en compte les facteurs sociaux, la possibilité de ne pas éclairer etc. du fait du contexte théorique en matière de prévention de la criminalité à cette époque et du fait de vouloir dégager des résultats rapidement. Ces éléments de contexte ont lourdement influencé la production de connaissance dans ce domaine.

De ce fait, aujourd'hui grand nombre des études menées à cette époque et celles leur ayant succédé sont fortement discutées pour leur mauvaise qualité d'un point de vue scientifique.

Les populations occupant l'espace public doivent tout de même se sentir en sécurité, et ce, dans des conditions où « *la vie urbaine et les gens qui l'animent rendent eux-mêmes la ville plus invitante et plus sûre, tant concrètement que psychologiquement.* »

(Gehl, 2013, p. 102)

Suite à ces échecs, d'autres moyens d'actions ont été envisagés. Dans les années 1960, des réflexions ont été menées sur le rôle de l'éclairage dans le cadre du concept d'espace défendable (defensible space) proposé par Oscar Newman. Selon lui, l'environnement, le cadre bâti, l'architecture, etc. par leur forme peuvent contribuer à dissuader un crime du fait qu'ils entraînent des normes comportementales propices à l'appropriation urbaine et à l'établissement d'un contrôle social spontané par la population. L'aménagement urbain a la capacité d'instaurer le civisme, une responsabilité collective vis-à-vis de la maîtrise de la sécurité.

Ainsi, de nombreuses expériences de rénovation de l'éclairage ont eu lieu dans les années 60-70. Elles consistaient à comparer le taux de criminalité avant et après des projets de rénovation d'éclairage d'assez grande ampleur. Ce que les experts entendent par amélioration et rénovation de l'éclairage, c'est surtout l'augmentation du niveau lumineux, et pas un aspect qualitatif de l'éclairage. Cependant, les résultats n'ont pas été concluants, on observait tantôt une baisse de la criminalité à certains endroits, tantôt une augmentation ou une stagnation à d'autres.

Devant la faiblesse de ces résultats, le lien entre éclairage et sécurité a été jugé inconsistant.

En Angleterre, ce même type d'étude a eu lieu et la conclusion a été celle d'un effet bénéfique de l'éclairage sur la diminution de la criminalité du fait de l'accroissement de la fierté et de la confiance des résidents vis-à-vis de leur quartier, ce qui génère un renforcement du contrôle social. Malheureusement, ces études ont également été vivement critiquées scientifiquement (statistiques, résultats se contredisants, etc.)

Bien que ces études aient été contestées par les scientifiques, elles ont encore un impact sur notre manière d'éclairer aujourd'hui. On retrouve ainsi dans certains manuels pratiques de l'éclairage des recommandations préconisant d'éliminer les zones d'ombres, l'emploi d'un éclairage uniforme performant, etc. Cependant, ces études n'ont mené à aucune prescription technique en terme d'éclairage, aucun canevas d'action qui garantirait des effets en termes de sécurité. (Mosser, 2007)

Bien que le lien éclairage et sécurité ne soit pas recevable, certaines études intéressantes se sont penchées sur l'acceptabilité sociale des diminutions d'éclairement. C'est notamment le cas de la ville de Lyon en 2006 dans le cadre de la recherche EVALUM 2.

L'objectif de cette recherche était d'étudier l'impact des modifications d'ambiances et de paysages nocturnes auprès de la population. L'étude a été menée sur trois sites français différents et voici ce qu'il en résulte de manière générale:

Une large majorité de la population est favorable à une diminution de l'éclairage. Les horaires de diminution conditionnent l'acceptabilité. Ainsi une diminution au milieu de la nuit (entre 2 et 4h) est plus judicieuse et facilement acceptée. L'étude souligne aussi que les diminutions d'éclairement sont très peu remarquées (96% de la population s'est aperçu de rien) et qu'une diminution brutale est ressentie comme une extinction. Enfin, outre le fait que la diminution de l'éclairage n'affecte pas l'activité commerciale, elle est surtout sans impact notoire sur le sentiment d'insécurité et le confort visuel de l'utilisateur. (Deleuil, 2009)

Ces différentes études montrent donc en avant que l'éclairage n'est pas gage de sécurité. Afin d'approfondir ces études, il est intéressant d'étudier des expériences d'extinction d'éclairage public.

Concernant la sécurité routière, une expérimentation a eu lieu en France en 2007 sur 130 km d'autoroute. Suite à un manque d'entretien et au vol de câbles, l'éclairage le long de certaines autoroutes a été éteint. Il a résulté de cette expérience accidentelle une diminution de 30% des accidents de la route.

Il semblerait que l'éclairage, en offrant une meilleure visibilité, procure un sentiment de sécurité aux automobilistes qui rouleraient alors plus vite. L'éclairage augmenterait ainsi le nombre d'accidents. (Mosser, 2005)

En France, environ 12000 communes éteignent désormais leur éclairage public au milieu de la nuit. Ces communes le font évidemment dans un but

économique. Mais on peut dire de ces expériences qu'il n'y a pas de lien tangible entre les coupures d'électricité et les faits de délinquance. (Thiéry, cité par Thévenoux, 2019).

On peut voir que les mentalités évoluent peu à peu et que la peur du noir recule progressivement dans l'inconscient collectif.

On remarque que la plupart de ces communes éteignent leurs lumières de manière progressive, en diminuant le niveau d'éclairement. De ce fait, l'œil humain s'habitue facilement et peu de personnes remarquent la diminution de l'éclairage. C'est une notion importante afin que l'extinction ne soit pas perçue comme une panne d'électricité.

Si la peur de l'obscurité survient lorsque l'on ne perçoit plus clairement notre environnement, un lieu n'est pas jugé sombre par tout le monde ni de la même manière. La perception des usagers vis-à-vis de ces espaces est relative à tout un chacun. En effet, la notion de « sombre » ne varie pas uniquement selon la quantité de lumière, d'autres facteurs entrent en jeu.

Par exemple, la familiarité du lieu (connaissance de l'espace et de ses modes de sociabilité) peut entraîner un besoin moindre en quantité de lumière.

La notion de contraste entre un lieu fort éclairé et un autre plus sombre va également avoir un impact sur la perception du lieu. Par exemple, si l'utilisateur se promène dans une rue fortement éclairée et décide d'emprunter une rue au niveau d'éclairement plus faible, celle-ci va lui paraître très sombre car ses yeux ne seront pas habitués. C'est pourquoi dans un plan lumière, la dynamique du parcours de ces espaces est importante à prendre en compte. Paradoxalement, la création d'ombres ou la sensation d'ombre est souvent liée à la présence d'éclairage. En évitant une alternance prononcée de zones sombres et de zones éclairées, cela permettrait de diminuer ce contraste et de plus facilement apprécier et accepter les zones sombres. (Bardyn et Chelkoff, 1990)

Dans une étude de Grégoire Chelkoff, architecte et de Jean-Luc Bardyn, ingénieur du son (1990) portant notamment sur la perception de lieux jugés sombres, il apparaît que peu de rues sont jugées unanimement sombres et suscitent des réactions contrastées. Ils ont également calculés différents niveaux de luminance sur des parties de trottoirs jugés sombres et d'autres jugés clairs, ainsi que les voiries adjacentes. Il en résulte que la luminance de la chaussée, supérieure à celle du trottoir, crée un contraste fort qui survalorise la chaussée. Donc non seulement le trottoir paraît sombre, mais on voit aussi que l'éclairage a le pouvoir de structurer l'espace en laissant apparaître la chaussée comme élément à mettre en valeur.

Cette étude de Chelkoff et Bardyn (1990) s'est également intéressée aux lieux jugés mal éclairés. Ils montrent que des lieux estimés suffisamment éclairés en termes quantitatifs ne sont pas forcément esthétiquement réussis. Un éclairage trop intense peut nuire à l'expérience de l'espace en effaçant totalement les ombres, faute de quoi le relief est effacé. L'équilibre ombre / lumière permet de mettre en valeur certains détails et ainsi la recherche esthétique d'un lieu peut aller à l'encontre d'exigences sécuritaires qui font croître l'intensité lumineuse.

Toutes ces études et expériences démontrent l'absence de lien entre éclairage et sécurité. Pourtant, les différents acteurs politiques continuent d'inonder nos paysages de lumière en proclamant l'effet sécuritaire de l'éclairage. Le suréclairage fonctionnaliste par l'usage intempestif de la lumière artificielle est un phénomène en augmentation qui a vu apparaître dans les années 1990 le phénomène de pollution lumineuse. Différents experts estiment que la surface éclairée à l'échelle mondiale est en augmentation de 2,2% par an et que la radiance (quantité de lumière) augmente de 1,8% par an. (Kyba et al., 2017 cité par Sordello, 2017)

2.4 Le phénomène de pollution lumineuse

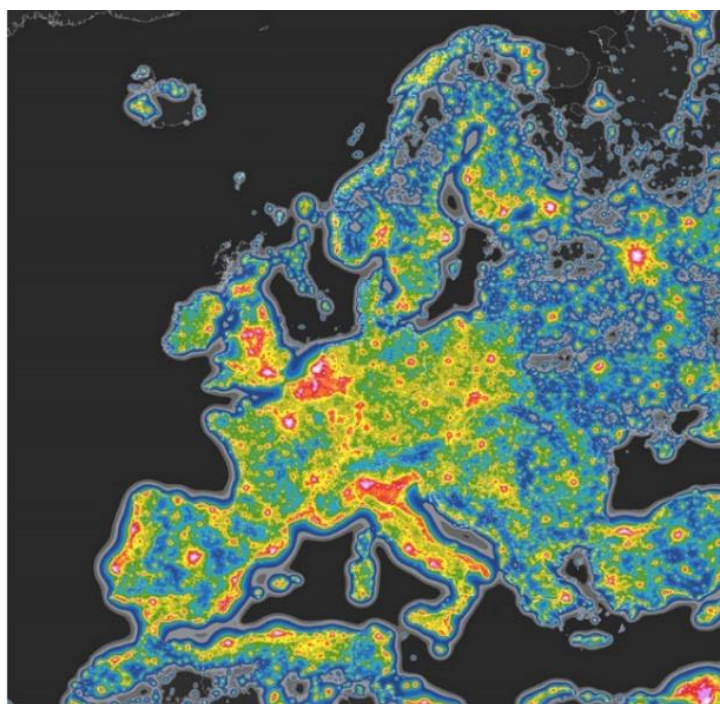
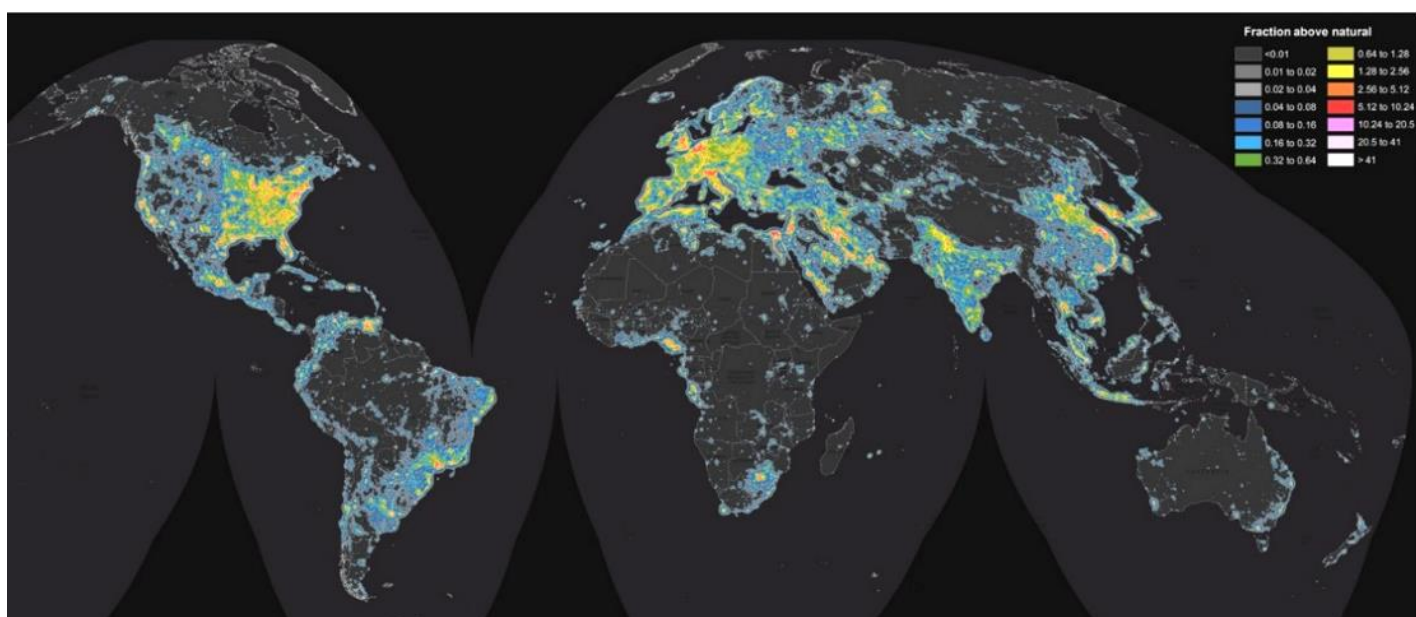
La pollution lumineuse est définie comme la présence nocturne d'éclairages artificiels ayant des conséquences néfastes sur la faune, la flore et l'humain. La reconnaissance du terme pollution lumineuse est presque unanime dans la communauté scientifique. Cependant, cette terminologie reste discutée, au sein même de la communauté des éclairagistes et concepteurs lumières. L'AFE (Association Française de l'Eclairage) par exemple, préfère ainsi parler de nuisances lumineuses:

« La lumière ne pollue pas, la lumière est invisible mais la lumière peut générer des nuisances (...) la lumière peut s'accompagner d'excès, d'erreurs techniques etc. C'est ainsi que l'éclairage peut générer un certain nombre de nuisances spécifiques qui ne concernent chacune qu'une catégorie particulière d'individus, d'animaux, de végétaux. C'est bien là que réside la très grande différence entre les pollutions de l'air et de l'eau et la mal nommée pollution lumineuse qui peut prendre des formes totalement différentes et ne toucher chaque fois qu'une fraction minoritaire de la population. » (Challéat, cité dans Deleuil, 2009, p.184-185)

On peut voir ainsi que certains professionnels de l'éclairage refusent de parler ou de considérer la lumière comme une pollution à part entière et remettent en question la légitimité des différents arguments des scientifiques qui parlent de véritables pollutions par la lumière artificielle. Il n'y a pas de définition précise de la pollution lumineuse, en revanche la notion de perturbation est présente dans toutes les définitions, la lumière perturbe notre besoin d'obscurité.

Il existe un atlas mondial de la pollution lumineuse nous permettant d'observer le phénomène. On peut observer que cette pollution est corolaire à l'activité humaine. Plus il y a d'urbanisation, plus il y a de lumière. On peut observer que sur cette figure l'Afrique est peu éclairée du fait du retard de l'électrification.

Fig. 7 – Carte mondiale de la pollution lumineuse.
(Falchi et al., 2016)



Si on zoom sur l'Europe, on remarque sur le même atlas que l'on se trouve dans la partie la plus polluée et que dans nos contrées il n'y a plus de ciel de qualité optimale qui serait représenté par les couleurs bleu foncé ou noir. On remarque aussi facilement les grandes villes et métropoles. Les zones blanches signifient que l'on y voit comme en plein jour, particulièrement au centre des grandes villes.

Fig. 8 – Carte de la pollution lumineuse en Europe.
(Falchi et al., 2016)

A présent, on va parcourir les différents impacts et dégradations engendrés par l'utilisation de la lumière artificielle. Pour cela, on va explorer les différentes conséquences de la pollution lumineuse par catégories, à savoir la faune, la flore et l'Homme. Bien que les catégories soient séparées les unes des autres, elles sont intimement liées, on le verra à travers quelques exemples. Cette exploration des impacts de la lumière artificielle sur le vivant n'est pas exhaustive, tout simplement parce que la liste est longue et que la recherche en est à ses prémices. La recherche dans le domaine de la pollution lumineuse est récente, les premières publications datent des années 1970-1980.

2.4.1 La faune

2.4.1.1 Aspect écologique

a. Dérèglement de l'horloge biologique

La lumière artificielle a des impacts négatifs sur le vivant, à savoir non seulement sur la faune, la flore mais aussi l'Homme. Cette dernière peut avoir des impacts directs et indirects sur la santé mais également sur la survie de certaines espèces.

Depuis la nuit des temps, il y a une alternance naturelle et continue de jour et de nuit pour des raisons astronomiques, la terre tournant sur elle-même et autour du soleil. La lumière naturelle et ses cycles sont indispensables pour les êtres vivants. Or, l'éclairage artificiel et la pollution lumineuse modifient ce cycle lumière/obscurité, ce cycle jour/nuit. Par conséquent, elle est susceptible de modifier les comportements, les rythmes biologiques etc.

Cette alternance jour/nuit a constitué un paramètre structurant au cours de l'évolution des espèces, si bien qu'aujourd'hui 28% des vertébrés et 64% des invertébrés vivent partiellement ou exclusivement la nuit. Cela signifie que la majorité des animaux sont nocturnes et dépendants d'une nuit de qualité (caractérisée par l'obscurité). (Hölker et al., 2010, Sordello, 2017)

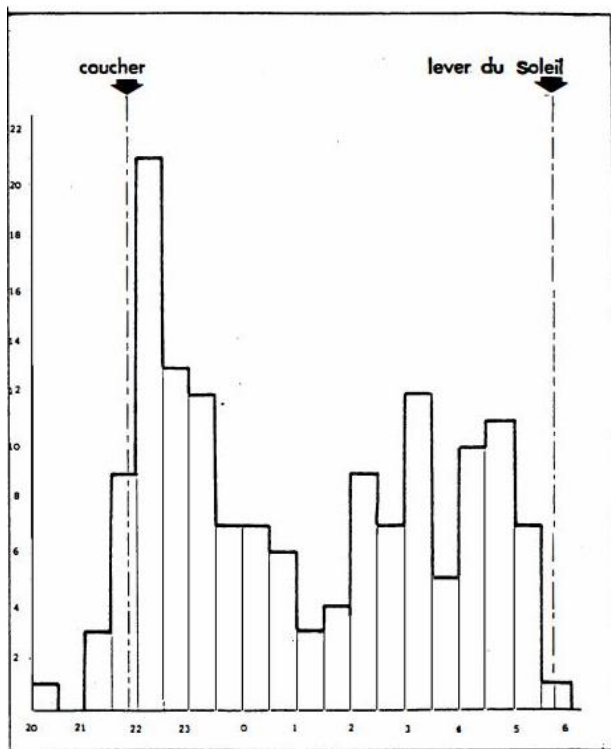


Fig. 9 – Rythme des nourrissages par demi-heure de la chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*). En x les demi-heures, en y le nombre d'observations de nourrissage. (Joveniaux et Durand, 1985)

Outre le jour et la nuit, le crépuscule et l'aube sont deux périodes charnières pour les espèces. Des études mettent en évidence que chaque espèce a son propre rythme circadien d'activité et que parmi les espèces nocturnes, nombreuses sont en réalité crépusculaires, elles sont plutôt actives en début et en fin de nuit (fig.8). Cela peut s'expliquer par le fait que les espèces font face au même dilemme qui est celui de voir sans être vu, donc de pouvoir se déplacer et chasser sans être vulnérable à ses propres prédateurs. Ces moments correspondent à l'aube et au crépuscule. (Joveniaux et Durand, 1985, Sordello, 2017). Malheureusement, les transitions entre jour et nuit sont aussi les moments où l'éclairage est le plus nécessaire pour les humains puisqu'il nous permet de prolonger nos activités diurnes. L'éclairage représente un véritable enjeu à ces périodes précises.

Enfin, dans cette même idée de voir sans être vu, les espèces nocturnes sont très sensibles aux variations de la lumière lunaire. Ainsi, certaines espèces stopperont leurs activités nocturnes lors de pleines lunes. (Prugh et Golden, 2013)

A titre d'exemple, un clair de lune correspond à un peu moins de 1 lux (unité d'éclairement), alors que lorsque l'on parle d'éclairage artificiel, notamment concernant certaines normes d'éclairement en ville, on parle de plusieurs dizaines de lux suivant les aménagements. On peut ainsi s'interpeller sur le fait qu'à un faible taux de lumière, certaines espèces sont déjà impactées.

b. Eblouissement

Une première adaptation à ce temps nocturne est la production de lumière chez certaines espèces pour voir ou communiquer, ce phénomène s'appelle la bioluminescence. (Oliveira et al., 2015)

Par exemple, certains animaux marins produisent leur propre lumière pour pouvoir voir dans les fonds marins où la lumière solaire ne pénètre pas, ou encore les lucioles et les vers luisants « clignotent » dans la nuit pour attirer un partenaire sexuelle afin de se reproduire. Cette adaptation devient vaine lorsque l'éclairage artificiel est trop présent, empêchant ces espèces de communiquer et ayant une conséquence directe sur la reproduction de l'espèce.

Une deuxième adaptation, présente chez de plus nombreuses espèces est l'optimisation de la lumière naturelle nocturne. En effet, même dans une nuit naturelle, il y a de la lumière produite par le ciel étoilé. Chez certains mammifères

nocturnes comme les chats, les renards ou les belettes, on retrouve un tapis réfléchissant au fond de l'œil qui permet d'amplifier la réception lumineuse. D'autres espèces ont de grandes cavités oculaires qui leur permettent de capturer plus de lumière, notamment chez les chouettes. (Rich et Longcore, 2006, Veilleux et Cummings, 2012)

De ce fait, certaines espèces qui se sont adaptées à la pénombre sont donc très rapidement saturées en lumière et éblouies lorsque l'éclairage est trop présent.

c. Perte de repère

De nombreux oiseaux et animaux marins (les phoques par exemple) se repèrent la nuit grâce aux étoiles, comme les astronomes. Les oiseaux sont en effet généralement des espèces diurnes mais ils effectuent leur migration la nuit pour non seulement se repérer grâce au ciel étoilé mais aussi pour échapper aux éventuels prédateurs. (Wiltschko et al., 1998)

La voie lactée constitue un repère majeur la nuit. Certains insectes comme les bousiers l'utilisent pour se déplacer. (Dacke et al. 2013)



Fig. 10 – Tortue de mer qui est attirée par l'éclairage public (Delhotal, 2015)

Enfin, d'autres espèces se repèrent la nuit en utilisant les contrastes de lumières. La nuit, l'eau par exemple va être plus brillante que la terre car elle reflète davantage la lumière du ciel étoilé, c'est un contraste qui se forme naturellement. L'exemple le plus connu est celui des tortues marines (Witherington, 1990) : les jeunes naissent sur la plage et se dirigent instinctivement vers l'eau car ils sont attirés par la lumière. Si on éclaire le littoral, on inverse ce contraste naturel et les jeunes tortues se dirigeront vers la route éclairée et plus vers l'océan.

On parle ici du sens de la vue chez les espèces nocturnes car on s'intéresse à la pollution lumineuse, mais d'autres animaux ont développé d'autres sens pour vivre la nuit : l'odorat chez certains insectes qui utilisent les phéromones, les serpents utilisent la thermo réception, les araignées le toucher via la soie sur les pattes ou encore les chauves-souris qui utilisent l'ouïe via l'écholocation.

d. Phototactisme

Ensuite il y a un principe de base qui va régir l'ensemble des conséquences que l'on peut observer qui s'appelle le phototactisme. Il s'agit du mécanisme de répulsion ou d'attraction chez les espèces. En effet, certaines espèces sont naturellement attirées par la lumière (souvent celles se dirigeant avec le ciel étoilé) tandis que d'autres sont repoussées (espèces lucifuge).

