



HAL
open science

Plan d'action Biodiversité 2020-2025 de Suez Recyclage et Valorisation en France “ Entreprise Engagée pour la Nature ” : préparation à la mise en œuvre des actions sur la pollution lumineuse et l'artificialisation et dispositif de suivi

Laure Clerc

► To cite this version:

Laure Clerc. Plan d'action Biodiversité 2020-2025 de Suez Recyclage et Valorisation en France “ Entreprise Engagée pour la Nature ” : préparation à la mise en œuvre des actions sur la pollution lumineuse et l'artificialisation et dispositif de suivi. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2021. dumas-03601697

HAL Id: dumas-03601697

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03601697v1>

Submitted on 8 Mar 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Plan d'action Biodiversité 2020 – 2025 de Suez Recyclage et Valorisation en France « Entreprise Engagée pour la Nature » :
préparation à la mise en œuvre des actions sur la pollution lumineuse et l'artificialisation et dispositif de suivi



Figure 1 : Installation de stockage de déchets de Huiwon vue du ciel - Géoportail - 2018

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'ENGEES
Stage de fin d'études du 1^{er} mars au 3 septembre 2021

Laure CLERC

Promotion Liège

2018-2021

Référent ENGEES : M. Jean-Nicolas BEISEL

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier M. Valentin CONDAL, Chargé de mission biodiversité chez SUEZ Recyclage et Valorisation France qui a su être à mon écoute et se rendre disponible pendant cette période difficile de mesures sanitaires et de télétravail.

Je remercie également Mmes Nathalie KERVIEL, assistante de Direction Risques, Environnement et Système de management & Direction Prévention Santé Sécurité pour m'avoir donné les accès aux serveurs et logiciels de SUEZ R&V France, et Cyrielle SOPALSKI, chef de projet réglementation environnementale pour ses précisions sur la réglementation.

Je remercie aussi les responsables de sites visités pour leur accueil et leurs informations, les Ingénieurs Environnement et les Ingénieurs Prévention des Risques pour nos échanges.

Je remercie le MNHN, partenaire de SUEZ, en particulier Mme Chloé THIERRY et M. Olivier DELZONS pour la formation IQE et leurs conseils précieux.

Je remercie l'entreprise SUEZ pour avoir ouvert un stage sur la biodiversité et m'avoir accueillie.

Je remercie mon école, l'ENGEES, pour mes trois années de formation, la création de la voie d'approfondissement écologie et mes professeurs qui nous ont accompagnés dans nos études et nos recherches