Fig. 11 - Lampadaire attirant des insectes.
(Oiluj Samall Zeid utilisé par Deluzarche, 2019)



Certains mammifères nocturnes par exemple auront tendance à échapper à une source lumineuse, probablement par peur d'être chassé par un prédateur. A l'inverse, la lumière artificielle entraîne une réponse attractive chez certaines espèces, désorientant les individus. Cela peut entraîner des collisions avec les infrastructures éclairées ou encore brûler les insectes au contact des lampes par exemple. (Sordello, 2017, Le Tallec, 2020)

On estime que chaque réverbère tue en moyenne 150 insectes par nuit les mois d'été. On estime également qu'un réverbère attire les insectes jusqu'à 700m à la ronde. Sachant qu'en moyenne les lampadaires sont espacés de 30 à 50m le long de certaines voies routières, elles constituent ainsi de véritables barrières infranchissables et des pièges écologiques. (ASCEN, 2014 cité par Danvin, 2016)

e. Fragmentation des espaces

Un autre impact important de la lumière artificielle, particulièrement en ville, est la fragmentation de l'espace par les infrastructures lumineuses qui sectionnent le noir. C'est un phénomène très facilement observable depuis le ciel : on observe des barrières lumineuses et des poches noires déconnectées les unes des autres. Il a été démontré que c'est un effet barrière pour les espèces, suivant le principe énoncé plus tôt de répulsion et d'attraction. Les espèces attirées se retrouvent bloquées le long des barrières lumineuses (les routes) et les espèces repoussées ne peuvent pas la franchir. (Rich et Longcore, 2006)

En écologie du paysage, la notion d'hétérogénéité est centrale, dépendant de la complexité paysagère. Depuis les années 1980, des écologues comme Naveh et Lieberman (1989), Forman et Godron (1986) ont largement contribué à définir cette écologie du paysage. Le paysage tient une place prédominante pour l'écologue et peut être simplifié en trois grands types d'éléments :

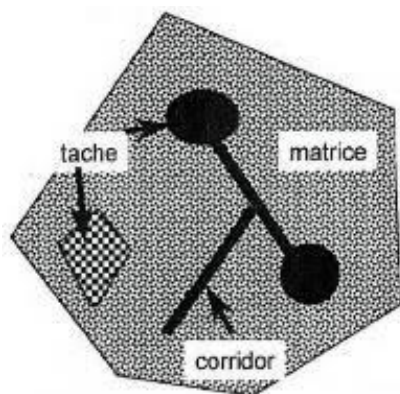


Fig. 12 - Catégories des éléments structuraux du paysage (Forman & Godron, 1986)

- La « matrice », élément paysager le plus répandu et le plus connecté, ce qui lui confère un rôle dominant dans le fonctionnement du paysage. Il s'agit d'un espace plus ou moins hostile à la vie et aux déplacements de la biodiversité.
- Les « taches d'habitat » qui sont des réservoirs écologiques et des espaces permettant l'accomplissement du cycle de vie d'une espèce.
- Les « corridors » qui correspondent aux espaces permettant le déplacement d'une espèce entre deux taches.

f. Perturbation des cycles de vie

Il a aussi été étudié que la lumière artificielle avait un impact important chez les oiseaux. Leur cycle saisonnier est perturbé puisque les oiseaux exposés à la pollution lumineuse débutent leur cycle de reproduction et leur mue plus tôt dans l'année. Les oiseaux migrateurs sont ceux qui sont le plus impactés car ils se déplacent généralement la nuit en se repérant grâce aux étoiles, leur trajectoire est alors modifiée ce qui peut provoquer des erreurs d'orientation, de l'épuisement ou la collision avec un obstacle, souvent en ville à cause des surfaces vitrées éclairées. (Le Tallec, 2020 et Danvin, 2016)

On estime qu'aux Etats-Unis, près de 600 millions d'oiseaux en migration sont tués chaque année lors de collisions avec des bâtiments éclairés. Bien que des estimations soient réalisées, l'ampleur du phénomène est difficile à déterminer, d'autant plus que certaines espèces semblent plus vulnérables que d'autres. (Férard, 2019)

g. Déséquilibre de la relation proie/prédateur

Des études montrent que les effets de la pollution lumineuse ont des conséquences relationnelles, à savoir un déséquilibre du rapport proies/prédateurs. En effet, certaines proies vont être concentrées dans les zones lumineuses, typiquement les insectes. Ce qu'on constate c'est que certaines espèces nocturnes (notamment les chauves-souris) qui tolèrent un peu la lumière sont attirées par ce festin facilement accessible et constant.

De plus, cela ne concerne pas uniquement les espèces nocturnes puisqu'il a été observé que certains rapaces, comme le faucon qui est diurne, chassent la nuit en profitant de l'éclairage. (Decandido & Allen 2006)

Il y a donc une pression de prédation plus importante que dans les rapports naturels.

2.4.2 La flore

2.4.2.1 Aspect écologique

a. Dérèglement de l'horloge biologique

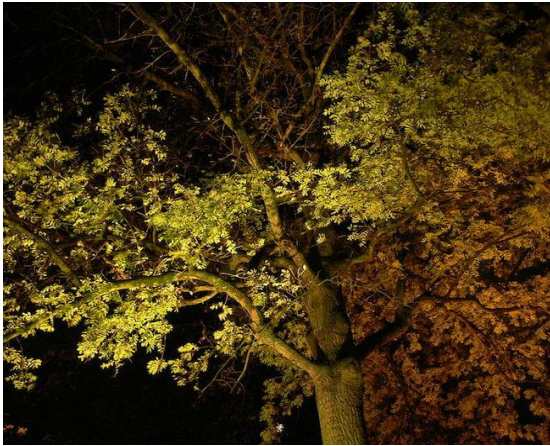


Fig. 13 - Les feuilles exposées à l'éclairage ne sont pas encore tombées. (Lamio utilisé par Petitjean, 2018)

Tout comme le règne animal, les végétaux dépendent de l'alternance jour / nuit. Bien que les végétaux aient besoin de la lumière pour le processus de photosynthèse, elle joue aussi un rôle dans le développement de la plante. La durée du jour et de la nuit influence le début et la fin des périodes de repos, de croissance, de floraison etc. La lumière artificielle peut perturber ces cycles, et notamment les périodes de floraison et de perte des feuilles. (Danvin, 2016).

Un exemple facilement observable est le retard de la chute des feuilles pour les arbres situés à proximité des lampadaires (fig.9).

Les biologistes ont découvert que la pollution lumineuse pouvait provoquer un bourgeonnement jusqu'à 7,5 jours plus tôt que la normale, et plus un sujet est illuminé, plus le phénomène est marqué. Les arbres se retrouvent complètement déboussolés par la lumière, ils pensent que l'hiver est fini plus tôt que prévu et ouvrent leurs bourgeons, leur faisant perdre leur bourre protectrice trop tôt et les mettant à la merci du moindre gel un peu tardif.

Comme écrit dans l'introduction de ce chapitre, toutes les catégories sont liées (et impactées) entre elles. Voici un exemple de cet effet cascade. Les animaux qui dépendent des arbres sont perturbés par l'éclosion précoce des feuilles qui signale le début du printemps. Beaucoup d'espèces sont calées sur cet évènement : les chenilles par exemple se nourrissent des petites feuilles, puis les oiseaux vont manger ces chenilles, etc. Ce décalage peut avoir des conséquences majeures capables de déstabiliser des écosystèmes entiers. (Rauscher, 2019)

Fig. 14 - Mise en lumière d'un arbre dans un parc. (Bega, s.d.)



On observe souvent dans des projets paysagers comme des parcs, des éclairages qui mettent en lumière la silhouette des arbres. Dans ces cas-ci, l'impact majeur des systèmes d'éclairage se passe au sous-sol dans les réseaux souterrains d'alimentation (tranchées, câbles électriques) qui abîment le système racinaire des arbres. Quand l'éclairage paysager est bien maîtrisé, c'est-à-dire suffisamment éloigné des projecteurs, une extinction de l'éclairage pendant certaines périodes de la nuit et lors de la floraison de certaines espèces, il n'occasionne pas de dommages à la flore. (Narboni, 2003)

b. Perturbation de la pollinisation

Une autre relation de base dans le vivant qui se retrouve impactée est le rapport plantes / animaux. En effet, 90% des angiospermes sont pollinisés par les insectes et certaines plantes sont dépendantes de certains insectes uniquement suite à un rapport de coévolution entre la plante et l'insecte. (Minnaar et al., 2018)

Un exemple de coévolution fleur / pollinisateur est la fleur belle-de-nuit pollinisée par le grand sphinx du troène. La fleur belle-de-nuit est caractérisée par une chronologie particulière puisqu'elle s'ouvre dès la tombée de la nuit, période correspondant à l'activité crépusculaire et nocturne du sphinx. La clématite par exemple dégage une odeur plus forte au crépuscule qui attire son pollinisateur. (Martinez del Rio et Burquez, 1986)

De ce fait, si l'insecte reste bloqué dans les lampadaires, il y a un véritable souci pour la survie de la plante qui ne peut être pollinisée le jour par d'autres insectes.

2.4.3 L'Homme

2.4.3.1 Aspect sanitaire

a. Dérèglement de l'horloge biologique, de la sécrétion de la mélatonine et de la structure du sommeil

Chez les humains, des études ont démontré que la lumière artificielle a un impact sur la santé en altérant le cycle jour / nuit.

Une étude de Abraham Haim & Boris A. Portnov (2013) avance que trois mécanismes expliquent de quelle manière la pollution lumineuse peut altérer la santé humaine:

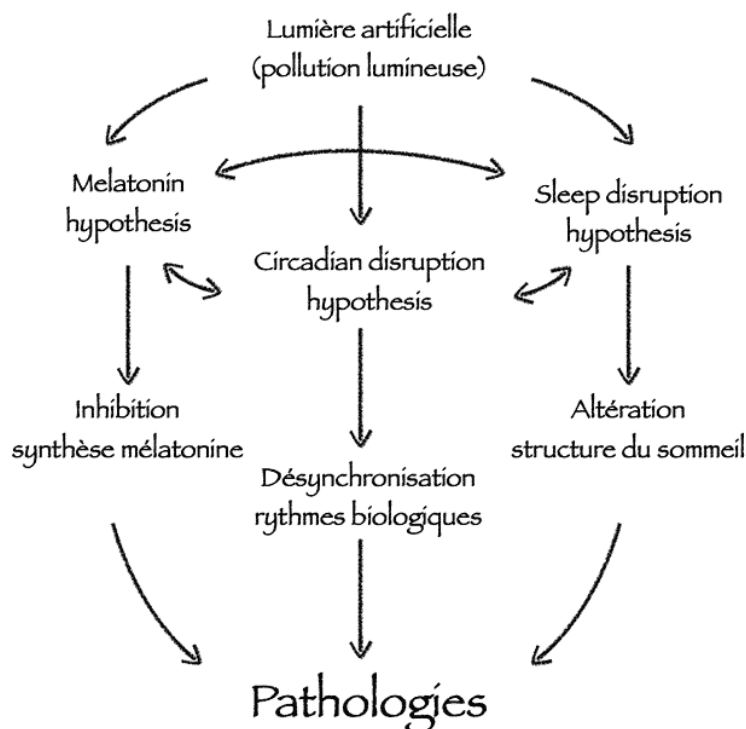


Fig. 15 - Trois hypothèses expliquent de quelle manière la pollution lumineuse peut altérer la santé humaine (Haim A. & Portnov B.A. 2013)

Ces trois mécanismes peuvent mener à l'apparition de pathologies chez l'être humain. Chez les animaux sauvages, il est probable que les mêmes mécanismes sont à l'œuvre. (Le Tallec, 2020)

Il est connu de tous que le manque de sommeil augmente le risque d'accident, de trouble amnésique mais de plus en plus d'auteurs soulignent aussi l'augmentation du risque d'obésité et de syndrome métabolique ainsi que l'augmentation de cancers du sein, du colon et de la prostate.

L'Homme, et l'être vivant en général, a donc besoin d'obscurité, période correspondant à son temps de repos. A titre d'exemple, dans certaines prisons à travers le monde, les détenus sont retenus dans des cellules dont les lumières sont allumées 24h/24. (Epoch Times, 2019 ; Salingue, 2012). Il s'agit d'une forme de torture privant le détenu de sommeil, de temps de repos.

Enfin, l'augmentation de l'éclairage public au LED ces dernières années pose également problème. En effet, déjà omniprésentes dans nos maisons (ordinateur, tablette, smartphone, etc), ces lampes LED émettent des couleurs bleues et blanches, qui, bien que plus économiques et durables, « ont une grande part de leur rayonnement qui n'est pas compris dans le spectre visible et inhibe fortement la synthèse et la sécrétion de mélatonine par l'épiphyse. » (Beckers et al., 2015, p.560)

- La « Circadian disruption hypothesis » : la pollution lumineuse perturbe l'horloge interne par rapport au cycle jour / nuit.
- La « Melatonin hypothesis » : la pollution lumineuse diminue la production et la sécrétion de mélatonine. Il s'agit d'une hormone dont la sécrétion est induite par l'absence de lumière assurant de nombreux rôles au niveau immunitaire et comportemental. (Beckers et al., 2015)
- La « Sleep disruption hypothesis » : la pollution lumineuse pourrait perturber la structure du sommeil, voire diminuer sa durée totale.

2.4.3.2 Aspect socioculturel

a. Impact astronomique

« Tous ceux qui observent le ciel ont une ennemie rédhibitoire: la pollution lumineuse, qui fait perdre à la nuit l'obscurité si chère aux astronomes. »

(François Colas dans Ciel & Espace, avril 2000 cité par Narboni, 2003)

Les astronomes, face à une intensification de l'éclairage public, ont été les premiers à tirer la sonnette d'alarme concernant la pollution lumineuse. L'argument principal est l'observation d'un accroissement inutile de flux lumineux dirigés directement vers le ciel et provenant de l'éclairage public, créant ainsi un halo lumineux au-dessus des villes, empêchant l'observation des étoiles. (Lefebvre, 2015 et Mallet, 2011)



Fig. 16 - La pollution lumineuse crée un halo de lumière dense au-dessus des villes. (Blanchot, 2016)



Fig. 17 - Photographie de la Belgique depuis l'espace. (Pesquet, 2017)

L'impact lumineux est un phénomène très facilement observable depuis l'espace. Ainsi comme on peut l'observer sur la figure 16, l'astronaute français Thomas Pesquet a capturé récemment ce cliché sur lequel la Belgique est très facilement identifiable par ses autoroutes illuminées à l'excès. On devine aussi sur ce cliché facilement les capitales, à savoir Paris, Londres et Bruxelles.

La Belgique possède le réseau routier le plus dense au monde juste derrière les Pays-Bas, or ce pays est beaucoup moins visible depuis l'espace contrairement à la Belgique illuminée de près de 2,2 millions de lampadaires. La raison, selon le New York Times ayant recueilli le témoignage d'un bourgmestre flamand, serait économique et non sécuritaire comme l'avance le gouvernement. (Schreuer, 2017)

En effet, Peter Reekmans, bourgmestre de Glabbeek, témoigne:

« Le système d'électricité belge incite les politiciens locaux à allumer les lumières la nuit. La consommation d'électricité se traduit par des bénéfices pour les services publics d'électricité, des sociétés de distribution et de l'Etat. Ces derniers versent des dividendes aux municipalités locales, qui détiennent des parts dans ces sociétés. Et bien sûr, des salaires et des jetons de présence aux politiciens locaux qui siègent aux conseils d'administration. » (Reekmans, 2017 cité par Schreuer, 2017).

Ce seul témoignage met en avant que la simple action d'éclairer dépend de nombreux facteurs, l'aspect politique et économique étant souvent à l'origine de toute action d'éclairer.

Pour les astronomes professionnels, amateurs ou pour tout un chacun, la pollution lumineuse constitue un voile, « ferme la fenêtre » sur le ciel étoilé. Elle ne permet plus, ou du moins raréfie les moments de relations avec un environnement nocturne non artificiellement éclairé. Elle ne permet plus un moment d'expérience de nature sur les attributs naturels de la nuit. (Challéat et Lapostolle, 2019)

Comme l'explique Hubert Reeves, astrophysicien canadien :



Fig. 18 - Photos prises en banlieue de Toronto pendant et avant une panne de courant. (Photo de Todd Carlson, 2003 reprise par Ghincolov, 2017)

« Premier résultat, je dirais le plus dramatique : ça coupe le ciel, les gens ne voient plus le ciel. Vous avez des quantités de gens qui n'ont jamais vu la Voie lactée, qui n'ont jamais vu la lumière zodiacale. Des fois, je demande aux gens : est-ce que vous savez ce que c'est que la lumière zodiacale ? Les trois quarts ne savent même pas, n'ont jamais entendu le mot. C'est quelque chose qui était très présent dans le passé. C'est ce contact avec le ciel, cette espèce d'émotion que vous avez quand vous sortez par une belle nuit étoilée avec la Voie lactée et tout. Ce contact, c'est quelque chose qui était présent dans toute l'humanité, jusqu'à peut-être quelques décennies, qui est absent et qui est quelque chose qu'il faut redonner aux gens. » (Reeves, s.d.)

Aujourd'hui, environ 35% de la population mondiale n'est plus en mesure d'observer la Voie Lactée la nuit. Par ailleurs, la volonté d'avoir accès au ciel nocturne est de plus en plus importante pour de nombreux. (Challéat cité dans Deleuil, 2009)

b. Nuit source de cauchemar

Au départ, notamment à la préhistoire, la nuit représentait un danger pour l'Homme car il n'avait pas de quoi s'éclairer ni voir le danger arriver. Pourtant, aujourd'hui encore, cette sensation de vulnérabilité persiste.

Le cauchemar amène une réflexion sur toute imagerie de la peur. Il peut prendre plusieurs formes, on y retrouve des animaux fantastiques ou réels, des démons, des monstres, des sorcières, des fantômes, etc.

On retrouve d'ailleurs généralement la plupart de ces personnages / créatures dans les contes et légendes racontés aux enfants, la nuit étant souvent le point de départ des histoires fantastiques. En racontant cela à travers des récits, la peur devient identifiable et permet aux enfants de la maîtriser.

Si la nuit fait apparaître les monstres, la lumière les fait disparaître explique le psychanalyste Didier-Weill (2005, cité par Bertin, 2016) qui expose l'anecdote de l'enfant qui veut dormir la lumière allumée pour éviter que les monstres n'apparaissent.

Pour l'adulte, cette peur de la nuit est plutôt liée à l'obscurité et aux histoires traitées dans les fictions. Beaucoup de séries télévisées sont axées sur les crimes ayant lieu la nuit et la résolution des affaires judiciaires comme le meurtre, le viol, les agressions etc. Ces peurs sont aussi alimentées par les mœurs de la société, notamment avec les couvre-feux. (Bertin, 2016)

2.4.3.3 Aspect économique

a. Impacts directs

On estime qu'un cinquième de la surface du globe est concernée par la pollution lumineuse, principalement les pays développés, ce qui représente 83,2% de la population mondiale (chiffres pour les années 2013-2014). L'Europe serait concernée à raison de 99,8%. (Falchi et al., 2016). De plus, cette surface augmenterait à un rythme de 5-10% par an. (Hölker, 2010)

A titre d'exemple plus précis, l'éclairage belge et son entretien ont un coût de 25 millions d'euros par an au plan national. Cela représente pour chaque commune en moyenne entre 50 et 70% de leur facture électrique. (SPW, 2009).

Notons que d'ici 2030, l'objectif de la Wallonie est de remplacer la totalité des lampadaires énergivores actuels par la technologie LED, ce qui permettrait de diminuer la facture électrique de 60%. La commune Viroinval qui est déjà 100% LED depuis 2017, affiche une réduction d'un peu plus de 50% de sa consommation d'électricité. (Haveaux, 2019)

b. Impacts indirects

Cependant, comme vu précédemment, l'avantage économique est peut être évident, mais si l'éclairage au LED est mal maîtrisé (orientation, etc.), il augmentera drastiquement la pollution lumineuse. Notons aussi que cette économie peut pousser certaines communes à installer davantage de points lumineux, entraînant une augmentation de la pollution lumineuse. De plus, le remplacement du parc d'éclairage actuel en éclairage LED entraîne un coût certain pour le contribuable en augmentant la facture pour cette innovation.

Un autre impact économique souvent oublié est le prix des services écosystémiques. J'énonçais plus tôt la pollinisation de certaines plantes par des insectes nocturnes qui se retrouvent piégés sur les lampadaires. Si demain nous devons assurer cette pollinisation par nous-même, cela représenterait un prix

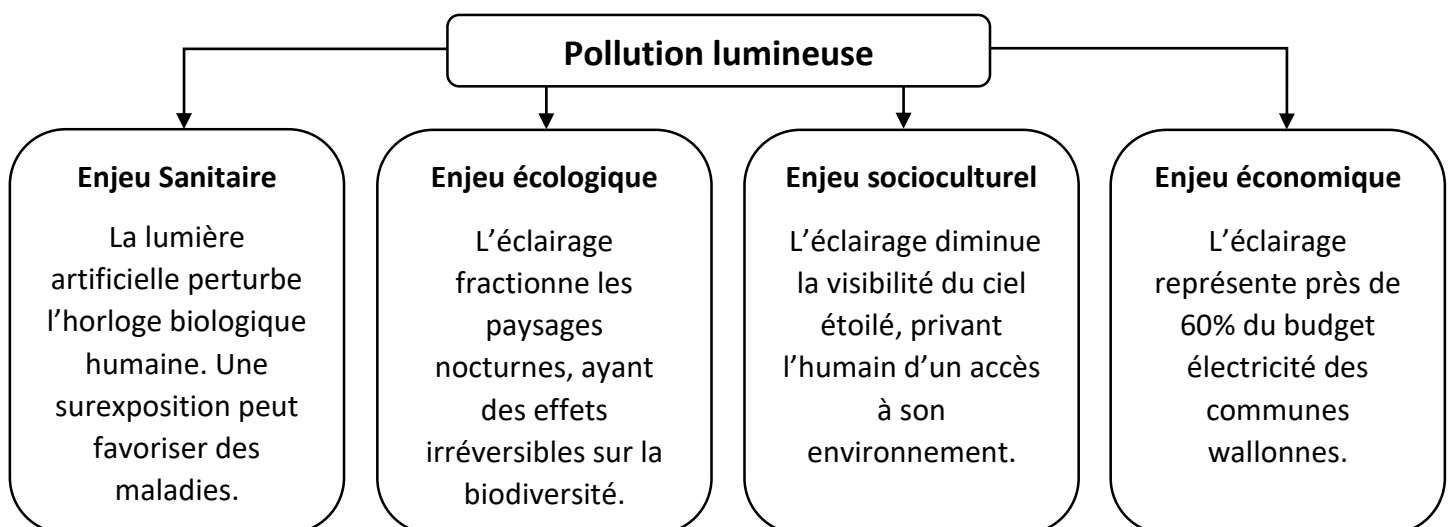
colossal à prendre en compte. Certains pays asiatiques pollinisent déjà aujourd'hui leurs vergers à la main faute de pollinisateurs.

Enfin, si on parle d'impact économique de l'éclairage artificiel à travers l'électricité, il ne faut pas oublier le prix indirect de cette énergie, à savoir les infrastructures nécessaires à la production de l'électricité, que ce soit les centrales nucléaires, les barrages hydroélectriques ou encore les éoliennes pour ne citer que ceux-ci. Ces infrastructures représentent un coût colossal non seulement en termes monétaires, mais ont aussi un prix écologique énorme, que ce soit par le réchauffement des fleuves et rivières par les centrales nucléaires sans parler des déchets radioactifs, ou encore par le nombre de vallées inondées pour l'installation d'un barrage hydraulique, etc. Enfin, il ne faut pas négliger l'impact sur le paysage de toutes ces infrastructures électriques.

Le rapport culturel et social à la nuit et à l'obscurité a aussi un impact économique. Comme on l'a vu, la peur de la nuit et de la pénombre est ancrée dans notre culture pour diverses raisons, ce qui a poussé les politiques à implanter davantage de points lumineux pour repousser l'obscurité dans la nuit et rassurer le citoyen. Une autre raison est l'usage de la lumière pour mettre en valeur la ville, via le patrimoine notamment, comme on le verra un peu plus loin dans ce mémoire. Cette volonté d'embellir la ville par la lumière entraîne aussi des coûts qui ne sont pourtant qu'esthétiques. De plus, par cette volonté d'embellissement, le prix de renouvellement des systèmes d'éclairage par des procédés plus performants et esthétiques coûtent également au contribuable.

Fig. 19 – Résumé schématique des enjeux de la pollution lumineuse. Réalisation personnelle.

La pollution lumineuse est donc un phénomène aux nombreux enjeux qui peuvent se résumer comme suit et contre lequel il est primordial de lutter :



2.3.4 Comment lutter contre la pollution lumineuse ?

La pollution lumineuse est une problématique globale dont la lutte est un enjeu actuel. Les motivations premières de cette lutte par les politiques est le besoin de dépenser moins tant énergiquement que financièrement. (Challéat, 2019)

La lutte contre la pollution lumineuse est par conséquent, aujourd'hui, un but purement financier plutôt qu'un but à part entière.

En revanche, ce manque d'intérêt est en partie compensé par les avancées de la recherche sur les effets de la lumière artificielle sur le vivant, par l'émergence de mouvements de lutte contre la pollution lumineuse et de protection de l'obscurité, et enfin par l'émergence de législations.

La nuit est une ressource, et la perte de l'obscurité par la lumière artificielle correspond à une *extinction de l'expérience de la nature*, comme le souligne Challéat (2019) : « *la pollution lumineuse raréfie nos opportunités de relation visuelle directe avec cette inépuisable ressource historique, littéraire, philosophique, religieuse, paysagère ou encore artistique qui participe à notre individualisation, de la constitution de notre être, de notre rapport à l'Autre et au monde vivant* ». C'est dans cet état d'esprit de préservation de l'obscurité que l'on va explorer les solutions pour lutter contre la pollution lumineuse.

2.3.4.1 Les solutions techniques

La lumière artificielle impacte donc le vivant dans son ensemble, mais il est possible de limiter son impact en jouant sur les caractéristiques de la lumière.

En effet, le monde vivant est composé d'une multitude d'espèces qui ne perçoivent pas la lumière de la même façon. Chaque espèce perçoit certaines longueurs d'onde et chaque appareil lumineux possède sa propre signature spectrale. (MEB-ANPCEN, 2015 ; VERNY et BUSSON, 2018)

On l'a vu à travers l'histoire de l'éclairage urbain, les types de lampadaires se sont succédés au cours des avancées technologiques. Aujourd'hui, trois types de lampes sont principalement utilisées pour l'éclairage public, le Sodium basse pression (SBP), le Sodium haute pression (SHP) et récemment les diodes électroluminescentes (LED).

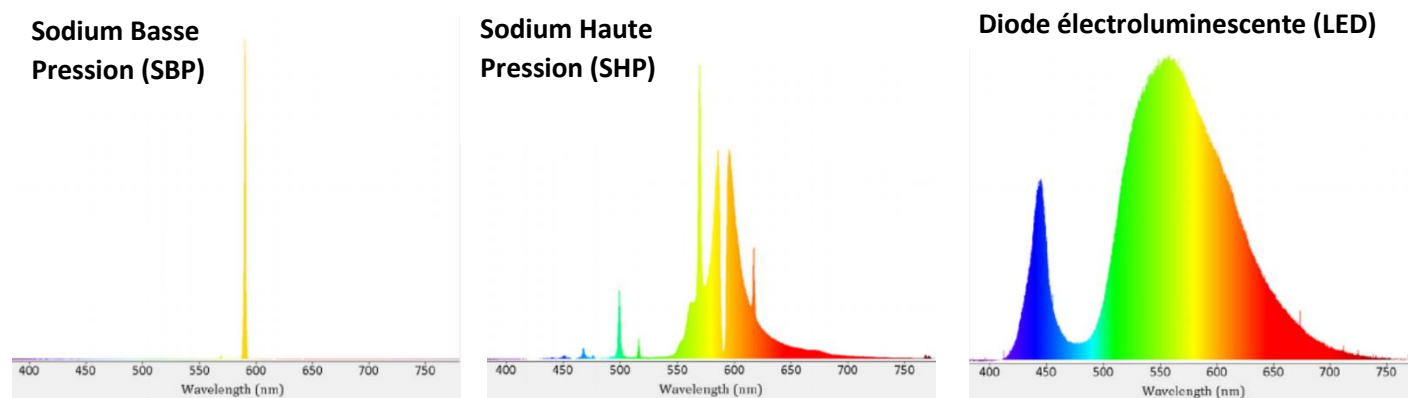


Fig. 20 – Signatures spectrales de différentes sources lumineuses (de gauche à droite : SBP, SHP, LED). (BOYES et al., 2020)

Comme on peut l’observer sur la figure 19, le SBP est caractérisé par une longueur d’onde courte et par une couleur de lumière chaude (jaune). Il s’agit d’une lumière monochromatique. Le SHP a une signature spectrale plus importante que le SBP et émet une couleur chaude (jaune-orange). La lumière émise par le LED a une signature spectrale qui se distingue de celle des éclairages traditionnels en émettant des longueurs d’onde dans le bleu. Le LED est une lumière polychromatique (plusieurs couleurs), tout comme le SHP.

De nombreuses études ont été menées sur les impacts du spectre lumineux sur la biodiversité. Une étude de l’ANPCEN (association nationale pour la protection du ciel et de l’environnement nocturne) a réalisé une synthèse bibliographique, ce qui a permis de dresser la liste des longueurs d’ondes les plus défavorables pour chaque groupe d’espèces. (MEB-ANPCEN, 2015 ; Verny et Busson, 2018)

/	UV	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge	IR
Longueurs d'ondes (nm)	<400	400-420	420-500	500-575	575-585	585-605	605-700	>700
Flore	x	-	x	x	-	-	x	x
Oiseaux	x	x	x	x	-	x	x	x
Mammifères (hors chiroptères)	x	x	x	x	-	-	x	-
Chiroptères	x	x	x	x	-	-	-	-
Insectes	x	x	x	x	-	-	-	-
Amphibiens et reptiles	x	x	x	x	x	x	x	x
Poissons	x	x	x	x	x	x	x	-

X= effet constaté

- = absence d’information

Tableau 3 – Longueurs d’onde ayant un impact avéré sur le vivant. (Réalisation personnelle, basé sur MEB-ANPCEN, 2015)

Sur le tableau 3, on peut observer que les lumières qui émettent des longueurs d’onde entre <400 et 575, correspondant aux UV, aux couleurs violet, bleu et vert, impactent davantage un grand nombre d’espèces. Ces longueurs d’ondes correspondent à la lumière émise par le SHP en partie, et surtout le LED.

Comme mentionné précédemment, l'apparition du LED sur le marché est assez récente et est fortement prisée par de nombreux élus lors de la maintenance de l'éclairage public pour leur faible consommation d'énergie et leur durée dans le temps comparé aux lampes aux Sodium. De plus, dans le cadre du plan national énergie-climat 2021-2030 (PNEC 2021-2030), le gouvernement wallon oblige la transition de l'éclairage public vers la technologie LED sur l'ensemble du territoire. (Duquesne, 2017)

On observe d'ailleurs que par les économies effectuées grâce au LED, il y a une tendance à augmenter le nombre de LED, et donc de points lumineux, entraînant un suréclairage encore plus important.

Les études d'impacts des LEDs sur la biodiversité étant encore peu nombreuses, des recherches scientifiques complémentaires sont nécessaires afin de déterminer précisément l'impact des différentes longueurs d'ondes sur les différentes espèces. (MEB-ANPCEN, 2015)

Néanmoins, il existe différentes sources de LEDs aux spectres différents permettant de moins perturber la biodiversité.

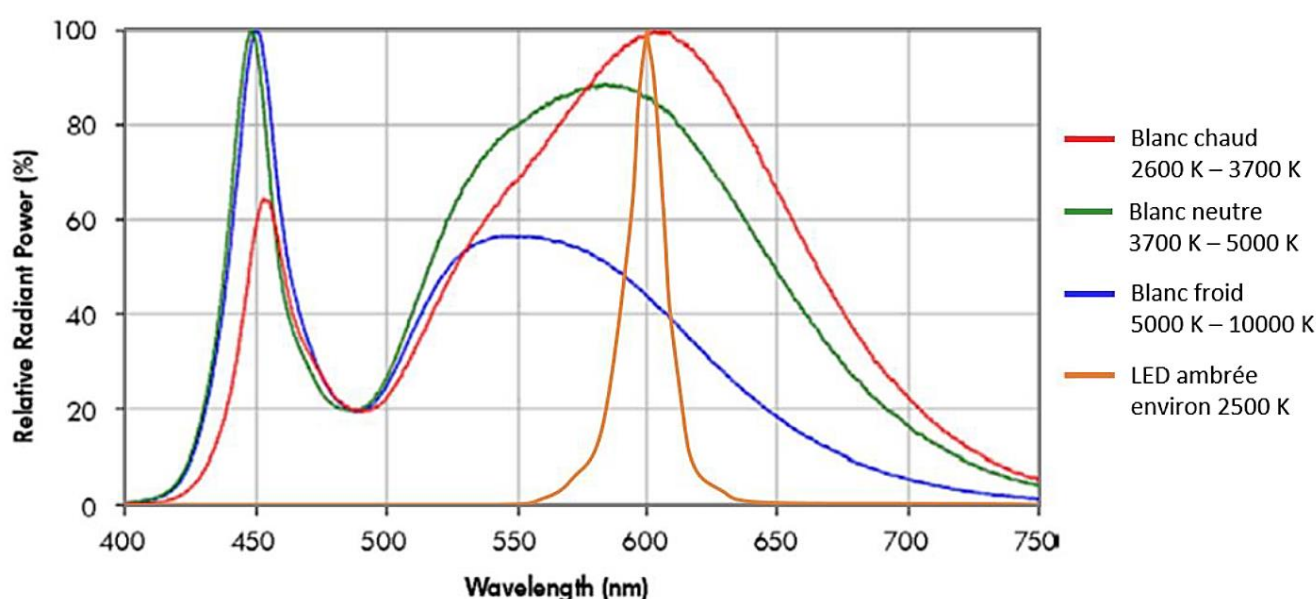


Fig. 21 – Comparaison des spectres énergétiques de différentes sources LEDs (LEDs blanches et ambrée). (Verny & Busson, 2018)

Il peut être avancé que les lampes à sodium basse pression (SBP) et les LEDs ambrées (2500K) à spectre étroit sont moins perturbatrices pour la biodiversité grâce à leur spectre monochromatique. Le LED ambré apparaît comme le juste mélange entre les lampes Sodium que nous remplaçons aujourd'hui et la technologie LED.

En résumé, Il faut privilégier des modèles avec une température de couleur chaude (> 2700K) correspondant à une émission dans les plus hautes longueurs d'ondes.

Bien que ces bandes spectrales soient moins néfastes que les autres lampes, cela ne veut pas dire qu'elles n'ont pas d'impact sur le vivant. Toutes les lampes sont potentiellement perturbatrices, la meilleure solution reste de réduire la quantité globale de lumière émise, ou encore, de ne pas éclairer.

Ces différentes études sur le lien entre biodiversité et éclairage artificiel ont mené à des recommandations pour l'éclairage. Ces guides de bonnes pratiques, en aucun cas réglementaires, insistent notamment sur la direction des flux lumineux, leur intensité et leur durée d'éclairage. (Sierro, 2019)

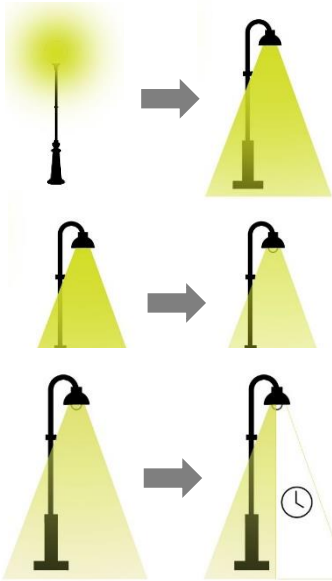


Fig. 22 – Optimisation du choix des lampadaires (Réalisation personnelle, basée sur Sierro, 2019.)

Il est aussi important de bien orienter le flux lumineux vers le bas grâce à des abat-jour et des déflecteurs. Il faut absolument éviter les luminaires sphériques qui dispersent une grande part de la lumière dans l'atmosphère.

Il faut aussi diminuer l'intensité lumineuse des éclairages publics qui oscille autour des 20-60 lux en ville jusqu'à 4 lux. Cela permettra de diminuer considérablement la pollution lumineuse.

Enfin, éteindre l'éclairage public en cœur de nuit, comme le font déjà de nombreuses communes françaises. Il en va de même pour l'éclairage privé comme les enseignes lumineuses.

Il est également possible d'accompagner la technologie LED d'un *dimming* : il s'agit d'une diminution contrôlée et précise de la puissance et du flux lumineux sur une plage horaire définie, en cœur de nuit par exemple lorsqu'il y a moins de fréquentation sur l'espace public. Malheureusement comme on l'a vu, cette période ne correspond pas aux temps crépusculaires, moment de forte activité de la biodiversité nocturne. (Sierro, 2019)

2.3.4.2 Projets de trame noire

Comme on l'a vu, la lumière artificielle perturbe l'alternance naturelle jour / nuit au sein même des habitats de nombreuses espèces et a de nombreux impacts sur ces dernières. La lumière peut également rendre plus rugueux un corridor empêchant certaines espèces de se déplacer et peut scinder une tache d'habitat. On comprend donc que la lumière a un impact sur la connectivité et la continuité écologique à différentes échelles du paysage.

Aujourd'hui, ce sont les trames vertes et bleues (TVB) qui sont le plus à même de répondre à ces préoccupations d'écologie urbaine et de continuité écologique. Ce sont des outils permettant de (re)constituer un réseau écologique cohérent

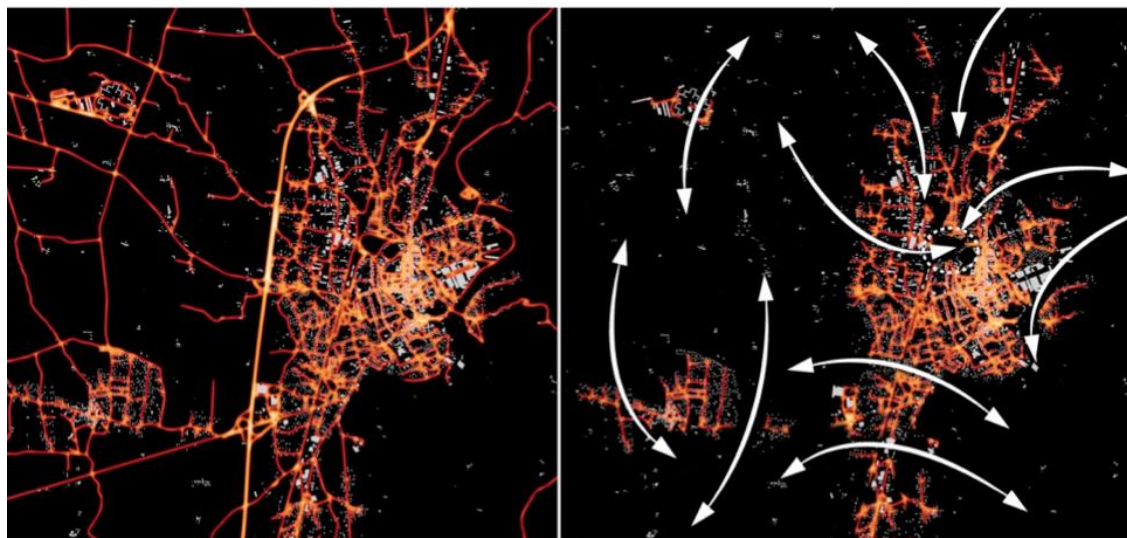
qui permet aux espèces de circuler et d'interagir, et aux écosystèmes de continuer à rendre à l'Homme leurs services.

Les objectifs de la TVB sont :

- « diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces;
- identifier et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques;
- atteindre ou conserver le bon état écologique ou le bon potentiel des eaux de surface;
- prendre en compte la biologie des espèces migratrices;
- faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvage;
- améliorer la qualité et la diversité des paysages; permettre le déplacement des aires de répartition des espèces sauvages et des habitats naturels dans le contexte du changement climatique » (Site Web du Grenelle de l'Environnement, cité par Challéat, 2017)

Fig. 23 – Simulation d'un projet de trame noire, permettant de défragmenter la matrice paysagère nocturne, d'augmenter la connectivité des espaces et la connectivité écologique pour éviter l'insularisation en créant des corridors noirs, autour de – mais aussi dans – la ville (Challéat, 2011)

Il apparaît dans ces objectifs que la dimension nocturne n'est pas directement prise en compte. Il semble pourtant important pour remplir les objectifs cités ci-dessus de constituer un réseau de nuit noire et donc d'intégrer la composante nocturne. Ce réseau de « noir », ainsi nommé trame noire, fonctionne selon le même principe que les trames vertes et bleues, en considérant la matrice, les taches et les corridors pour permettre une continuité écologique au sein du paysage nocturne. Une trame noire, ou trame sombre, correspond à un réseau de milieux peu impactés par la pollution lumineuse. Elle permet, comme la TVB, une continuité écologique au sein du territoire. Elle est composée de zones centrales (tâches) et de corridors d'obscurité relative (corridors), soutenant le réseau écologique en place en répondant aux besoins d'obscurité du vivant.



Les trames noires sont plus facilement mises en place dans les milieux ruraux où l'obscurité est plus présente qu'en ville, mais des projets de trames noires urbaines voient le jour.

2.3.4.3 Associations et réserves étoilées

Suite à la prise de conscience de la pollution lumineuse dans les années 1980, des associations ont vu le jour afin de protéger le ciel nocturne.

Tout d'abord en 1992, l'UNESCO reconnaît que : « *le ciel étoilé fait partie intégrante du patrimoine mondial à préserver* », et qu'il a donc une valeur en tant qu'héritage à transmettre aux générations futures. (ASCEN, s.d.)

Comme association, on notera l'International Dark-Sky Association (IDA) qui crée en 2001 le programme *International Dark Sky Places* dans le but de mettre en avant et de gérer les espaces au ciel nocturne remarquable.

En France, l'association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement nocturnes (ANPCEN) est entièrement dédiée aux enjeux pluriels de la qualité de la nuit de l'environnement nocturne. Cette association décerne notamment le label « Villes et Villages étoilés » afin de valoriser les démarches en faveur d'un environnement de qualité.

En Belgique l'Association pour la Sauvegarde du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ASCEN) a pour but de lutter contre la pollution lumineuse, notamment en organisant « la nuit de l'obscurité » qui propose aux communes d'éteindre leur éclairage public le temps d'une nuit pour pouvoir observer les étoiles. Cette année, elle a lieu le 9 octobre 2021. (ASCEN, s.d.)

Des « réserves internationales de ciel étoilé » (RICE) sont développées à l'échelle mondiale par l'International Dark-Sky Association (IDA). Une RICE est « *un espace public ou privé de grande étendue jouissant d'un ciel étoilé d'une qualité exceptionnelle et qui fait l'objet d'une protection à des fins scientifiques, éducatives, culturelles ou dans un but de préservation de la nature (...).* » (ricemm, s.d.)

Les RICE peuvent faire office de tâches d'habitat d'espèces nocturnes dans les projets de trame noire, mais elles ne sauraient à elles-seules garantir le maintien d'un niveau de biodiversité sur l'ensemble du territoire et au-delà. A noter que La Belgique ne possède pas de RICE, mais la France compte à ce jour trois sites référencés par l'IDA, à savoir la RICE du Pic du Midi de Bigorre (2013), la RICE du Parc national des Cévennes (2018) et la RICE Alpes Azur Mercantour (2019).



Fig. 24 - La voie lactée au-dessus du Pic du Midi de Bigorre. (Photo Jean-François Graffand, s.d. reprise par Barrejat, 2018)

L'UNESCO ne peut cependant pas reconnaître les RICE comme bien culturels et naturels du patrimoine mondial car il n'existe aujourd'hui aucun critère de considération les concernant dans la convention du patrimoine mondiale. Le ciel n'a pas de valeur universelle exceptionnelle car il n'est pas un lieu au sens juridique, ni même une partie d'un lieu. Il est donc impossible de le définir dans les termes de la Convention du patrimoine mondial. Il peut être considéré comme la qualité environnementale d'un lieu par sa visibilité exceptionnelle; mais il ne peut pas être considéré comme un lieu entièrement délimité ayant une valeur universelle exceptionnelle par lui-même. (Cotte et ICOMOS, 2017)

2.3.4.4 Cadre législatif

Face à la difficulté de définir et quantifier la pollution lumineuse, il est difficile de l'aborder dans une loi. De plus, le ciel nocturne n'étant pas un objet de droit reconnu, il est difficile de mettre en place un cadre réglementaire précis et pertinent aux échelles mondiales, européennes et nationales pour lutter contre la pollution lumineuse. (Aujollet & David, 2014)

En Europe, il n'existe pas encore de réglementation visant directement la lutte contre la pollution lumineuse. Il existe uniquement des directives visant l'écoconception des sources lumineuses.

En France, la loi Grenelle de l'environnement de 2009 puis 2010 énonce que « *les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel*

nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation ». (LOI N° 2009-967 Du 3 Août 2009 de Programmation Relative à La Mise en œuvre Du Grenelle de l'environnement, 2009). S'en suivent en 2011 et 2012 des décrets d'application (n° 2011-831 et n° 2012-118) pour la prévention et la limitation des nuisances lumineuses, notamment en ce qui concerne les enseignes lumineuses, publicités extérieures, vitrines, façades et bureaux. Ces décrets énoncent des consignes d'extinction des enseignes lumineuses entre 1h et 6h et l'extinction obligatoire des vitrines, façades et bureaux de 1h à 7h. Cependant, la réalité met en évidence le manque d'application réel de la loi.

En Belgique, seule la Flandre dispose d'un cadre législatif en matière de contrôle des nuisances lumineuse à travers le règlement régional de l'environnement (VLAREM II). Il aborde la notion de pollution lumineuse en énonçant des objectifs pour limiter les nuisances lumineuses. (Aujollet & David, 2014)

3. CONCLUSION

Cette étude bibliographique a permis de mettre en avant que l'Homme a au fil du temps adapté la nuit à ses besoins socio-économiques, à savoir la sécurité civile et l'attractivité des villes. Ce sont ces enjeux politiques qui ont construit les paysages nocturnes actuels par la lumière artificielle. Une des problématiques est que l'infrastructure d'éclairage n'est pas réfléchie pour construire le paysage nocturne. Ce dernier est alors un paysage produit, à l'opposé d'un paysage construit/conçu.

Cette conquête de la nuit par la lumière artificielle a généré la pollution lumineuse, qui prive l'Homme de l'obscurité et de cette relation au ciel étoilé, sa fenêtre sur l'univers, source d'inspiration et de questionnement, et qui impacte la biodiversité dont il dépend.

Les études démontrent les nombreux impacts de la lumière artificielle sur le vivant ainsi que l'absence de corrélation entre éclairage et sécurité. Malgré cela, nous continuons d'éclairer nos territoires un peu plus chaque année.

Grâce à la conscientisation progressive de ce phénomène, des outils réglementaires apparaissent mais ils ont encore aujourd'hui trop peu d'influence sur l'ampleur du phénomène.

La mise en place de trames noires apparaît comme une solution appropriée aux enjeux de la pollution lumineuse. Malheureusement, celles-ci s'attardent davantage sur les conflits entre biodiversité et éclairage que sur les notions de paysage et d'ambiances nocturnes.

L'arrivée de la technologie LED sur le marché et sa démocratisation nous mène vers une transition de l'éclairage, notamment en Wallonie dans le cadre du PNEC 2021-2030. Et s'il s'agissait d'une opportunité de repenser le paysage nocturne par une approche plus respectueuse du vivant où l'obscurité participerait à la construction des paysages nocturnes?

PARTIE II

HYPOTHESE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

1. HYPOTHÈSE ET OBJECTIFS

Rappelons la question de recherche :

L'obscurité peut-elle devenir un outil de composition du paysage urbain nocturne ?

Notre étude bibliographique nous a permis de mettre en évidence que l'obscurité était avant tout recherchée pour limiter les impacts de la lumière artificielle sur le vivant et dans un souci d'économie d'énergie.

Il existe déjà plusieurs façons de lutter contre la pollution lumineuse, que ce soit d'un point de vue technique, par la création de trames noires ou encore par la législation. L'objectif sera d'explorer comment lutter contre cette pollution et ses nombreux impacts par une réflexion paysagère.

L'étude de l'évolution de l'éclairage public et de l'urbanisme lumière nous a permis de comprendre notre façon et les raisons pour lesquelles nous éclairons nos paysages aujourd'hui. L'utilisation de la lumière artificielle dans nos paysages permet de :

- **Percevoir notre environnement** en l'éclairant. Eclairer le paysage permet de savoir où l'on est et où l'on va. Percevoir son environnement rassure l'utilisateur et procure un sentiment de sécurité (différent de la sécurité objective). La lumière permet donc la lisibilité du paysage et permet même de le hiérarchiser, notamment grâce aux plans lumières.
- **Mettre en valeur la ville**, son identité et les attributs qui la caractérisent. L'objectif de la lumière est ici politique, elle permet de développer le tourisme (exemple de Bordeaux) et de prolonger l'activité économique de la ville durant la nuit.
- **Créer des ambiances, susciter une expérience** par la lumière. C'est notamment l'objectif des concepteurs lumières, des plasticiens lumières ou encore des éclairagistes qui mettent en scène la ville par des jeux de lumières. Cette notion d'expérience rejoint la vision du paysage de Jean-Marc Besse (2018) que je rejoins totalement. Ce dernier correspond à une expérience, et en ce sens, l'obscurité dans le paysage, tout comme la lumière, doit participer et être réfléchi dans l'objectif de contribuer à cette expérience.

« Le paysage correspond à une expérience (et cette expérience peut être organisée, provoquée, c'est précisément l'un des rôles des paysagistes que de la préparer) dans laquelle l'espace et le territoire acquièrent de nouvelles qualités, ou renforcent leurs qualités déjà présentes et effectives. »

(Besse, 2018, p.35)

Pour tenter de répondre à la question « L’obscurité peut-elle devenir un outil de composition du paysage urbain nocturne ? », l’obscurité doit pouvoir répondre aux mêmes enjeux que la lumière en ville, on ne peut pas juste « éteindre » le territoire. L’éclairage des villes est l’une des conditions majeures de la vie urbaine nocturne, changeant nos rapports au temps.

L’objectif va donc être d’explorer, via l’hypothèse suivante et à partir des différentes fonctions identifiées de la lumière, les possibilités de l’obscurité dans les paysages urbains nocturnes d’un point de vue paysager :

L’obscurité permet de renforcer les fonctions de la lumière dans les paysages urbains nocturnes.

Cette hypothèse avance donc que l’obscurité permet, tout comme la lumière, de percevoir notre environnement, de mettre en valeur la ville et de créer des ambiances et expériences nocturnes. Elle permettrait même de renforcer ces aspects.

A l’inverse des « paysages lumières » de Sandra Mallet (2011), créés par l’urbanisme lumière, on parlerait plutôt de « paysage d’ombre ». Je définis un « paysage d’ombre » comme un paysage caractérisé par une matrice obscure où l’utilisation réfléchie et modérée de la lumière nous permet de conserver nos activités nocturnes actuelles. Le paysage d’ombre n’est donc pas caractérisé par l’absence de lumière artificielle, tout comme le paysage lumière n’est pas dénué d’obscurité.

L’objectif de cette troisième partie est de vérifier si l’obscurité peut trouver sa place en ville et répondre aux enjeux de la lumière (sécurité, attractivité, ambiance) tout en répondant aux enjeux de la nuit et de la pollution lumineuse (sanitaire, écologique, économique et socio-culturel).

2. METHODOLOGIE

Dans le but de vérifier et d'explorer l'hypothèse « *L'obscurité permet de renforcer les fonctions de la lumière dans les paysages urbains nocturnes* », nous allons analyser trois projets de paysage. Ces projets ont été sélectionnés par rapport à leur approche de l'obscurité, toutes différentes, afin de comprendre comment elle est utilisée et mise en valeur.

Mon regard s'est posé sur les trois projets suivants :

1. Le projet Hypernuit à Saint-Nazaire (France)
2. Le projet du Van Gogh Path à Eindhoven (Pays-Bas)
3. Le projet Skedanoz à Erdeven (France)

A l'exception du projet de Saint-Nazaire, il s'agit de projets extra-urbains, du fait que l'obscurité est encore trop peu envisagée en ville, d'où l'intérêt de ce travail. On va essayer de déterminer en quoi ces projets sont inspirants pour des projets urbains.

Les critères d'analyses ont été formulés à partir des fonctions identifiées de la lumière, afin de vérifier si l'obscurité renforce ces aspects. Les projets seront analysés selon les critères suivants :

1) **Analyse contextuelle** (spatial, politique, social).

L'objectif sera de comprendre le contexte dans lequel le projet nocturne a été réalisé, ses motivations, la genèse du projet, la posture du concepteur lumière etc.

2) **Analyse cartographique.**

Une étude comparative avant et après-projet sera réalisée sous forme de plan lumière pour comprendre la place des sources lumineuses et de l'obscurité. On s'intéressera également aux technologies des sources lumineuses et comment celles-ci permettent de valoriser l'obscurité.

3) **Expériences et ambiances nocturnes.**

Quelles nouvelles expériences et ambiances nocturnes apporte l'obscurité dans ces paysages nocturnes ?

4) **Lecture et perception paysagère.**

On l'a vu, la lumière nous permet de percevoir notre environnement. Dans chaque projet, on va étudier comment l'obscurité, par son rapport à la lumière, nous permet une nouvelle lecture et compréhension du paysage nocturne, en

comparaison à sa vision diurne. Il sera aussi important de comprendre comment cette vision permet de lutter contre le sentiment d'insécurité, malgré la présence importante d'obscurité.

5) Mise en valeur de l'identité et des éléments paysagers.

Comment l'obscurité permet de mettre en valeur l'identité des paysages étudiés?

Les résultats seront comparés afin d'identifier les aspects généraux et uniques de ces projets étudiés. De ces aspects généraux et uniques nous pourrons amorcer un début de réponse à la question posée.

Les outils d'analyses sont les suivants :

- Cartographie
- Dessin
- Photographie
- Tableau récapitulatif et comparatif

PARTIE III

RESULTATS

1. Projet Hypernuit à Saint-Nazaire



Superficie : 6100 m²

Date de réalisation : 2018

Maitrise d'œuvre : Agence de Paysage Phytolab et concepteur lumière Studio Vicarini.

Maitrise d'ouvrage : La Ville de Saint-Nazaire.

Fig. 25 – Carte de localisation de Saint-Nazaire, France
(Réalisation personnelle)

1.1 Analyse contextuelle

Située dans l'estuaire de la Loire, la ville de Nantes Saint-Nazaire a été bercée par le développement de son port, l'un des plus vieux de France (plus de 3000 ans) et l'un des plus vastes de la côte Atlantique française.

Pendant la seconde guerre mondiale, une base sous-marine a été construite à Saint-Nazaire par les allemands afin de protéger ses sous-marins des bombardements aériens anglais. A la fin de la guerre, la base a été laissée à l'abandon.

A cette époque, les Nazairiens tournent le dos à cette partie de la ville, devenue une immense friche. À la fin des années 1980, le maire veut lui redonner de la superbe et fait appel au plasticien lumière Yann Kersalé en lui commandant une installation éphémère. Kersalé le convainc de créer un véritable spectacle permanent, aboutissant en 1991 à la « Nuit des docks ». Selon Yann Kersalé, éclairer, c'est remettre en fierté : c'est transformer les relations entre les habitants et leur lieu de vie. Ainsi, la mise en lumière offre un spectacle une fois la nuit tombée qui évolue tous les soirs selon le clair de lune.

Fig. 26 – « Nuit des docks » à Saint-Nazaire par Yann Kersalé. (SNAIK, 1991)



En 30 ans, le projet a peu à peu perdu en intensité et qualité. D'autres concepteurs et plasticiens lumières ont adapté la mise en lumière avec les nouvelles technologies moins coûteuses et adaptées aux nouvelles normes énergétiques. Cette mise en lumière de Yann Kersalé, qui aura permis à Saint-Nazaire de renouer avec son quartier portuaire, a influencé d'autres projets urbains, notamment celui d'Hypernuit sur la place du Commando à Saint-Nazaire. (Bouliou, 2015)

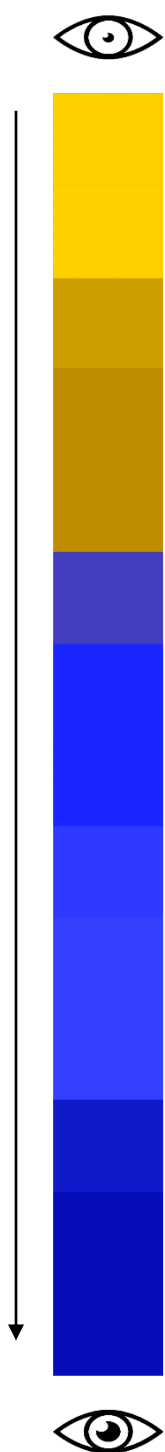


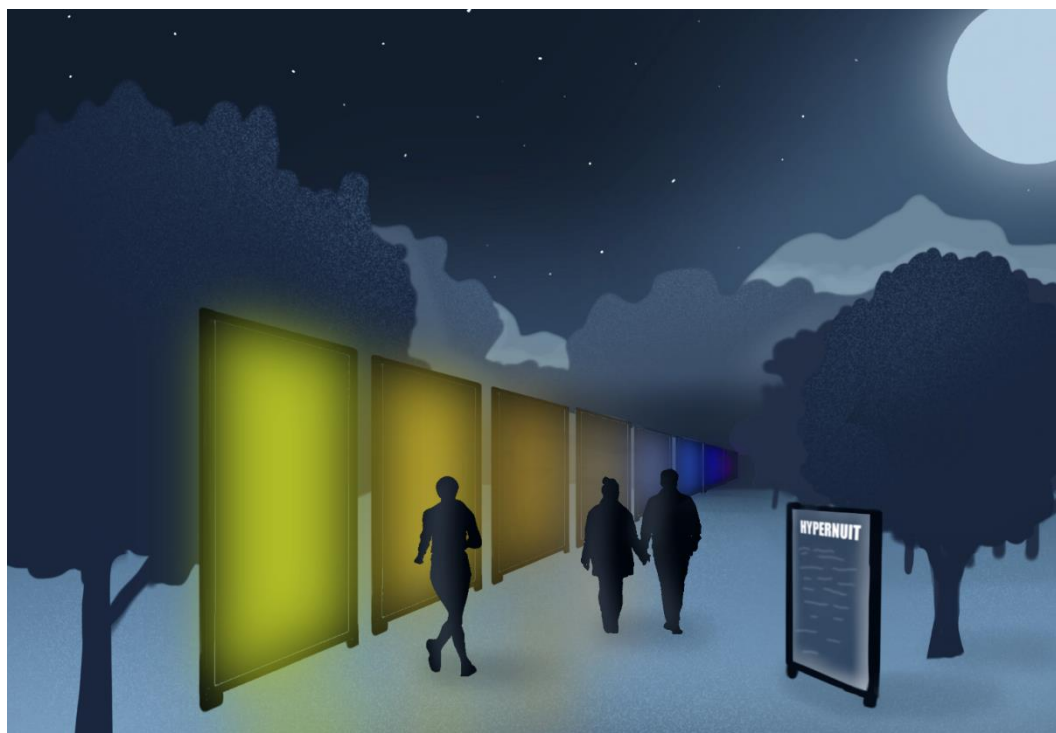
Fig. 27 – Transition chromatique permettant l'adaptation de l'œil à l'obscurité (Réalisation personnelle)

Fig. 28 – Croquis du projet Hypernuit à Nantes. (Réalisation personnelle)

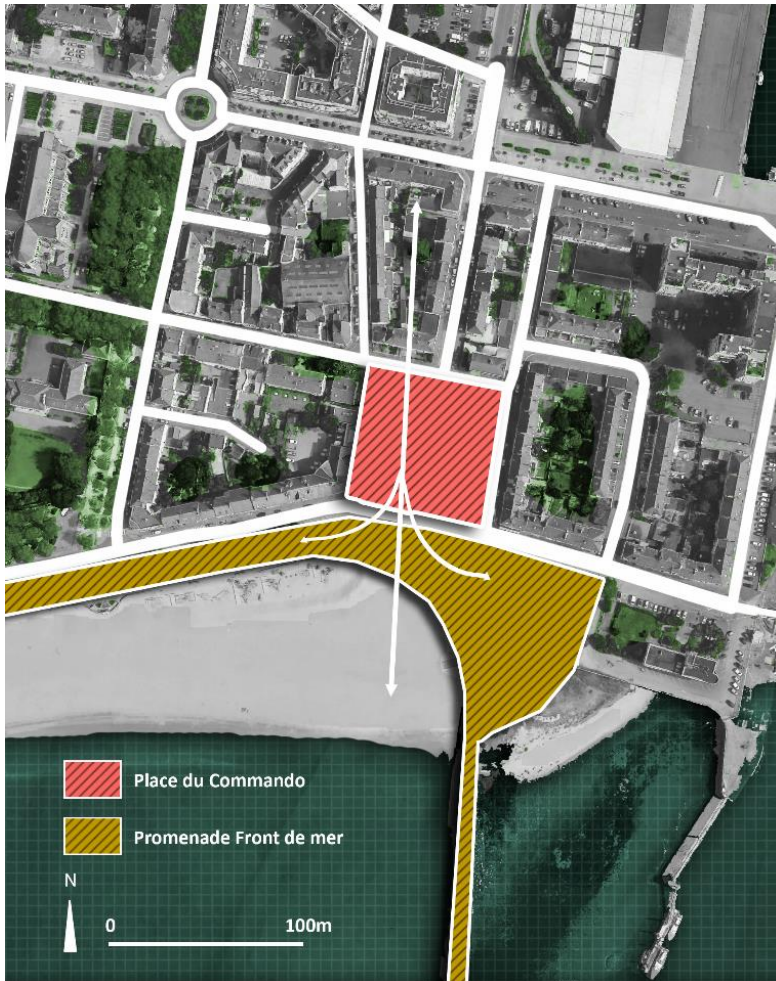
Pour comprendre le contexte du projet d'Hypernuit à Saint-Nazaire, il est nécessaire d'introduire dans un premier temps le concept d'Hypernuit. Hypernuit est un projet exploratoire du concepteur lumière Charles Vicarini (Studio Vicarini). Ce projet a pour but de sensibiliser à la prévention des zones obscures urbaines. Selon lui, la familiarisation, redonner goût à l'obscurité est une première étape vers des actions en milieu urbain d'extinction et d'abaissement des éclairages publics.

Pour se faire, le projet Hypernuit consiste à acclimater notre perception visuelle à l'environnement nocturne par la scénographie d'une transition chromatique progressive. Concrètement, des lumières LED sont couplées à des filtres qui permettent d'obtenir rapidement la teinte souhaitée pour permettre la transition chromatique. Cela permet d'avoir un dégradé de couleurs allant du blanc au violet sur une centaine de mètres de long afin d'habituer progressivement notre vision à l'obscurité. Grâce à cette transition chromatique, l'œil s'adapte progressivement du passage de la lumière à l'obscurité et nous permet de mieux se repérer dans la nuit. Le passage de la lumière à l'obscurité ou de l'ombre à la lumière est ainsi moins agressif. (Laganier, 2020)

Une action de sensibilisation à l'Hypernuit a été réalisée à Nantes métropole en 2012 dans un contexte urbain. L'installation venait de la ville et accompagnait le citoyen à travers la prairie. L'alignement des lumières forme un étalonnage de nuances du clair intense, ressemblant à l'éclairage public de la ville, au bleu sombre invitant à se laisser happer par l'obscurité. La vision accommodée, le visiteur peut apprécier le paysage obscur ou encore fixer les étoiles et rêver... (Vicarini, 2016)



Le concept d'Hypernuit étant à présent introduit, intéressons-nous au projet de Saint-Nazaire. Le projet est issu d'un concours public organisé par la Ville et remporté par l'agence de paysage Phytolab et dont la mise en lumière a été confiée au Studio Vicarini. Le projet consiste en un réaménagement de la place du Commando sur le front de mer. Autrefois un simple parking bitumé, la place est aujourd'hui une vaste esplanade piétonne en connexion directe avec la plage et accueillant des restaurants et des bars qui assurent une activité nocturne importante. (Phytolab, s.d. et Laganier, 2019)



Ce projet urbain est situé à la convergence des projets « Ville-Port » et « Front de mer », projets menés par la ville de Saint-Nazaire dans le but de progressivement réorienter la cité et de retrouver un lien direct avec le front de mer (à l'image du projet « la nuit des docks »).

L'objectif est donc prioritairement de retisser les liens entre la ville et sa baie. Pour se faire, la notion de parcours est vite apparue dans les prémices du projet, à savoir comment amener les Nazairiens de leur ville suréclairée la nuit à l'immensité nocturne de l'océan.

Fig. 29 – Cartographie schématique des intentions de projet du réaménagement de la place Commando (Réalisation personnelle)

Afin d'atteindre cet objectif, l'agence de paysage Phytolab s'est entouré de différents professionnels pour y répondre. Phytolab s'est occupé du réaménagement de la place, l'atelier Topo Architecture des pavillons accueillant les services de restauration et enfin ce qui nous intéresse, l'agence de paysage a fait appel au Studio Vicarini pour la mise en lumière. Pour retrouver un lien direct avec le front de mer, Phytolab a porté une attention particulière à proposer une activité nocturne par les services de restauration et une ambiance nocturne singulière.

1.2 Analyse cartographique

Charles Vicarini s'est inspiré des expériences de son projet Hypernuit en travaillant la lumière selon un dégradé chromatique qui part du blanc chaud de la ville jusqu'au rouge. La couleur rouge est à la limite du spectre visible par l'homme, ce qui permet une vraie douceur et une transition progressive et adaptive vers le noir de l'océan. Sur ces cartographies avant et après projet, on peut apercevoir non seulement le nouveau lien ville/front de mer créé par l'aménagement, mais aussi la nouvelle mise en lumière suivant le principe d'Hypernuit.

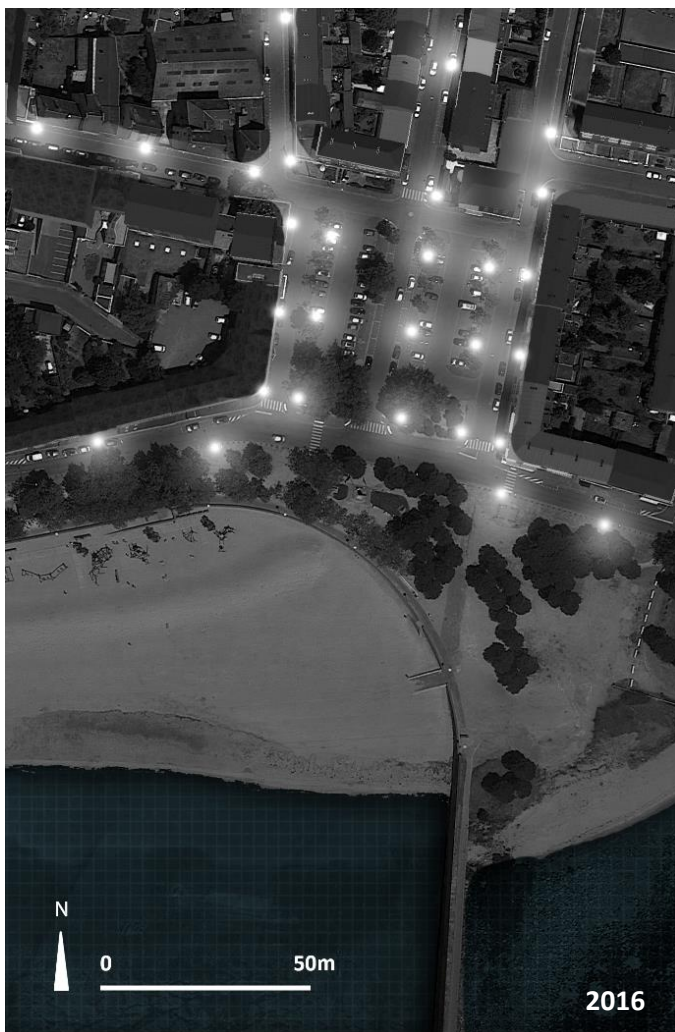


Fig. 30 – Cartographies lumineuses avant (2016) et après (2018) la mise en lumière de la place du Commando. (Réalisation personnelle)

L'ancienne infrastructure d'éclairage au LED blanc chaud sur la place du Commando est remplacée par une lumière chaude et rouge projetée au sol par des mâts d'éclairage spécialement conçus pour ce projet.

Le Studio Vicarini a été très attentif à la question énergétique et à la pollution du ciel nocturne en utilisant un spectre dans les couleurs rouges qui, à l'inverse d'une lumière bleue, a un impact astronomique plus faible. De plus, comme on l'a vu, les longueurs d'ondes émises par la lumière rouge sont celles qui impactent le moins le vivant. (cf. *Tableau 3 – Longueurs d'onde ayant un impact avéré sur le vivant*)



Fig. 31 – Mât sur mesure sur la place du commando (Laganier, 2019)

Egalement, dans un souci de diminuer la pollution lumineuse, l'éclairage est adaptatif suivant les heures de la soirée et des saisons, permettant de contrôler l'intensité lumineuse des luminaires (dimming).

D'un point de vue plus technique, les mâts projetant la lumière sur la place sont de plus en plus petits à mesure qu'on se rapproche de l'océan, ce qui permet de limiter l'émission de lumière vers le ciel. Chaque projecteur est orienté vers le sol sans perte de lumière vers le ciel nocturne, limitant la pollution lumineuse.

La lumière rouge, couplée à l'obscurité, ne permet pas de percevoir le paysage comme en plein jour, ce qui pourrait procurer un sentiment d'insécurité.

Mais comme nous l'avons vu à travers l'étude de Chelkoff et Bardyn (1990), un lieu est jugé sombre lorsque la transition entre une zone éclairée et une zone obscure est trop brutale. Cela s'explique par le fait que l'œil n'a pas le temps de s'habituer aux nouveaux taux d'éclairement, ce qui nous empêche de bien percevoir l'espace alentour. Le projet de Saint-Nazaire évite cette transition brutale par la transition chromatique du blanc chaud au rouge. Cette transition progressive et adaptative permet à l'œil de s'acclimater progressivement à l'obscurité et de pouvoir toujours se repérer dans l'espace. Ce phénomène est notamment appuyé par la recherche EVALUM 2 réalisée à Lyon en 2006 (Deleuil, 2009) qui a démontré qu'une diminution progressive de l'éclairement était très peu remarquée auprès de la population car l'œil a cette capacité de s'adapter progressivement aux variations de lumière.

« L'Hypernuit, c'est combiner notre appréhension de l'obscurité, souvent liée à nos peurs enfantines, à son appropriation par une expérience positive du noir grâce à une scénographie nocturne de transition progressive et adaptative. » (Charles Vicarini cité par Laganier, 2019)



Fig. 32 – Fréquentation de la place du Commando en soirée. (Phytolab, s.d)

Un autre facteur important à considérer est la fréquentation de la place du Commando. La forte fréquentation en soirée grâce aux restaurants et aux bars sur le bord de la plage entraîne un contrôle social des lieux rassurant tout usager. C'est notamment ce que nous avons étudié à travers le concept d'espace défendable (*defensible space*) de Oscar Newman qui avance que l'environnement, l'aménagement etc. entraînent des normes comportementales propices à l'appropriation urbaine et à l'établissement d'un contrôle social spontané par la population.

1.3 Expériences et ambiances nocturnes

La mise en lumière nocturne s'appuie sur une projection au sol pour la dimension ludique et spectaculaire. La lumière au sol prend la forme de vagues rappelant l'océan et permet de guider le visiteur peu à peu vers l'obscurité infinie de l'océan, à l'écart de l'activité nocturne de la ville. Le paysage correspond à une expérience (Besse, 2018) et l'ombre et la lumière renforcent ses qualités déjà présentes et effectives, comme l'océan. La lumière permet alors évidemment d'éclairer la place pour accompagner l'activité nocturne des restaurants et des bars, mais elle participe aussi à la poésie de l'espace en apportant une ambiance

Fig. 33 – Projection au sol de formes de vagues sur la place du commando (Phytolab, s.d)



chaleureuse par la transition chromatique vers le rouge. L'éclairage est non seulement fonctionnel, mais il est aussi surtout qualitatif.

Cette transition progressive et adaptative vers l'obscurité plonge le visiteur peu à peu dans l'obscurité de l'océan, dans son monde. Comme l'explique Luc Bureau (1997), l'obscurité laisse place à l'interprétation et permet à l'imagination de créer de nouvelles images, une autre réalité propre à chacun. Il parle « d'envoilement et dévoilement », car si en effet l'obscurité entraîne la disparition du monde, elle laisse place à la création. On fait l'expérience double de la disparition du monde et de l'apparition de son monde.

L'obscurité permet de porter un nouveau regard sur le paysage, de laisser place à l'interprétation et permet à l'imagination de créer une réalité propre à chacun. Cette faible lumière rouge de la place du Commando face à l'océan permet de mieux apprécier et de mettre en exergue les très basses lumières de la lune, des étoiles, de leur reflet sur l'océan, ou encore du trafic maritime au large.

L'acclimatation à l'obscurité permet d'obtenir une ambiance tamisée et chaleureuse en soirée, attirant les Nazairiens à venir profiter des restaurants et d'une balade sur le front de mer.

Cependant, l'éclairage privé peut parfois empiéter sur l'éclairage public et surcharger l'espace de lumière (voir figure 31). Dans ce projet-ci, les restaurants construits sur la place ont des façades en verre laissant s'échapper facilement l'éclairage intérieur vers l'extérieur. De ce fait, cette lumière bleue des restaurants empiète sur l'éclairage de la place et perturbe légèrement la transition chromatique recherchée. A noter que cette perturbation est faible et ne baigne pas toute la place de cette lumière bleue.

1.4 Lecture et perception paysagère

Finalement, cette mise en valeur de l'obscurité par la transition chromatique permet d'apporter une plus-value au projet en proposant un paysage totalement différent la nuit que le jour. L'obscurité permet au visiteur d'expérimenter et d'apprécier le noir, de lui permettre l'introspection et de susciter son imagination. De plus, une fois la vision amoindrie, les autres sens prennent le relais et nous sommes alors plus attentif à ce que nous entendons. Tout à coup le bruit berçant des vagues prend le dessus et nous transporte ailleurs. L'obscurité offre une expérience paysagère nouvelle en bord de mer.

Le paysage nocturne favorise la rêverie, la réflexion et la méditation, l'obscurité arrache le promeneur d'une vision parfois banale du quotidien diurne.

La vision nocturne, qui est une vision floue sur le général mais précise sur le particulier, ouvre à des possibles, que n'autorise pas toujours la lumière crue du jour. (Lévy, 2009)

1.5 Mise en valeur de l'identité et des éléments paysagers

L'océan est ici l'élément paysager principal donnant l'identité du lieu. Ce dernier est mis en valeur la nuit par l'obscurité et non par la lumière. De manière conventionnelle, notamment dans les plans lumières, les éléments paysagers principaux sont mis en valeur par la lumière, je pense par exemple au patrimoine architectural des centres villes. La lumière est donc utilisée pour attirer le regard sur un élément particulier. A Saint-Nazaire l'obscurité infinie de l'océan et le bruit des vagues nous suggère sa présence.

La transition chromatique progressive permet peu à peu d'appivoiser l'obscurité, de guider le visiteur vers des zones plus sombres afin de le sensibiliser à la poésie nocturne. L'obscurité permet de se promener loin de l'agitation urbaine nocturne, nous invite à vivre la vraie nuit, temps de calme, de remise en question, d'émerveillement.

Ainsi, l'obscurité, souvent associée à la peur et à l'insécurité, s'avère être en réalité un cadre propice à la mise en valeur du paysage, à certains éléments paysagers choisis afin de donner une identité et une ambiance particulière au lieu.

Fig. 34 – Croquis d'ambiance de la place du Commando. (Réalisation personnelle)



2. Van Gogh-Roosegaarde bicycle path à Eindhoven, Pays-Bas



Fig. 35 – Localisation de Eindhoven aux Pays-Bas (Réalisation personnelle)

Longueur : 600m

Date de réalisation : 2014

Maitrise d'œuvre : Studio Roosegaarde (design), Heijmans Infrastructure (construction).

Maitrise d'ouvrage : Province du Brabant-Septentrional, la Ville d'Eindhoven, Van Gogh Heritage Foundation, la Ville de Nuenen.

2.1 Analyse contextuelle

Le Van Gogh-Roosegaarde bicycle path est une piste cyclable de 600m de long située entre Eindhoven et Nuenen aux Pays-Bas. Ce projet s'inscrit dans le programme de commémoration du 125^{ème} anniversaire de la mort du célèbre peintre Vincent Van Gogh (1853-1890). Le programme a été conçu par Van Gogh Europe, comprenant le musée Van Gogh, le musée Kröller-Müller, Van Gogh Brabant, Mons 2015 et des partenaires français. (Studio Roosegaarde, s.d.)

Cette piste cyclable fait partie des 60 kilomètres du circuit Van Gogh (Van Gogh cycle route) à travers la commune de Nuenen qui relie de nombreux endroits du passé de Van Gogh. Ce circuit a pour but de raconter l'histoire de Vincent Van Gogh lorsqu'il vivait à Nuenen entre 1883 et 1885 en reliant des points d'intérêts à travers la commune.

Ce circuit fait partie d'un projet à plus grande échelle intitulé « Van Gogh cycle route » qui est un réseau cyclable de 335 kilomètres à travers la province du Brabant-Septentrional. C'est dans cette province qu'est né et a grandi Van Gogh et où il réalisa la plus grande partie de son œuvre. Le « Van Gogh cycle route » est divisé en 5 boucles, dont celle de Nuenen où se trouve le Van Gogh-Roosegaarde bicycle path, aussi appelé le Van Gogh path. (designboom, s.d.)

L'objectif de ce projet est d'enrichir et de développer ce grand réseau cyclable en le rendant attractif et unique dans le but de développer le tourisme dans la province du Brabant-Septentrional.

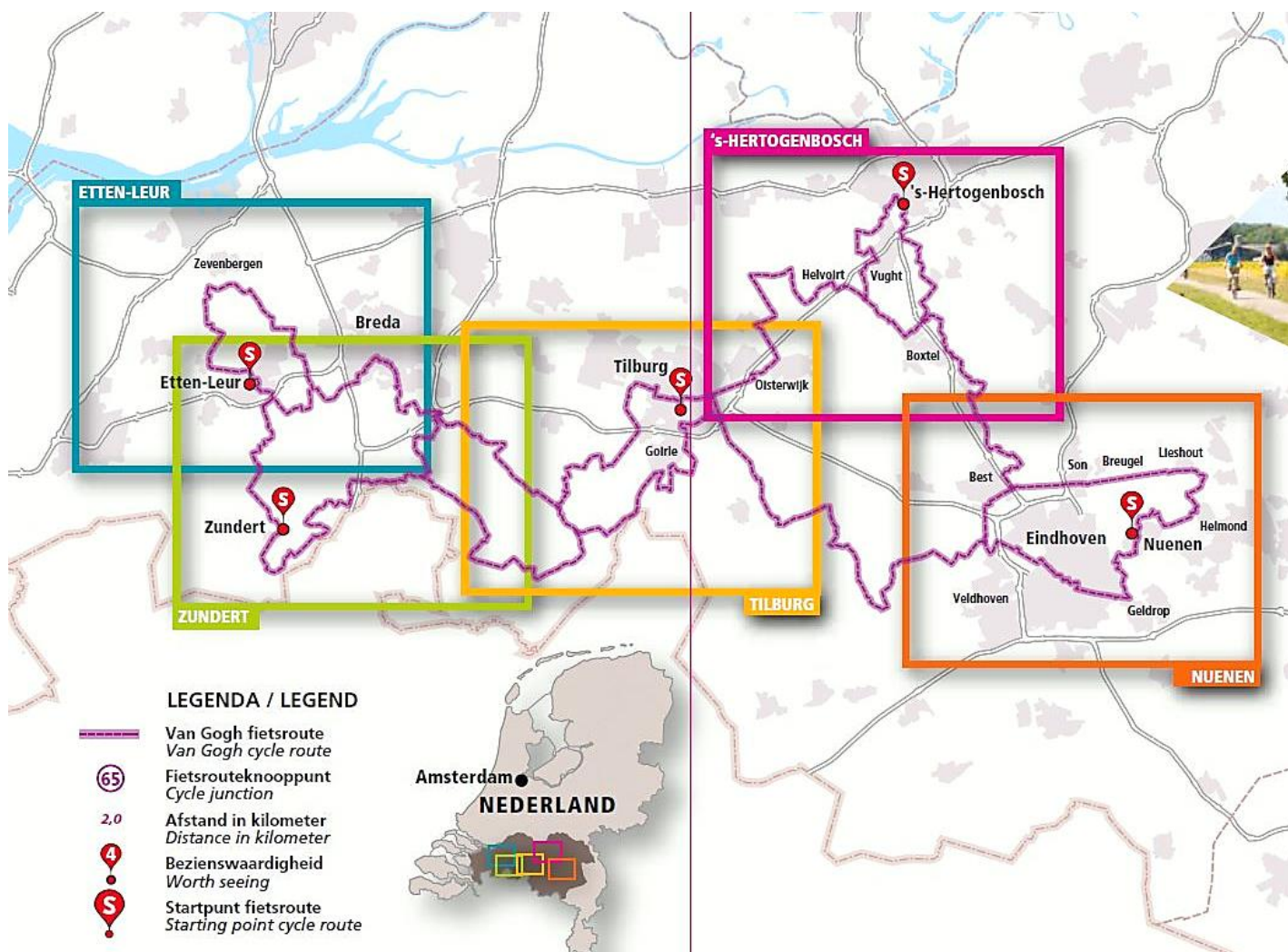


Fig. 36 – Van Gogh cycle route (Van Gogh Brabant, s.d.)

2.2 Analyse cartographique

La piste cyclable se trouve à l'endroit où Van Gogh réalisa une partie de son œuvre. Ainsi il peint « *Les Mangeurs de pommes de terre* » (1885) mais aussi « *Le Moulin à eau de Kollen près de Nuenen* » (1884) et « *Le Moulin à eau à Opwetten* » (1884). La piste se trouve précisément entre ces deux moulins (voir fig.36).

Le Studio Roosegaarde a voulu rendre enrichissante et inspirante la piste cyclable entre ces deux lieux d'intérêts du circuit que sont les moulins au Nord et au Sud, en parsemant des petites pierres lumineuses dans le revêtement de la piste cyclable. (designboom, s.d.)

La particularité de cette piste est qu'elle se dévoile une fois la nuit tombée en brillant de milles couleurs, mêlant poésie et technologie.

Fig. 38 – « Le Moulin à eau à Opwetten »
(Van Gogh, 1884)

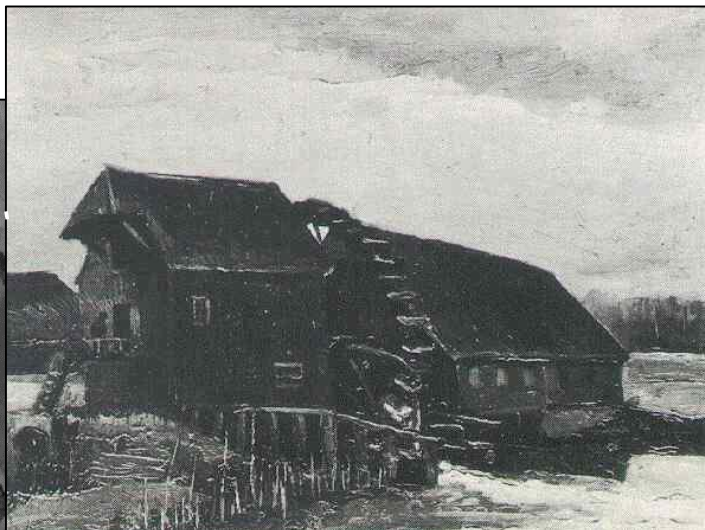
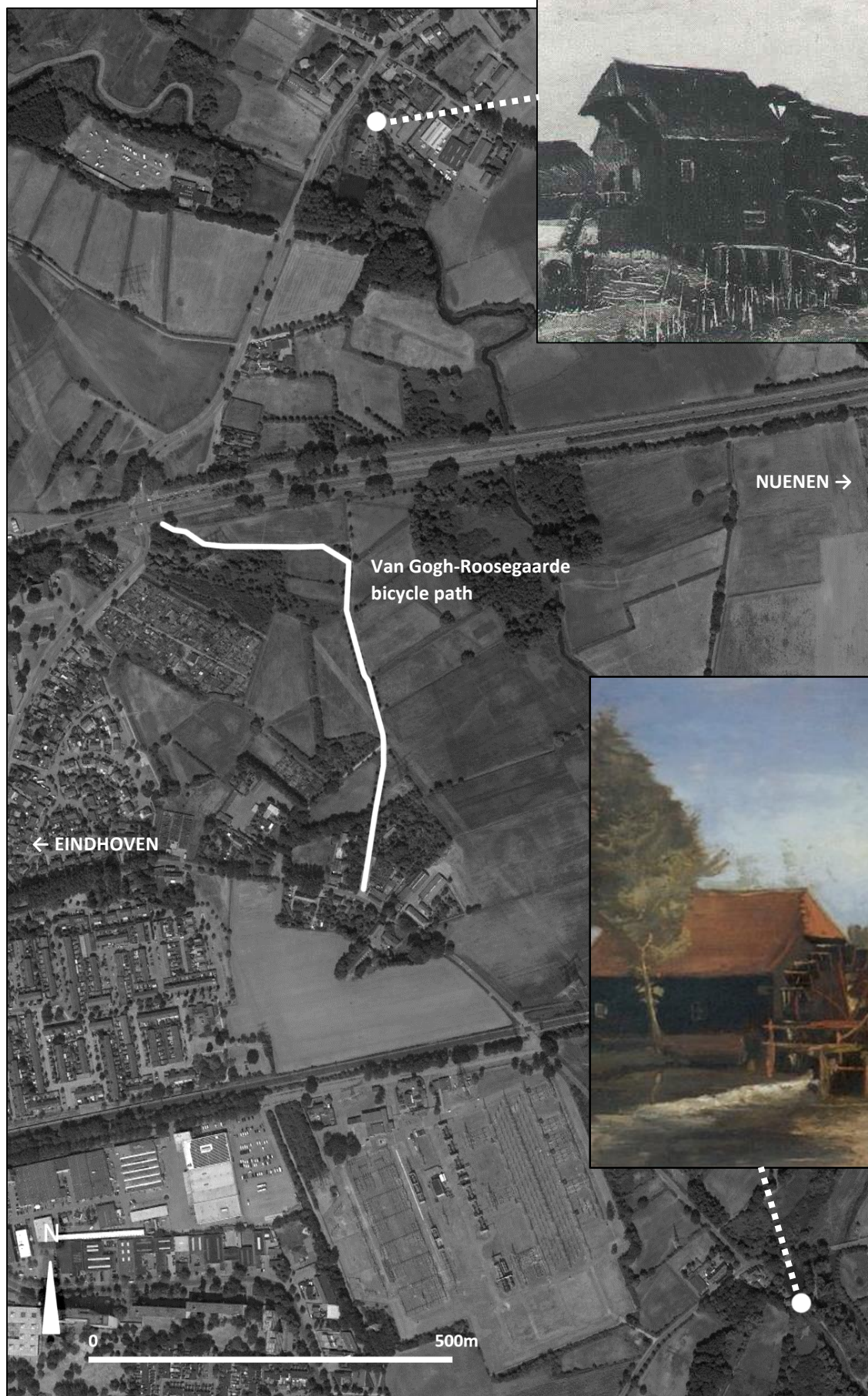


Fig. 39 – « Le Moulin
à eau de Kollen près
de Nuenen » (Van
Gogh, 1884)



Fig. 37 – Localisation du Van Gogh-Roosegaarde bicycle path (Réalisation personnelle sur base de Google Earth)

Le revêtement de la piste cyclable est incrusté de pierres scintillantes qui dégagent l'énergie solaire emmagasinée la journée pour rayonner la nuit. Il s'agit d'une technologie innovante qui permet de ne pas consommer d'énergie.



Fig. 40 – Pierres lumineuses sur le Van Gogh Path (Studio Roosegaarde, s.d.)

Ce principe a déjà été expérimenté par le Studio Roosegaarde à plus grande échelle sur une voirie, la D329 à Oss aux Pays-Bas. Dans ce cas-là, ce sont les lignes de marquage au sol qui scintillent la nuit grâce à l'énergie emmagasinée la journée. Le marquage a pour but de baliser la route et non de l'éclairer. Cela permet d'éteindre les lampadaires et de limiter la pollution lumineuse et l'effet de barrière écologique des grandes voies de circulation tout en faisant de précieuses économies.

Revenons-en au Van Gogh Path. L'intensité lumineuse des pierres scintillantes est très faible comparée à un lampadaire classique, ce qui permet de ne pas éblouir la faune, ni de la désorienter. En revanche, pour les animaux terrestres de plus petite taille, ce chemin fait peut-être office de barrière écologique entre deux milieux, en attirant certains insectes par exemple. Cette technologie n'a, à ma connaissance, pas encore été le sujet de recherches quant à son impact sur la biodiversité, il est donc difficile de tirer des conclusions. En revanche, ce balisage lumineux ne participe pas à la pollution lumineuse atmosphérique.

Ces pierres lumineuses ont pour fonction d'émerveiller l'utilisateur et de baliser la piste, ce qui offre une visibilité satisfaisante pour rouler. De ce fait, un éclairage classique sur mât n'est pas nécessaire pour assurer le sentiment de sécurité des promeneurs car ces derniers visualisent leur chemin et leur direction.

2.3 Expériences et ambiances nocturnes

L'effet d'émerveillement fonctionne uniquement lorsque la pénombre envahit totalement le paysage, c'est pourquoi il n'y a aucune autre lumière artificielle qui ponctue la promenade. On devine seulement la lumière d'Eindhoven à proximité qui est trahi par son halo lumineux et qui camoufle de nombreuses étoiles.

Selon moi, ce projet propose une seconde lecture. Il remet en question la perte du ciel étoilé. En contemplant ce tapis lumineux, on imagine la beauté et la multitude d'étoiles que le ciel pourrait nous offrir s'il était totalement dépourvu de pollution lumineuse, à l'image des *Darkened cities* (villes éteintes) de Thierry Cohen (figure 3).

En contemplant ce tapis de petites lumières, le promeneur change son rythme de promenade et est tout à coup ouvert et attentif à son environnement. Progressivement, le paysage n'est plus un simple objet esthétique, il devient une véritable expérience. Il devient polysensoriel, une expérience qui se déploie sur plusieurs registres sensoriels. On se prend d'une envie de toucher ces lumières, on se laisse happer par le moindre bruit dans le paysage, le chemin nous plonge dans une ambiance cosmique et dans des questionnements propres à notre existence.

Fig. 41 – *Ambiance nocturne sur le Van Gogh Path (Studio Roosegaarde, s.d.)*



2.4 Lecture et perception paysagère

Pour rappel, la lumière a pour vocation de percevoir où l'on est et où l'on va. C'est pour cette raison que nous éclairons nos paysages aujourd'hui. Eclairer signifie répandre de la lumière sur une surface. Pourtant, la piste cyclable lumineuse démontre que la lumière ne sert pas qu'à éclairer, mais qu'elle permet aussi de baliser un chemin tout en permettant à l'utilisateur de voir où il est et où il va. Ce dernier ne perçoit pas le paysage comme en plein jour, l'obscurité ambiante permet de focaliser le regard sur la piste scintillante et de laisser place à l'imagination.

L'obscurité et la lumière permettent aussi de hiérarchiser le paysage nocturne. Seule la piste cyclable est illuminée et apparaît ainsi comme l'axe structurant du paysage. Mettre en valeur l'obscurité permet de limiter l'utilisation excessive de la lumière et de limiter les informations visuelles, permettant une meilleure appréhension et lecture du paysage.

2.5 Mise en valeur de l'identité et des éléments paysagers



Fig. 42 - La nuit étoilée, Van Gogh 1889 (trouvé sur kazoart, 2017)

Pour réaliser le Van Gogh Path, le Studio Roosegaarde s'est inspiré d'une des œuvres les plus connues de Van Gogh, « *La nuit étoilée* », en incrustant des milliers de pierres lumineuses et colorées sur la piste cyclable.

Cela permet de rappeler son œuvre et de lui rendre hommage entre deux lieux d'intérêts du circuit. (Studio Roosegaarde, s.d.)

Ainsi, la piste semble être le reflet d'un ciel étoilé en disparition et invite le regard à jongler entre le ciel et le sol. Le projet invite le promeneur à lever son regard vers le ciel et à s'émerveiller, réflexe que l'on a perdu au fil du temps.

La piste cyclable permet de mettre en valeur la riche histoire artistique du lieu. La nuit permet de découvrir et de raconter ce patrimoine d'une manière totalement différente que le jour.

3. Skedanoz : nuits scintillantes



Fig. 43 – Localisation de Erdeven en France
(Réalisation personnelle)

Superficie : 5000m²

Date de réalisation : 2014

Maitrise d'œuvre : Brendan Ruellan, Mélanie Charpentier, Justine Poligné et Nicolas Huel, étudiants de l'école nationale supérieure d'architecture à Nantes.

Maitrise d'ouvrage : Paysages de Mégalithes de Carnac et du Sud Morbihan, maire de Carnac.

3.1 Analyse contextuelle

Skedanoz, dont le nom signifie nuits scintillantes en breton, est le nom d'un festival organisé chaque été depuis 2014 en Bretagne. Il s'agit d'un événement nocturne dédié à la transmission des connaissances scientifiques et légendaires du patrimoine néolithique de la Bretagne, en mettant en lumière (et en son), une fois la nuit tombée, son patrimoine exceptionnel. L'objectif de cet événement porté par Paysages de Mégalithes de Carnac et du Sud Morbihan est de faire aboutir à l'inscription de ce site au Patrimoine mondial de l'Unesco.

L'œuvre s'inscrit pleinement dans une dynamique de valorisation du patrimoine. Son inscription au patrimoine mondial de l'Unesco permettrait d'augmenter de quasiment 30% le flux de touristes étrangers dans la ville selon la directrice de Paysages de Mégalithes de Carnac et du Sud Morbihan.

Fig. 44 – Alignements de Kerzebo de jour (Paysages de mégalithes de Carnac et du Sud-Morbihan, s.d.)



Erdeven est une commune du département du Morbihan (56) au patrimoine mégalithique riche : enceintes de menhirs, dolmens, etc. Les alignements de Kerzebo sont composés d'une dizaine d'alignements de menhirs qui s'étendent sur près de deux kilomètres de long. Ils sont classés aux Monuments Historiques depuis 1862 et datent de la période Néolithique (-5000 à -2000 av. J.-C.).

C'est ce contexte particulier et cette volonté de mise en valeur du patrimoine qui a donné naissance à Skedanoz. Pour se faire, le patrimoine fait l'objet chaque année d'une mise en lumière nocturne, ce qui permet d'attirer de nombreuses personnes en rendant le site accessible de nuit et de les sensibiliser au patrimoine de la région.

Cet évènement est chaque année différent et porté par différentes personnes. L'édition qui a retenu mon attention est celle de 2014 aux alignements de Kerzerho à Erdeven. Il s'agit de la première édition, et celle-ci a été portée par des étudiants de l'école nationale supérieure d'architecture à Nantes. L'idée première de ce projet était la découverte nocturne du patrimoine, orchestrée par des interactions lumineuses entre les usagers et les mégalithes.

L'édition de Skedanoz de 2014 est une installation lumineuse éphémère s'appuyant sur l'idée de l'appréhension du site par la marche. La scénographie lumineuse invite le visiteur à découvrir les menhirs en déambulant de part et d'autre des pierres. En s'approchant de ces dernières, le visiteur déclenche des lumières focalisées sur les mégalithes, offrant un spectacle d'une scénographie lumineuse aléatoire. (Laganier, 2018, Lightpress, 2014)

3.2 Analyse cartographique

Fig. 45 – Cartographie lumineuse de l'édition de 2014 de Skedanoz (Réalisation personnelle)

Les alignements de Kerzeho se situent le long d'une départementale dans un paysage rural. La découverte de ce patrimoine se fait initialement de jour, il n'y a pas de recherche esthétique ni de mise en valeur par la lumière sur le site en dehors des évènements de Skedanoz.

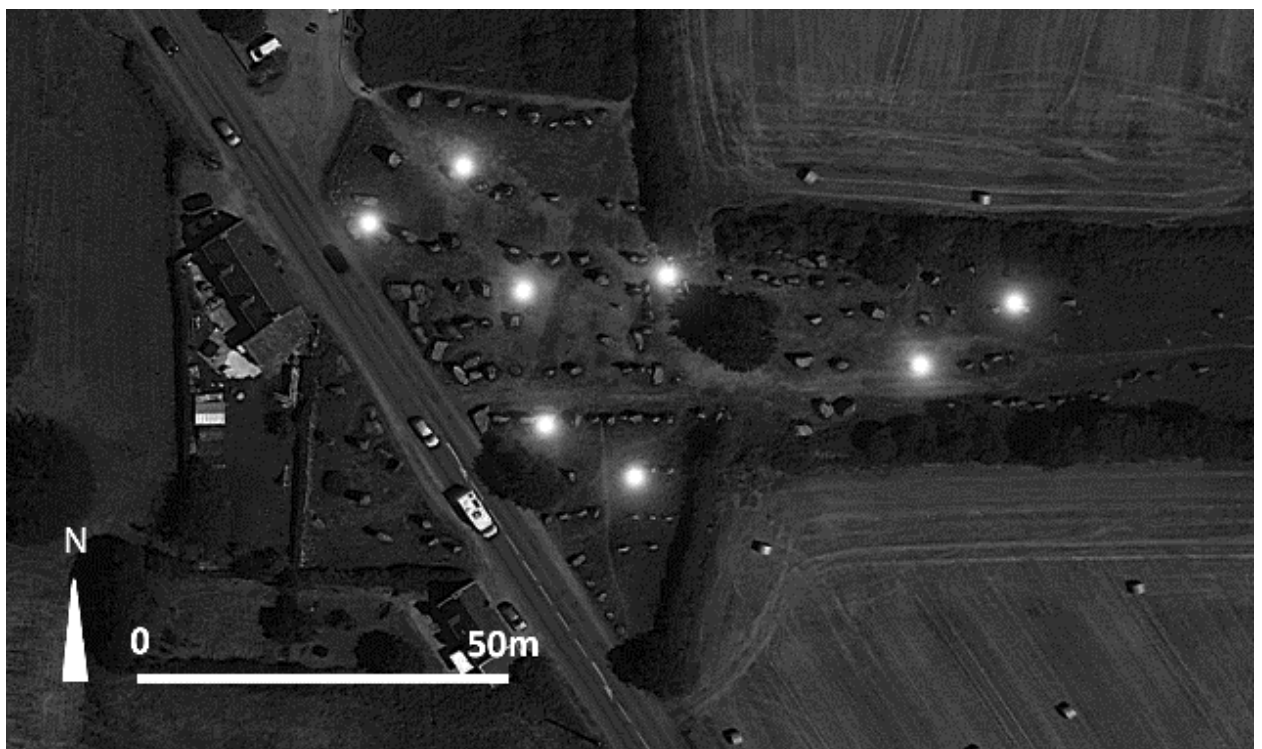




Fig. 46 – Un dispositif Lugstone qui éclaire un mégalithe en contre-plongée (Charpentier, Houel, Poligné, Ruellan, 2014)

Comme évoqué, les sources lumineuses sont parsemées aux pieds des menhirs et se déclenchent lorsqu'un visiteur se rapproche. Elles sont appelées Lugstone et ont été spécialement conçues sur mesure pour les nuits scintillantes d'Erdeven.

L'installation se veut respectueuse de la vie nocturne grâce à ses dispositifs lumineux qui s'éteignent lorsque le visiteur s'éloigne. Ainsi, l'installation se veut respectueuse de la faune et de la flore locale.

Le Lugstone est un simple boîtier abritant une LED autonome en énergie et équipée d'une cellule de détection de mouvements déclenchant l'allumage des LED. Cette technologie permet au visiteur d'interagir avec les Lugstones en les transformant en des points lumineux dans le paysage. (Laganier, 2018, Lightpress, 2014)

Bien qu'on ait vu que les lumières LED peuvent avoir un impact important sur la vie nocturne de par ses longueurs d'ondes, cette technologie permet néanmoins de contrôler chaque point lumineux de manière indépendante ainsi que l'intensité lumineuse de chaque lampe. De ce fait, cela permet notamment de coupler l'éclairage LED avec des détecteurs de mouvements.

Des lampadaires à LED avec détecteur de présence ont déjà été expérimentés dans l'espace public. Chaque lampadaire est couplé à un détecteur de présence et est soit éteint, soit en « mode veille » (avec un éclairage minimum) selon le choix de la commune (la détection de présence est totalement paramétrable). Lorsqu'un piéton, un vélo ou un véhicule est détecté, les lampadaires s'allument progressivement en fonction de la vitesse de l'utilisateur, puis s'éteint lorsqu'il n'y a plus de mouvement. (Citylone, s.d.)

A noter que les détecteurs de présence ne sont pas adaptables sur les lampadaires actuels. La transition LED 2030 apparaît ainsi comme une opportunité d'envisager cette technologie pour non seulement limiter la pollution lumineuse, mais aussi pour accompagner une expérience, comme à Skedanoz. Les décideurs politiques apprécient cette technologie car elle permet de coupler « sécurité des usagers » (ou plutôt sentiment de sécurité) et économie d'énergie.

3.3 Expériences et ambiances nocturnes

La découverte du site patrimonial repose sur deux modes d'observations : la marche et la pause. En découvrant le site par la marche, le visiteur, en déclenchant une lumière, est invité à s'asseoir aux pieds des mégalithes pour les contempler. Leur taille dominante dans le paysage est accentuée par la lumière et par l'obscurité qui les enveloppe.

Ce projet de Skedanz s'inscrit à mi-chemin entre le figuratif et l'abstrait, entre la lumière et l'obscurité. C'est ce que Sylvain Bertin et Sylvain Paquette (2015), deux chercheurs de la Chaire en paysage et environnement à la faculté de l'aménagement de l'université de Montréal, appellent paysage de « l'entre-deux », entre lumière et ombre, entre réel et imaginaire.

Il faut en effet sortir de cette opposition jour/nuit. La nuit est un espace-temps « entre-deux » (Landrieu, 2005), entre l'activité et la dormance. La nuit est un passage entre deux journées. En ce sens, le paysage nocturne est un paysage de « l'entre-deux » (Bertin et Paquette, 2015), entre ombre et lumière, entre réel et imaginaire, rêves et cauchemars, attraction et peur.

L'obscurité permet ici au visiteur d'expérimenter le noir, permet l'introspection et suscite son imagination. En plongeant le visiteur dans son monde, l'obscurité lui permet de s'imprégner de l'histoire du site, de l'interpréter. C'est en étant plongé dans l'obscurité que le visiteur pourra rentrer dans ce jeu sensible d'ombres et de lumières, entre paysages réels et irréels.

Fig. 47 – Croquis de Skedanz 2014 à Erdeven (Réalisation personnelle)



De plus, outre la mise en valeur de l'obscurité au sein du site, l'éclairage des mégalithes en contre plongée permet de créer un jeu d'ombre et de lumière sur la pierre en elle-même. Ce constat rejoint les propos de Junichirô Tanizaki (1933) dans son ouvrage « éloge de l'ombre ». Ce dernier mettait déjà en avant que le rapport de l'Homme à l'obscurité est culturel (cfr. Etat de l'art). Il avance aussi que la beauté d'un objet se dévoile dans un juste équilibre de l'ombre et de la lumière et que de ce fait, le beau perd de son existence si on supprime les effets d'ombres. La mise en lumière des mégalithes permet donc, à contrario du jour où ils sont inondés de lumière, de magnifier et d'intensifier la présence des menhirs par le jeu de clair/obscur.

3.4 Lecture et perception paysagère

Cette installation lumineuse permet la découverte de ce paysage mégalithique d'une manière totalement différente que durant la journée. Là où de jour le visiteur peut embrasser le site d'un seul regard, la mise en lumière d'Erdeven demande au visiteur d'appréhender le site au fur et à mesure de la déambulation, et de pas à pas découvrir son paysage nocturne, proposant au visiteur une nouvelle vision du site.

La construction de ce paysage nocturne par l'obscurité permet d'orienter de manière sensible la perception du site la nuit. Elle permet de réinventer le paysage et de choisir l'ordre hiérarchique des éléments du paysage par le contrôle de l'ombre et de la lumière. En éclairant les mégalithes dans la pénombre, on joue avec la sensibilité et la perception du visiteur. (Laganier, 2018, Lightpress, 2014)

L'obscurité permet par contraste de focaliser le regard sur les mégalithes qui s'allument au rythme des passages et d'approcher de manière sensible la découverte du paysage où les sens du toucher et de l'ouïe sont mis en avant. L'atténuation de la vue oblige les autres sens comme le toucher et l'ouïe à prendre le relais pour se repérer dans l'espace. L'obscurité permet d'offrir une expérience de la nuit dans sa dimension poétique et émotionnelle.

L'obscurité, en effaçant l'espace géométrique et en gommant l'horizon change le regard que l'on porte sur le paysage, il donne la possibilité de s'imaginer de nouveaux mondes en se détachant de la vision du réel. En effet, si l'objet disparaît avec la nuit, il permet l'imagination de toutes sortes de représentations. L'obscurité laisse place à l'interprétation et permet à l'imagination de créer de nouvelles images, une autre réalité propre à chacun.

3.5 Mise en valeur de l'identité et des éléments paysagers

« Il faut assombrir le territoire pour pouvoir redessiner, avec la lumière, les éléments qui composent l'espace urbain, en créant une harmonie d'ensemble capable de rendre à la ville sa lisibilité. »
(Tresoldi, 2019)

En baignant le site d'ombre en valorisant la matrice obscure, on peut redessiner avec une faible lumière les éléments paysagers importants et accentuer l'identité du lieu.

Ainsi, l'obscurité, souvent associée à la peur et à l'insécurité, s'avère être en réalité un cadre propice à la mise en valeur du paysage, à certains éléments paysagers choisis afin de donner une identité et une ambiance particulière au lieu.

4. Synthèse

L'analyse de ces trois projets a permis de comprendre différentes manières de mettre en valeur l'obscurité dans les paysages nocturnes. Ce tableau propose de faire une synthèse des différents projets présentés. Cette synthèse présente les aspects uniques et généraux de chaque projet.

Cas d'étude	Aspects uniques	Aspects généraux
Hypernuit à Saint-Nazaire	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contexte urbain ✓ Acclimatation progressive à l'obscurité ✓ L'élément identitaire du paysage est plongé dans l'obscurité et rappelé par la lumière (vagues) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Singularité de la perception nocturne du paysage différente que le jour ✓ Volonté de mise en valeur du paysage par l'obscurité et la lumière
Van Gogh Path à Erdeven	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contexte péri-urbain / rural ✓ Lumière passive ✓ La lumière guide mais n'éclaire pas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La lumière est réfléchie au-delà de son aspect fonctionnel
Skedanoz à Erdeven	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contexte rural ✓ Mise en lumière événementielle ✓ Site privé ✓ Interaction de l'utilisateur avec le paysage 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ L'obscurité permet une expérience de la nuit (étoiles, introspection, rêverie, imaginaire) ✓ Projets à petite échelle

Tableau 4 – Tableau synthèse des analyses des projets.

PARTIE IV

DISCUSSION

« L’obscurité permet de renforcer les fonctions de la lumière dans les paysages urbains nocturnes », telle est l’hypothèse sur laquelle je me suis basée pour tenter de répondre à la question principale : **« l’obscurité peut-elle devenir un outil de composition du paysage urbain nocturne ? »**

Y ai-je répondu ? C’est ce que nous allons voir dans cette discussion.

1. Discussion des résultats obtenus

1.1 L’obscurité permet-elle de renforcer les expériences et ambiances nocturnes ?

L’étude des projets présentés a démontré les nombreux avantages et opportunités de la mise en valeur de l’obscurité dans les paysages nocturnes. La recherche bibliographie a mis en avant que le paysage nocturne est un paysage produit par la lumière, utilisée à des fins fonctionnelles et sécuritaires. Le paysage nocturne actuelle offre certes une expérience, mais celle-ci n’est pas réfléchie ni voulue, elle est le produit de l’infrastructure d’éclairage actuelle. L’apparition de l’urbanisme lumière montre une volonté de mise en valeur esthétique de la ville par lumière, et ce afin de concevoir le paysage, de susciter une expérience, et dans un souci de respect du vivant.

Les études des projets ont montrés que l’obscurité, comme la lumière, permet de valoriser le paysage nocturne. Les trois projets sont composés d’une matrice obscure à partir de laquelle le paysage est redessiné subtilement par la lumière. L’obscurité permet des expériences propres à la nuit comme la rêverie, l’observation des étoiles, l’imagination, l’introspection, etc. Cependant, il est difficile d’anticiper l’expérience qu’un paysage va procurer, chaque personne ayant une sensibilité différente. C’est également pour cette raison qu’il est difficile de mettre un nom sur l’expérience recherchée. L’objectif dans tous les cas est de proposer un environnement propice à une expérience proche de la nuit naturelle et d’obscurité, fortement différente d’une expérience paysagère diurne. L’exemple de Saint-Nazaire montre que cette expérience peut être compromise par un éclairage non désirable, notamment l’éclairage privé et commercial qui peut empiéter sur l’espace public. Cet éclairage peut même accroître le sentiment d’insécurité à cause d’une lumière jugée « glauque », c’est le cas des quais de Paludate à Bordeaux. Il en va de même pour le Van Gogh Path et Skedanoz, l’absence de lumière externe est nécessaire à l’expérience nocturne du lieu. C’est un aspect important à prendre en compte lors de la mise en valeur de l’obscurité dans l’espace public et contre lequel il peut être difficile de lutter.

La législation en France montre cependant qu'il est possible de limiter l'impact de l'éclairage privé commercial à certaines heures de la nuit.

Il est aussi difficile d'anticiper la façon dont chaque personne va vivre les lieux, car les réactions humaines sont liées à de nombreux facteurs culturels, personnels, sociaux... La perception, la lecture mentale, l'humeur changent d'une personne à l'autre, d'un moment à l'autre, selon aussi la météo, les saisons. Je pense notamment que l'accueil positif de la population et sa compréhension de la volonté recherchée par le projet est la condition sine qua non à la réussite de ce dernier. Si la population ressent un sentiment d'insécurité dans ces paysages nocturnes, l'expérience sera vaine.

Charles Vicarini anticipe ce problème avec son projet Hypernuit en accompagnant l'utilisateur vers l'obscurité. Mais dans quelle mesure la transition chromatique permet-elle à l'œil de s'acclimater à l'obscurité ? La peur de l'obscurité est fortement ancrée dans notre culture occidentale (Tanizaki, 1933), et je pense que c'est par l'expérience de l'ombre, en découvrant son potentiel et ses bienfaits qu'il est possible de changer notre regard à son sujet, c'est pourquoi selon moi ces projets sont d'une importance capitale dans l'exploration de nouveaux paysages nocturnes.

Bien sûr, l'obscurité est mise en valeur dans le paysage en contraste avec la lumière. Aujourd'hui, la lumière sert principalement à éclairer, c'est-à-dire répandre de la lumière sur une surface afin d'appréhender et d'anticiper de possibles dangers. Dans les trois projets étudiés, la lumière accompagne l'expérience et l'ambiance recherchée, l'obscurité et la lumière sont utilisées et réfléchies pour apporter une expérience, à l'inverse des infrastructures d'éclairages actuelles qui ont pour seule vocation d'éclairer. On peut donc parler de paysage « d'entre-deux » (Bertin et Paquette, 2015), entre ombre et lumière. Le paysage nocturne ne serait donc pas un « paysage d'ombre » qui s'oppose au « paysage lumière » (Mallet, 2011), mais plutôt un entre-deux, un équilibre entre ombre et lumière, entre réel et imaginaire, rêves et cauchemars, attraction et peur. Le paysage nocturne est un lieu de tension entre le jour et la nuit, entre l'activité et la dormance.

Pour rappel, le paysage correspond à une expérience (Besse, 2018) et est appréhendé par la combinaison de nos sens. La nuit obscure facilite l'appréhension du paysage par les autres sens que la vue, celle-ci étant limitée par l'obscurité. On peut donc dire que l'utilisation de l'obscurité comme outil de composition du paysage urbain nocturne permet de solliciter tous nos sens et d'expérimenter le paysage dans toute sa complexité. L'obscurité permet donc de renforcer les expériences et ambiances paysagères nocturnes.

1.2 L'obscurité permet-elle une meilleure lecture et perception du paysage ?

Chaque projet étudié offre une nouvelle lecture du paysage nocturne, différente du paysage diurne. Cela permet de lutter contre la nocturnisation des paysages diurnes³ (Charlier, 2018), conséquence d'un éclairage fonctionnel et d'une volonté de toujours vouloir éclairer plus. Offrir une nouvelle lecture du paysage la nuit permet de valoriser cet espace-temps. Ces différents projets démontrent que l'obscurité permet d'offrir cette nouvelle lecture différente des paysages diurnes baignés par la lumière solaire.

L'obscurité permet d'éveiller les autres sens que la vue et donner davantage d'importance au paysage sonore par exemple, comme à Saint-Nazaire. Mais elle permet aussi de jouer sur la perception du paysage, comme le projet Skedanoz. La perception du paysage se résume aux mégalithes éclairés lors du passage de l'usager, correspondant à un paysage de proximité. Le paysage de proximité permet la découverte progressive du paysage et de ne pas l'embrasser d'un seul coup d'œil, à l'inverse d'un paysage diurne. Evoluer dans un rapport de proximité au paysage permet de porter davantage attention aux petits détails, notamment les détails des mégalithes révélés par l'ombre et la lumière (Tanizaki, 1933), et de vivre le territoire différemment que le jour (et ainsi lutter contre la nocturnisation des paysages diurnes).

L'exemple du Van Gogh Path met en avant que la lumière, outre sa fonction d'éclairer, peut aussi baliser, suggérer un chemin et hiérarchiser sa présence dans le paysage sans pour autant éclairer, permettant une meilleure lecture et perception du paysage. Parcourir les fonctions de la lumière (éclairer, guider, suggérer, baliser, etc.) est selon moi nécessaire pour valoriser l'obscurité et révolutionner notre approche des paysages nocturnes. C'est un aspect que j'ai exploré dans mon projet de fin d'étude (voir annexe 1) en architecture du paysage où j'explore les possibilités de la lumière, au-delà de sa fonction d'éclairer. Ce projet concerne le centre urbain de Gembloux où l'activité nocturne est importante et présente de véritables enjeux. La conclusion de ce travail est que l'utilisation de la lumière, et son rapport à l'obscurité, permet d'accompagner de nombreuses ambiances nocturnes et de découvrir et arpenter la ville différemment durant la nuit que le jour. De plus, guider, suggérer ou encore baliser par la lumière permet de hiérarchiser le paysage (voies

³ La nocturnisation des paysages diurnes est le fait d'éclairer le paysage nocturne pour retrouver une perception similaire à celle du jour. C'est nier la dimension paysagère de la nuit.

principales, piétonnes, repères visuels, élément paysagers principaux, relief, etc.) et d'améliorer la lecture et la compréhension de l'espace.

Dans cette exploration de la lumière (au-delà de sa fonction d'éclairer), la technologie LED apparaît comme une source infinie de possibilités. Elle permet de nombreuses choses : le choix des couleurs, la forme du faisceau lumineux, le *dimming*, etc. permettant d'accompagner au mieux l'expérience de l'obscurité. La transition LED dans le cadre du PNEC 2021-2030 apparaît comme une opportunité de mise en valeur de l'obscurité. Il faut selon moi aller au-delà de la transition d'un point lumineux au sodium à un point lumineux LED, il est nécessaire de repenser totalement l'infrastructure d'éclairage, en lien avec la mise en valeur de l'obscurité.

En conclusion, la mise en valeur de l'obscurité permet de limiter les sources lumineuses dans le paysage et ainsi limiter les informations visuelles pour l'observateur. Il s'agit là d'une opportunité de mettre en lumière certains éléments judicieusement choisis du paysage pour offrir une nouvelle lecture de ce dernier. En limitant l'anarchie visuelle du paysage, on redéfinit les éléments structurants, les repères visuels dans la ville pour permettre une meilleure compréhension spatiale, une meilleure lecture et perception du paysage.

1.3 L'obscurité permet-elle de mettre en valeur l'identité et les éléments du paysage ?

Les projets étudiés ne s'inscrivent pas tous dans un contexte urbain. Cependant, ils sont inspirants et porteurs de réflexion pour la mise en valeur de l'obscurité dans la ville. La détection de mouvement, ou encore les routes bioluminescentes par exemple, existent déjà dans certaines villes. On voit progressivement apparaître des détecteurs de présences sur l'éclairage public dit « fonctionnel », ce qui permet notamment de diminuer la pollution lumineuse et ses nombreux impacts sur le vivant. Cependant, ce système est envisagé pour ses économies d'énergie mais pas encore pour sa capacité de mise en valeur du paysage nocturne, comme le propose le projet Skedanoz.

La détection de présence permet de conserver une matrice obscure lorsque l'espace n'est pas emprunté la nuit. Ce système permet à l'utilisateur d'interagir avec le paysage et de le rythmer selon son mouvement. De plus, la matrice obscure permet de limiter les informations lumineuses trop abondantes des villes actuelles et de mettre davantage en valeur les points de repères nocturnes (beffroi, église, faculté, etc) qui apparaissent lumineux tels des phares dans la nuit. L'obscurité permet donc de redessiner par la lumière les éléments paysagers principaux et identitaires de la ville. L'obscurité permet de gommer les

limites du paysage et de diriger le regard vers un point lumineux soigneusement choisi. Elle permet donc par contraste de choisir les éléments du paysage à mettre en valeur et de singulariser le paysage nocturne de son aspect diurne. Au-delà des économies d'énergie et de la lutte contre la pollution lumineuse, ce système a selon moi un véritable intérêt de composition du paysage urbain nocturne pour participer à la mise en valeur de l'identité et des éléments du paysage.

Il est intéressant de noter que dans les trois projets étudiés, l'obscurité et la lumière sont utilisées pour mettre en valeur l'identité des paysages. Le paysage correspond à une « *expérience dans laquelle l'espace et le territoire acquièrent de nouvelles qualités, ou renforcent leurs qualités déjà présentes et effectives.* » (Besse, 2018) L'obscurité et la lumière doivent donc renforcer l'identité et les lignes de forces du paysage existant. L'océan à Saint-Nazaire est évidemment caractérisé par son immensité obscure, mais est aussi rappelé par la lumière qui dessine des vagues sur le front de mer. L'œuvre et la vie de Van Gogh à Nuenen est commémorée par des pierres qui scintillent dans l'obscurité, et enfin l'identité du paysage Néolithique d'Erdeven est révélée la nuit par des Lugstones qui s'illuminent au passage du visiteur.

L'obscurité peut donc mettre en valeur, par contraste avec la lumière, les éléments identitaires du paysage en guidant le regard et l'attention du spectateur vers des éléments identitaires choisis. C'est notamment un aspect sur lequel j'ai travaillé dans mon projet de fin d'étude (annexe 1), en composant le paysage par l'ombre et la lumière pour mettre en valeur les éléments identitaires du paysage nocturne gembloutois.

1.4 Quel est le rôle de l'architecte paysagiste dans la construction des paysages nocturnes ?

Les trois projets étudiés apparaissent comme exemplaires et inspirants dans la production du paysage nocturne par l'obscurité. Or, aucun de ces projets n'a été conçu par un architecte paysagiste. De ce constat, quel est l'intérêt du paysagiste dans la construction des paysages nocturnes ?

Il a été vu tout au long de ce mémoire l'importance d'approcher le paysage nocturne différemment, non seulement d'un point de vue écologique, mais aussi sanitaire, socio-culturel et économique.

Les paysages nocturnes ont été produits par l'infrastructure d'éclairage qui permet à l'homme de prolonger ses activités diurnes une fois la nuit tombée.

Ces paysages nocturnes sont donc des conséquences d'une idéologie militaire (visible et visible, voir 1.3 définir le paysage nocturne) et politique (sécurité), aucun architecte paysagiste n'a donc été inclus dans la construction des paysages nocturnes.

Pourtant, je pense que le paysagiste est un acteur essentiel de par sa posture, son approche multiscalaire et pluridisciplinaire du paysage.

Ce sont pour moi ces deux notions qui distinguent le travail d'un éclairagiste, concepteur lumière ou plasticien lumière, avec celles d'un paysagiste. Les trois projets étudiés ont été conçus par des concepteurs lumières ou par des artistes/architectes. Il en résulte des projets à petites échelles qui répondent à des appels de projets. Pourtant, la pollution lumineuse est une problématique à échelle mondiale. Je pense que la limite des projets étudiés réside dans leur échelle de réflexion, pas suffisamment grande pour véritablement diminuer les effets de la pollution lumineuse, et que la mise en valeur de l'obscurité devrait être réfléchie à la même échelle que le plan lumière, afin de pouvoir offrir un réseau d'ambiances nocturnes et de trames noires pour la biodiversité. Au-delà de la notion de pollution lumineuse, le paysage doit être réfléchi dans son ensemble, à plusieurs échelles territoriales et de manière pluridisciplinaire pour comprendre l'ensemble de ses enjeux et caractéristiques singulières.

Les éclairagistes et concepteurs lumières interviennent souvent de manière ponctuelle dans le paysage, avec certes une vision sensible, mais avec une approche esthétique, de l'ordre de la valorisation. Pourtant, à mon sens la composition du paysage nocturne par la lumière et l'obscurité n'appartient pas qu'aux spécialistes de la lumière, la mise en lumière est un outil permettant d'atteindre des objectifs d'aménagements, portés par des paysagistes. Le spécialiste de la lumière n'est vu alors que pour remplir un mandat, il n'est pas à la base d'une réflexion sur l'aménagement global de la ville la nuit.

De plus, je pense que le problème actuel dans les projets d'éclairage, c'est que ceux-ci sont généralement pensés après le projet d'aménagement. Dans ce sens, le paysagiste par exemple ne réfléchit que très rarement au paysage nocturne, à l'ambiance et à l'expérience recherchée une fois la nuit tombée. Pourtant, un paysage se vit de jour comme de nuit, et est amené à se dévoiler différemment et à proposer un paysage tout autre. Le risque est que l'éclairage soit pensé ultérieurement par une personne tierce qui ne connaît pas nécessairement l'ambition derrière le projet de paysage, et ne proposera alors peut-être pas un éclairage adéquat respectueux de l'obscurité et de son expérience.

1.5 Valorisation

Ce travail de fin d'étude est initialement un questionnement d'un futur architecte paysagiste sur la conception et la production des paysages nocturnes. Admirateur de l'obscurité dans les paysages ruraux et de l'observation du ciel étoilé, je me suis interrogé sur la place de l'obscurité comme outil de production de de conception dans nos paysages urbains nocturnes.

Travailler sur la nuit, et plus particulièrement sur l'obscurité m'a permis de me rendre compte de l'importance de l'expérience du paysage à travers l'exploration de nos cinq sens, l'obscurité étant propice à l'exaltation des autres sens que la vue.

Ce travail initie en moi la place cruciale que va avoir l'obscurité dans ma production paysagère future, en tant que plus-value en termes d'expériences, de lecture du paysage et de mise en valeur de la singularité et de l'identité de ces derniers.

Au-delà de la mise en valeur de l'obscurité, ce TFE m'a fait réaliser la richesse de la simplicité, de la pureté et du côté élémentaire de la création. Pour moi, retrouver cette connexion naturelle aux éléments premiers de la nature (saisons, rotation du jour et de la nuit, etc.), retrouver le mystère, l'inconnu, la découverte, l'utilisation de nos sens dans l'expérience du paysage est nécessaire dans la production et la conception des paysages et porteuse d'avenir dans mes futurs projets de paysage.

1.6 Articulation et complémentarité du TFE avec le PFE

Comme évoqué plus tôt, mon projet de fin d'étude (annexe 1) s'est intéressé à l'exploration du matériau lumière dans les paysages urbains nocturnes de Gembloux.

La thématique de l'atelier projet s'intitulait « la nécessité des paysages ». Suite à mes différentes recherches et lectures pour mon TFE, le choix d'explorer les paysages urbains nocturnes m'est apparu comme une évidence dans la nécessité d'approcher cet espace-temps différemment. En ce sens, mon TFE a servi d'état de l'art pour l'exploration de mon projet, s'inscrivant ainsi dans la continuité de ce travail de fin d'étude.

La recherche bibliographique de ce TFE a mis en évidence la nécessité de repenser les paysages urbains nocturnes, produits par l'infrastructure d'éclairage, à travers notamment les différents enjeux de la pollution lumineuse. L'hypothèse de la mise en valeur de l'obscurité dans les paysages nocturnes pour

renforcer les fonctions de la lumière a été explorée et concluante. L'obscurité permet ainsi de renforcer les expériences et ambiances nocturnes, une meilleure lecture et perception du paysage, et enfin mettre en valeur l'identité et les éléments du paysage.

Suite à ces conclusions sur l'intérêt de l'obscurité, je me suis interrogé sur le matériau lumière et son potentiel dans les paysages urbains nocturnes, au-delà de sa fonction d'éclairer. Mon PFE a donc eu pour but d'explorer la capacité de la lumière à offrir une nouvelle approche du paysage nocturne. Cette exploration est basée sur des travaux de concepteurs et plasticiens lumières qui utilisent la lumière pour guider ou encore suggérer.

Ce TFE et le PFE sont complémentaires, le premier s'intéresse davantage à la mise en valeur de l'obscurité, et le deuxième à l'exploration de la lumière. Ces deux approches du paysage nocturne sont complémentaires et mettent en avant la richesse et le potentiel de l'espace-temps nocturne.

2. Critique de la méthodologie et difficultés rencontrées

2.1 Pertinence des projets étudiés

Le choix des projets étudiés s'est porté sur des projets européens. Or, le rapport à l'obscurité et à la nuit en général est fort différent selon les cultures et les situations géographiques. Il aurait été intéressant de mettre en parallèle des projets aux cultures différentes afin de pouvoir s'en inspirer pour la composition de nos paysages nocturnes.

A l'inverse, le choix de trois projets qui s'inscrivent dans un contexte culturel occidental identique a permis de les comparer selon des enjeux culturels identiques, notamment en ce qui concerne notre rapport à l'obscurité en Occident.

Il aurait aussi été à mon sens pertinent de choisir uniquement des projets urbains qui présentent des enjeux propres à la ville. Comme évoqué plus tôt, peu de projets urbains mettent en valeur l'obscurité, on cherche encore trop souvent à chasser le moindre recoin d'ombre, même dans les plans lumières. C'est pour cette raison qu'il m'a été compliqué de trouver des projets uniquement urbains avec suffisamment de documentation, écrite, iconographique ou autre.

2.2 Les difficultés rencontrées

La principale contrainte de cette recherche est le peu de connaissance sur le sujet. La valorisation de l'obscurité dans le paysage nocturne émerge seulement, ce qui explique le peu de documentation et le peu de projets urbains analysés notamment, ne permettant pas de rentrer en profondeur dans les résultats. De plus, le peu d'informations, de photographies ou encore de retours d'expériences sur ces projets représente une difficulté pour illustrer et enrichir les analyses.

Il aurait également été intéressant de visiter les projets étudiés et d'expérimenter les paysages nocturnes afin de pouvoir décrire plus précisément les ambiances ressenties. Malheureusement, l'épidémie de Covid-19 n'a pas rendu possible les déplacements à l'étranger et donc l'expérience de terrain. Ces explorations auraient permis de documenter davantage et d'approfondir les analyses.

PARTIE V

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'éclairage public est amené, à l'avenir, à changer pour des raisons énergétiques. L'Homme, depuis toujours, cherche des solutions pour pouvoir continuer à vivre sans changer ses habitudes. L'homme cherchera donc à éclairer toujours autant, mais à un prix énergétique moindre.

Seulement, en tant qu'architecte paysagiste, je pense que la solution réside dans une autre approche du paysage urbain nocturne, une approche plus respectueuse de la nuit, de l'obscurité et du vivant.

L'objectif de ce mémoire était d'explorer l'obscurité comme un outil de composition du paysage urbain nocturne. Il a d'abord été nécessaire de comprendre l'importance de la présence de l'obscurité dans le paysage nocturne en développant les différents impacts que la lumière aujourd'hui a sur le vivant en général. Comprendre le phénomène de pollution lumineuse a permis de mettre en avant l'urgence de penser l'espace-temps de la nuit différemment en valorisant l'ombre.

Pour ce faire, une recherche dans l'art, la religion, la culture et l'histoire a été essentielle pour comprendre le rapport à la nuit et à l'obscurité. Cette recherche a permis de mettre en exergue l'influence de la culture, de l'art et de la religion sur notre perception de la nuit et de l'obscurité, et notamment sur nos peurs. A travers diverses études, il a été possible de prouver que nos peurs et le rapport éclairage-sécurité n'est pas fondé. L'étude à travers l'histoire a permis de comprendre le geste d'éclairer aujourd'hui, ses raisons initialement sécuritaires et fonctionnelles avant de devenir un outil marketing et de mise en valeur de la ville à travers l'urbanisme lumière.

Ce travail, à travers l'analyse de trois projets, offre une base de réflexion sur l'obscurité dans le paysage urbain nocturne en démontrant ses possibilités et ses qualités. Cela a aussi permis de montrer que sa mise en valeur permettait de renforcer les qualités paysagères de la lumière dans le paysage tout en conservant nos activités nocturnes actuelles. Ce mémoire offre un cadre théorique à la nuit et à l'obscurité et tend à permettre peu à peu une reconnaissance de cet espace-temps encore trop souvent oublié. Il est donc important de continuer les recherches afin d'approfondir les connaissances sur la nuit, ses perceptions, ses représentations et ses usages. Aujourd'hui encore, tout ce qui est dans l'ombre est relié à un aspect négatif. Il est temps de dépasser ces a priori.

Pour conclure, je pense qu'une piste de recherche à explorer est l'étude de l'acceptabilité du public vis-à-vis de l'obscurité. L'accueil positif de la population vis-à-vis d'un projet de mise en valeur de l'obscurité est la condition sine qua non à la réussite de ce dernier, autrement l'expérience sera vaine.

PARTIE VI

TABLE DES TABLEAUX / FIGURES ET BIBLIOGRAPHIE

1. Table des tableaux

Tableau 1 - Longueurs d'onde du spectre lumineux. (MEB-ANPCEN, 2015)

Tableau 2 – Exemples de valeurs d'éclairement en lux. (MEB-ANPCEN, 2015)

Tableau 3 – Longueurs d'onde ayant un impact avéré sur le vivant. (Réalisation personnelle, basé sur MEB-ANPCEN, 2015)

Tableau 4 – Tableau synthèse des analyses des projets.

2. Table des figures

Fig. 1 – Rue enneigée qui réfléchit la lumière, Gaspé, Québec. (Photo personnelle, 2019)

Fig. 2 - La nuit étoilée, Van Gogh 1889 (trouvé sur kazoart, 2017)

Fig. 3 - Photomontage de Paris, France (Cohen, 2012)

Fig.4 – Températures de couleur. (BenQ, 2019)

Fig. 5 – Place de la Bourse, Bordeaux, France (Fabien, 2007 trouvé sur Wikipédia)

Fig. 6 – L'éclairage « néon » aux quais de Paludate, Bordeaux, France (Comelli, 2015)

Fig. 7 – Carte mondiale de la pollution lumineuse. (Falchi et al., 2016)

Fig. 8 – Carte de la pollution lumineuse en Europe. (Falchi et al., 2016)

Fig. 9 – Rythme des nourrissages par demi-heure de la chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*). En x les demi-heures, en y le nombre d'observations de nourrissage. (Joveniaux et Durand, 1985)

Fig. 10 – Tortue de mer qui est attirée par l'éclairage public. (Delhotal, 2015)

Fig. 11 – Lampadaire attirant des insectes. (Oiluj Samall Zeid utilisé par Deluzarche, 2019)

Fig. 12 – Catégories des éléments structuraux du paysage (Forman & Godron, 1986)

Fig. 13 – Les feuilles exposées à l'éclairage ne sont pas encore tombées. (Lamio utilisé par Petitjean, 2018)

Fig. 14 – Mise en lumière d'un arbre dans un parc. (Bega, s.d.)

Fig. 15 – Trois hypothèses expliquent de quelle manière la pollution lumineuse peut altérer la santé humaine (Haim A. & Portnov B.A. 2013)

Fig. 16 – La pollution lumineuse crée un halo de lumière dense au-dessus des villes. (Blanchot, 2016)

Fig. 17 – Photographie de la Belgique depuis l'espace. (Pesquet, 2017)

Fig. 18 – Photos prises en banlieue de Toronto pendant et avant une panne de courant. (Photo de Todd Carlson, 2003 reprise par Ghincolov, 2017)

Fig. 19 – Résumé schématique des enjeux de la pollution lumineuse. Réalisation personnelle.

Fig. 20 – Signatures spectrales de différentes sources lumineuses (de gauche à droite : SBP, SHP, LED). (BOYES et al., 2020)

Fig. 21 – Comparaison des spectres énergétiques de différentes sources LEDs (LEDs blanches et ambrée). (Verny & Busson, 2018)

Fig. 22 – Optimisation du choix des lampadaires (Réalisation personnelle, basée sur Sierro, 2019.)

Fig. 23 – Simulation d'un projet de trame noire, permettant de défragmenter la matrice paysagère nocturne, d'augmenter la connectivité des espaces et la connectivité écologique pour éviter l'insularisation en créant des corridors noirs, autour de – mais aussi dans – la ville (Challéat, 2011)

Fig. 24 – La voie lactée au-dessus du Pic du Midi de Bigorre. (Photo Jean-François Graffand, s.d. reprise par Barrejt, 2018)

Fig. 25 – Carte de localisation de Saint-Nazaire, France (Réalisation personnelle)

Fig. 26 – « Nuit des docks » à Saint-Nazaire par Yann Kersalé. (SNAIK, 1991)

Fig. 27 – Transition chromatique permettant l’adaptation de l’oeil à l’obscurité (Réalisation personnelle)

Fig. 28 – Croquis du projet Hypernuit à Nantes. (Réalisation personnelle)

Fig. 29 – Cartographie schématique des intentions de projet du réaménagement de la place Commando (Réalisation personnelle)

Fig. 30 – Cartographies lumineuses avant (2016) et après (2018) la mise en lumière de la place du Commando. (Réalisation personnelle)

Fig. 31 – Mât sur mesure sur la place du commando (Laganier, 2019)

Fig. 32 – Fréquentation de la place du Commando en soirée. (Phytolab, s.d)

Fig. 33 – Projection au sol de formes de vagues sur la place du commando (Phytolab, s.d)

Fig. 34 – Croquis d’ambiance de la place du Commando. (Réalisation personnelle)

Fig. 35 – Localisation de Eindhoven aux Pays-Bas (Réalisation personnelle)

Fig. 36 – Van Gogh cycle route (Van Gogh Brabant, s.d.)

Fig. 37 – Localisation du Van Gogh-Roosegaarde bicycle path (Réalisation personnelle sur base de Google Earth)

Fig. 38 – « Le Moulin à eau à Opwetten » (Van Gogh, 1884)

Fig. 39 – « Le Moulin à eau de Kollen près de Nuenen » (Van Gogh, 1884)

Fig. 40 – Pierres lumineuses sur le Van Gogh Path (Studio Roosegaarde, s.d.)

Fig. 41 – Ambiance nocturne sur le Van Gogh Path (Studio Roosegaarde, s.d.)

Fig. 42 – La nuit étoilée, Van Gogh 1889 (trouvé sur kazoart, 2017)

Fig. 43 – Localisation de Erdeven en France (Réalisation personnelle)

Fig. 44 – Alignements de Kerzeho de jour (Paysages de mégalithes de Carnac et du Sud-Morbihan, s.d.)

Fig. 45 – Cartographie lumineuse de l'édition de 2014 de Skedanoz (Réalisation personnelle)

Fig. 46 – Un dispositif Lugstone qui éclaire un mégalithe en contre-plongée (Charpentier, Houel, Poligné, Ruellan, 2014)

Fig. 47 – Croquis de Skedanoz 2014 à Erdeven (Réalisation personnelle)

3. Bibliographie

AFE (2015). *L'éclairage en chiffres*. Consulté à l'adresse <http://www.afe-eclairage.fr/afe/l-eclairage-en-chiffres-26.html>

ASCEN (s.d.). *Nuit de l'obscurité*. Consulté à l'adresse <http://www.ascen.be/no/activites.htm>

Augoyard, J-F. (1990). *Les facteurs lumineux du sentiment d'insécurité*. Rapport de recherche, Cresson, Meltem. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01373814>

Aujollet, Y., David, D. (2014). *Législations et réglementations étrangères en matière de lutte contre les nuisances lumineuses*. Consulté à l'adresse <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/144000677.pdf>

Bardyn, J-L, Chelkoff, G. (1990). *Une approche qualitative de l'éclairage public*. [Rapport de recherche] 17, CRESSON; GEG. 1990. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01373815>

Beckers, A., Depierreux, F., Jedidi, H., Jedidi, Z. (2015). *La pollution lumineuse, entre écologie et santé*. Service d'Endocrinologie, CHU de Liège.

Berguit, J-N (2004). *L'histoire de l'homme à travers la nuit*. Cairn.info, 23-28. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-vie-sociale-et-traitements-2004-2-page-23.htm>

Bertin, S. (2016). *Le paysage urbain nocturne : une dialectique du regard entre ombre et lumière* [thèse de doctorat, Université de Montréal]. Papyrus.

Bertin, S., Paquette, S. (2015). *Apprendre à regarder la ville dans l'obscurité : les « entre-deux » du paysage urbain nocturne*. Environnement Urbain / Urban Environment Consulté à l'adresse <http://journals.openedition.org/eue/603>

Besse, J-M. (2018). *La nécessité du paysage*. Editions parenthèses.

Besse, J-M. (2009). *Le goût du monde*. Actes Sud/ENSP.

Boyes, D. H., Evans, D. M., Fox, R., Parsons, M. S., & Pocock, M. J. O. (2020). *Is light pollution driving moth population declines? A review of causal mechanisms across the life cycle*. Insect Conservation and Diversity. Consulté à l'adresse <https://doi.org/10.1111/icad.12447>

Bordin, G. (2013). *La nuit chez les autres : les Inuits du Haut Arctique canadien*. Conférence au muséum national d'histoire naturelle. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=vYmpdQimEOI>

Bouliou, J. (2015). "Nuit des docks" : le port va briller à nouveau. L'Echo. Consulté à l'adresse https://actu.fr/pays-de-la-loire/guerande_44069/nuit-des-docks-le-port-va-briller-a-nouveau_9887130.html

Bruxelles mobilité (2017). *Plan lumière 2017, Région Bruxelles capitale*. Bruxelles mobilité service public régional de Bruxelles

Bureau, L. (1997). *Géographie de la nuit*. L'Hexagone.

Cartier, J. (1998). *Lumières sur la ville l'aménagement et la ville nocturne, de la pratique professionnelle à l'usager*, Vaulx-en-Velin, Lyon, École nationale des travaux publics de l'État, Aléas.

Citylone (s.d.). *Eclairage public détection de présence*. Consulté à l'adresse <https://www.citylone.com/eclairage-public-detection-de-presence/>

Challeat, S. (2010). *"Sauver la nuit": empreinte lumineuse, urbanisme et gouvernance des territoires*. [Thèse de doctorat, Université de Bourgogne].

Challéat, S. et Lapostolle, D. (2019). *Lutter contre la pollution lumineuse*. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, volume 19 numéro 2 Consulté à l'adresse <http://journals.openedition.org/vertigo/26057>

Challéat, S. et Lapostolle, D. (2017). *Penser l'éclairage public par les territorialités nocturnes, ou faire la ville avec l'expérience des publics*. Collectif RENOIR. Consulté à l'adresse https://www.researchgate.net/publication/315640678_Penser_l%27eclairage_public_par_les_territorialites_nocturnes_ou_faire_la_ville_avec_l%27experience_des_publics

Charlier, B. (2018). « Vous connaissez les Pyrénées le jour, découvrez-les la nuit... ». *Réflexions autour de l'artialisation in visu des paysages célestes nocturnes pyrénéens*. Revue de géographie alpine. Consulté à l'adresse <https://journals.openedition.org/rga/3874>

Convention européenne du Paysage faite à Florence le 20 octobre 2000 (M.B. 24.11.2004). Consulté à l'adresse <http://environnement.wallonie.be/legis/international/convention023.htm>

Comelli, C. (2010). *Jour et nuit : une géographie inversée de la pratique des quais à Bordeaux*. Consulté à l'adresse <https://uottawa.scholarsportal.info/ojs/index.php/clg-cgl/article/view/142>

Comelli, C. (2015). *Mutations urbaines et géographie de la nuit à Bordeaux*. [Thèse de doctorat en géographie, Université Bordeaux Montaigne].

Comelli, C. et Kociemba, V. (2010). *Bordeaux : les lumières de la ville. Colloque international FSAUNESCO " Sites du patrimoines et tourisme "*. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01011380>

Condon, S., Lieber, M., Maillochon, F. (2005). *Insécurité dans les espaces publics : comprendre les peurs féminines*. Cairn.info. Revue française de sociologie 2005/2 (Vol. 46), pages 265 à 294. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-francaise-de-sociologie-1-2005-2-page-265.htm>

Cotte, M., ICOMOS. (2017). *Heritage sites of astronomy and archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention*. Consulté à l'adresse https://www3.astronomicalheritage.net/_downloads/ocarinabooks.com/heritage-of-astronomy_thematic-study_2ndedition.pdf

Dacke et al.. (2013). *Dung Beetles Use the Milky Way for Orientation*. Current Biology. Consulté à l'adresse https://www.researchgate.net/publication/235374810_Dung_Beetles_Use_the_Milky_Way_for_Orientation

Danvin, J. (2016). *Lumière sur le paysage urbain nocturne, « Comment la lumière artificielle peut-elle être utilisée comme un outil de composition du paysage nocturne urbain? »*. [Mémoire de fin d'étude, Université de Liège].

Decandido, R., Allen, D. (2006). *Nocturnal hunting by peregrine falcons at the Empire state building*, New York City. The Wilson Journal of Ornithology. Consulté à l'adresse https://www.researchgate.net/publication/232664080_Nocturnal_hunting_by_Peregrine_Falcons_at_the_Empire_State_Building_New_York_City

Deleuil, J-M (1995). *Genève la nuit, l'autre ville*. In: Le Globe. Revue genevoise de géographie, tome 135, 1995. Le Bassin genevois région pluriculturelle. pp. 63-72. Consulté à l'adresse https://www.persee.fr/doc/globe_0398-3412_1995_num_135_1_1340

Deleuil, J-M. (2009). *Eclairer la ville autrement*. Innovations et expérimentations en éclairage public. Presse Polytechniques et universitaires romandes.

Déribéré, M, déribéré, P. (1979). *Préhistoire et histoire de la lumière: les premiers matins du monde*. Paris: France-Empire.

Designboom (s.d.). *Daan Roosegaarde opens solar powered Van Gogh bike path in the Netherlands*. Consulté à l'adresse <https://www.designboom.com/technology/daan-roosegaarde-solar-powered-van-gogh-cycle-path-netherlands-11-13-2014/>

Designboom (s.d.). *Daan Roosegaarde's glow-in-the-dark smart highway opens in the Netherlands*. Consulté à l'adresse <https://www.designboom.com/technology/daan-roosegaarde-glow-in-the-dark-smart-highway-05-08-2014/>

Duquesne, M. (2017). *Eclairage public: toutes les communes wallonnes bientôt éclairées par des leds!* Consulté à l'adresse <https://www.uvcw.be/energie/actus/art-425>

Espinasse, C., Gwiazdzinski, L., Heurgon, E. (2005). *La nuit en question(s)*. Colloque de Cerisy.France. Éditions de l'Aube. Consulté à l'adresse <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00642970>

Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C., Elvidge, C., Baugh, B., Portnov, B., Rybnikova, N. et Furgoni, R. (2016). *The new world atlas of artificial night sky brightness*. *Science Advances. Research article environmental protection*. Consulté à l'adresse <https://advances.sciencemag.org/content/2/6/e1600377>

Férard, E. (2019). *Aux Etats-Unis, plus de 600 millions d'oiseaux meurent chaque année à cause des gratte-ciels*. Géo.fr. Consulté à l'adresse <https://www.geo.fr/environnement/aux-etats-unis-plus-de-600-millions-doiseaux-meurent-chaque-annee-a-cause-des-gratte-ciels>

Forman RTT, Godron M (1986). *Landscape ecology*. Wiley, New York

Furnelle, V. (s.d.). *Conférence : « Percevoir le paysage »*. Consulté à l'adresse <https://docplayer.fr/19905977-Percevoir-le-paysage-vincent-furnelle.html>

Gehl, J. (2013). *Pour des villes à échelle humaine*. Éditions Écosociété.

Gwiazdzinski, L. (2011). *La nuit, dernière frontière de la ville*. Editions de l'Aube. Consulté à l'adresse https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00642968/file/La_nuit_derniere_frontiere_de_la_vi.pdf

Gwiazdzinski, L. (2002). *La nuit dimension oubliée de la ville: entre animation et insécurité. L'exemple de Strasbourg*. (Doctorat en Géographie), Université Louis Pasteur,

Strasbourg. Consulté à l'adresse https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00599146/file/These_Luc_Gwiazdzinski-1.pdf

Haim, A., Portnov, A. (2013). *Light pollution as a new risk factor for human breast and prostate cancers*. Springer. Consulté à l'adresse [https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-6220-6#:~:text=However%2C%20exposure%20to%20artificial%20light,and%20prostate%20cancers%20\(BC%26PC\).](https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-6220-6#:~:text=However%2C%20exposure%20to%20artificial%20light,and%20prostate%20cancers%20(BC%26PC).)

Haveaux, C. (2019). *Eclairage public en Wallonie : 100% LED d'ici 2030*. Renouvelle l'actualité de l'énergie durable. Consulté à l'adresse <https://www.renouvelle.be/fr/actualite-belgique/eclairage-public-en-wallonie-100-led-dici-2030>

Hölker, F., Wolter, C., Perkin, EK., Tockner, K. (2010). *Light pollution as a biodiversity threat*. Trends Ecology Evolution, 25, 681-682. Consulté à l'adresse https://www.researchgate.net/publication/47634612_Light_Pollution_as_a_Biodiversity_Threat

Joveniaux, A., Durand, G. (1985). *Gestion forestière et écologie des populations de chouette de tengmalm (aegolius funereus) dans l'est de la France*. Consulté à l'adresse http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/55284/LATERREETLAVIE_1987_SUP4_83.pdf?sequence=1

Keucheyan, R. (2019). *Les besoins artificiels*. Editions Zones.
La Bible Ancien Testament Livre 1, version Louis Segond 1910. Consulté à l'adresse <https://www.info-bible.org/lsg/01.Genese.html>

Lacoste, Y. (1990). *Paysages politiques*. Livre de Poche. Paris.

Laganier, V. (2018). *Nicolas Houel : l'aventure des spectacles Skedanoz en Bretagne*. Light zoom lumière. Consulté à l'adresse <https://www.lightzoomlumiere.fr/interview/nicolas-houel-laventure-des-spectacles-skedanoz-en-bretagne/>

Laganier, V. (2019). *Hypernuit du Studio Vicarini à Saint-Nazaire face à l'océan*. Light zoom lumière. Consulté à l'adresse <https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/hypernuit-du-studio-vicarini-saint-nazaire-face-a-locean/>

Landrieu, J. (2005). *Hommage à la nuit*. Dans C. Espinasse, L. Gwiazdzinski et E. Heurgon (Eds.), *La nuit en question(s)*. La Tour-d'Aigues: L'Aube.

Lefebvre, A. (2015). *Vers une lumière plus urbaine*. Mémoire de recherche sur la lumière en milieu urbain. Consulté à l'adresse <http://www.lyceelecorbusier.eu/memoires-2016/territoires-vivants/alex-lefebvre.pdf>

Le Tallec, T. (2020). *Quel est l'impact écologique de la pollution lumineuse ?* Encyclopédie de l'Environnement. Consulté à l'adresse <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/limpact-ecologique-de-pollution-lumineuse/>.

Levy, B. (2009). *Paysages urbains nocturnes et littéraires. Exemples pris à Tokyo et à Paris*. Consulté à l'adresse <https://www.paysagescotesdemoselle.com/1.A.04>

Lightpress (2014). *Skedanoz, les nuits scintillantes d'Erdeven en Bretagne*. Light zoom lumière. Consulté à l'adresse <https://www.lightzoomlumiere.fr/communiquer/skedanoz-les-nuits-scintillantes-erdeven-en-bretagne/>

Loiseau J.-M., Terrasson F., Trochel Y. (1993). *Le paysage urbain*. Paris, éd. Sang de la Terre.

Mallet, S. (2011). *Paysage-lumière et environnement urbain nocturne*. Cairn.info. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-espaces-et-societes-2011-3-page-35.htm>

Mallet, S. et Comelli, C. (2017). *Politiques d'éclairage public et transformations des espaces urbains : une approche critique*. Cybergeog : European Journal of Geography. Consulté à l'adresse <http://journals.openedition.org/cybergeog/28796>

Mallet, S. (2010). *Exposer les espaces référents d'une politique urbaine : Le cas des mises en lumière à Bordeaux*. Lieux communs, pp.37-53. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00814374>

Martinez del Rio, C., Burquez, A. (1986). *Nectar production and temperature dependent pollination in *Mirabilis jalapa* L.* *Biotropica*. 18 (1) : 28-31. Consulté à l'adresse https://www.jstor.org/stable/2388358?seq=1#metadata_info_tab_contents

Masbounji, A. (2003). *Penser la ville par la lumière*. Editions de la Vilette.

MEB - ANPCEN. (2015). *Eclairage et biodiversité*. Les Cahiers de Biodiv' 2050, 6. Consulté à l'adresse http://www.mission-economie-biodiversite.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2015/12/n6_comprendre_fr_bd2.pdf

Minnaar, C., Anderson, B., de Jager, M., Karron, J. (2018). *Plant–pollinator interactions along the pathway to paternity*. *Annals of Botany* 123: 225–245. Consulté à l'adresse <https://academic.oup.com/aob/article/123/2/225/5232516>

Mosser, S. (2007). *Eclairage et sécurité en ville, l'état des savoir*. Cairn.info. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-deviance-et-societe-2007-1-page-77.htm>

Mosser, S. (2005). *Les configurations lumineuses de la ville la nuit: quelle construction sociale?* Cairn.info. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-espaces-et-societes-2005-3-page-167.htm>

Mosser, S. et Devars, J.-P. (2005). *Éclairage urbain, vers des démarches d'évaluation et de régulation. L'exemple de la démarche DEVISE*. Laboratoire central des ponts et chaussées.

Narboni, R. (2003). *La lumière et le paysage, créer des paysages nocturnes*. Le moniteur.

Naveh, Z., Lieberman, A. (1989). *Landscape Ecology. Theory and application*. Springer-Verlag New York

Oliveira, A.G., Stevani, C.V., Waldenmaier, H.E., Viviani, V., Emerson, J.M., Loros, J.J., Dunlap, J.C. (2015). *Circadian Control Sheds Light on Fungal Bioluminescence*. *Current Biology* 25: 964–968. Consulté à l'adresse https://www.researchgate.net/publication/284541958_Oliveira_et_al_2015_Suppl_m_at_BMC_Evol_Biol

Pacte Grenoble (2017). *Paysages sensoriels : quelles places dans les sciences humaines et sociales ?* Laboratoire de sciences sociales. Consulté à l'adresse <https://www.pacte-grenoble.fr/actualites/paysages-sensoriels-queelles-places-dans-les-sciences-humaines-et-sociales>

Phytolab (s.d.). *Front de mer. Saint-Nazaire, France*. Consulté à l'adresse <http://www.phytolab.fr/project/front-de-mer/>

Prost, A. (2014). *Le photographe Thierry Cohen éteint les villes du monde. Graine de photographe*. Consulté à l'adresse <https://blog.grainedephotos.com/le-photographe-thierry-cohen-eteint-les-villes-du-monde/>

Prugh, L., Golden, C. (2013). *Does moonlight increase predation risk? Meta-analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles*. *Journal of Animal Ecology* 83(2).

Rauscher, E. (2019). *Quel est l'impact de l'éclairage public sur la vie des arbres ?* Science & vie. Consulté à l'adresse <https://www.science-et-vie.com/questions-reponses/quel-est-l-impact-de-l-eclairage-public-sur-la-vie-des-arbres-51930>

Reeves, H. (s.d.). *La pollution lumineuse*. Consulté à l'adresse http://astro-canada.ca/la_pollution_lumineuse-light_pollution-fra

ricemm (s.d.). *Qu'est-ce qu'une RIC. Réserve internationale du ciel étoilé du Mont-Mégantic*. Consulté à l'adresse <http://ricemm.org/reserve-de-ciel-etoile/quest-ce-quune-rice/>

Rich, C., Longcore, T., (2006). *Ecological consequences of artificial night lighting*. Island Press, Washington, D.C., USA

RouteVanGoghEurope (s.d.). *Van Gogh-Roosegaarde cycle path, Eindhoven near Nuenen*. Consulté à l'adresse <https://www.routevangogheurope.eu/fr/visite/detailevenement/1781/van-gogh-roosegaarde-cycle-path-eindhoven-near-nuenen>

Schivelbusch, W. (1993). *La nuit désenchantée : à propos de l'histoire de l'éclairage artificiel au XIXe siècle*. Paris: Le Promeneur, Gallimard.

Schreuer, M. (2017). *Belgium's Lavish Energy Use Sheds Light on More Than Just Its Roads*. The New York Times. Consulté à l'adresse <https://www.nytimes.com/2017/12/12/world/europe/belgium-electricity.html>

Sierro, A. (2019). *La lumière nuit ! La nature face à la pollution lumineuse*. Consulté à l'adresse https://www.vs.ch/web/sfcep/particuliers/-/asset_publisher/OleHfZi6dGAO/content/la-lumiere-nuit-la-nature-face-a-la-pollution-lumineuse

Sordello, R. (2017). *Les conséquences de la lumière artificielle nocturne sur les déplacements de la faune et la fragmentation des habitats : une revue*. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 119 : 39–54. Consulté à l'adresse <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-31917-lumiere-deplacements-sordello.pdf>

SPW Service public de Wallonie (2009). *La nuit et la gestion de l'énergie, le point énergie de la Région wallonne pour les professionnels et décideurs*. Réactif numéro 60. Consulté à l'adresse https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/reactif_60.pdf?IDR=10151

Studio Roosegaarde (s.d.). *Van Gogh path. The light emitting bicycle path which glows at night inspired by Van Gogh Starry Night*. Consulté à l'adresse <https://www.studioroosegaarde.net/project/van-gogh-path>

Tanizaki, J. (1933). *Eloge de l'ombre*. Traduit du Japonais par René Sieffert (2011). Edition Verdier.

Thévenoux, C. (2019). *Pollution lumineuse : et si on éteignait les lampadaires la nuit ?* Ouest France. Consulté à l'adresse <https://www.ouest-france.fr/environnement/pollution-lumineuse-et-si-eteignait-les-lampadaires-la-nuit-6257357>

Tresoldi, B. (2019). *RE-DARKNESS: la valeur de l'obscurité dans l'éclairage urbain - Interview de Bianca Tresoldi*. Cariboni Group. Consulté à l'adresse <https://www.caribonigroup.com/fr/actualites/re-darkness-la-valeur-de-l-obscurite-dans-l-eclairage-urbain-interview-de-bianca-tresoldi/>

Veilleux, C., Cummings, M. (2012). *Nocturnal light environments and species ecology: Implications for nocturnal color vision in forests*. Journal of Experimental Biology 215(23). Consulté à l'adresse https://www.researchgate.net/publication/230685950_Nocturnal_light_environments_and_species_ecology_Implications_for_nocturnal_color_vision_in_forests

Verdon, J. (1994). *La nuit au Moyen Age*. Paris: Librairie Académique Perrin.

Verny, P., Busson, S. (2018). *Étude AUBE Aménagement Urbain Biodiversité et Éclairage Île de La Réunion*. Consulté à l'adresse https://www.cerema.fr/system/files/documents/2018/01/Etude_Aube_V2018.pdf

Wiltschko, W., Weindler, P. and Wiltschko, R. (1998). *Interaction of magnetic and celestial cues in the migratory orientation of passerines*. - Journal Avian Biol. 29: 606-617. Consulté à l'adresse https://www.jstor.org/stable/3677181?seq=1#metadata_info_tab_contents

Witherington, B. (1990). *Orientation of hatchling loggerhead turtles at sea off artificially lighted and dark beaches*. Archie Can" Center for Sea Turtle Research and Department of Zoology, University of Florida, Gainesville, Florida, USA. Consulté à l'adresse <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002209819190113B>

3. Bibliographie iconographique

Artnet (s.d.). *Enchère passée*. Consulté à l'adresse <http://www.artnet.fr/artistes/peter-paul-rubens/la-descente-de-croix-ymJCrlLqVZh7vLW5IbFdw2>

Barrejot, A. (2018). *Autour du Pic du Midi, on protège les étoiles depuis cinq ans maintenant*. Ladepeche.fr. Consulté à l'adresse <https://www.ladepeche.fr/article/2018/12/20/2928419-autour-pic-midi-protege-etoiles-depuis-cinq-ans-maintenant.html>

Bega (s.d.). *Éclairage des espaces verts*. Consulté à l'adresse <https://www.bega.com/fr/savoir/lumiere-et-eclairage/07-licht-in-gruenanlagen/>

BenQ (2019). *Qu'est-ce que la température de couleur ? Comment cela affecte-t-il les performances de couleur du moniteur ?* Consulté à l'adresse <https://www.benq.eu/fr-fr/knowledge-center/knowledge/color-temperature.html>

Blanchot, V. (2016). *La pollution lumineuse couvre 99% de l'Europe*. Consulté à l'adresse <https://siecledigital.fr/2016/06/14/pollution-lumineuse/>

Cohen, T. (s.d.). *Into the deep night*. Numeric landscape. Consulté à l'adresse <https://numericlandscape.org/2015/05/31/into-the-deep-night/>

Deluzarche, C. (2019). *Pourquoi les insectes sont-ils attirés par la lumière?* Futura planète. Consulté à l'adresse <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/insecte-insectes-sont-ils-attires-lumiere-11921/>

Fabien (2007). *La Place de la Bourse (Bordeaux, France)*. Wikipédia. Consulté à l'adresse https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Place_de_la_Bourse_Bordeaux_de_nuit.jpg

Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C., Elvidge, C., Baugh, B., Portnov, B., Rybnikova, N. et Furgoni, R. (2016). *The new world atlas of artificial night sky brightness*. Science Advances. Research article environmental protection. Consulté à l'adresse <https://advances.sciencemag.org/content/2/6/e1600377>

Forman, R.T.T., Godron M. (1986). *Landscape ecology*. Wiley, New York

Ghincolov, V. (2017). *In astrophotographs, how do cameras pick up so many stars without the background of the sky becoming too light?* Quora. Consulté à l'adresse <https://www.quora.com/In-astrophotographs-how-do-cameras-pick-up-so-many-stars-without-the-background-of-the-sky-becoming-too-light>

Kazoart (2017). *L'Œuvre à la loupe : « La Nuit étoilée » de Van Gogh*. Consulté à l'adresse <https://www.kazoart.com/blog/oeuvre-loupe-nuit-etoilee-van-gogh/>

Le Tallec, T. (2020). *Quel est l'impact écologique de la pollution lumineuse ?* Encyclopédie de l'Environnement. Consulté à l'adresse <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/limpact-ecologique-de-pollution-lumineuse/>

Maxppp (s.d.). *Bordeaux : deux jeunes renversés par une voiture quai de Paludate*. Pierre-Marie Gros, France Bleu Gironde. Consulté à l'adresse <https://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/bordeaux-2-jeunes-renverses-par-une-voiture-quai-de-paludate-1443766544>

Petitjean, I. (2018). *Les arbres aussi veulent dormir*. Le journal minimal. Consulté à l'adresse <https://lejournalmminimal.fr/arbres-veulent-dormir/>

Phozagora (s.d.). *Un site web de référence sur l'éclairage public*. Consulté à l'adresse <http://phozagora.free.fr/>

Phytolab (s.d.). *Front de mer. Saint-Nazaire, France*. Consulté à l'adresse <http://www.phytolab.fr/project/front-de-mer/>

Rahm, P. (2015). *Spectral light*. Consulté à l'adresse <http://www.philipperahm.com/data/projects/spectrallight/index-f.html>

SNAIK. (1991). « *Nuit des Docks* » – *Base sous-marine, Port de Saint-Nazaire, France*. Consulté à l'adresse <https://www.lightzoomlumiere.fr/article/yann-kersale-12-installations-lumiere-inspirantes/>

Thomas Pesquet [@Thom_astro], (2017, 10 février). *Survol de nuit: un tapis scintillant qui défile sans interruption. La Belgique et ses autoroutes illuminées sont faciles à identifier!* [image jointe] [tweet]. Twitter. Consulté à l'adresse https://twitter.com/Thom_astro/status/830117883585888257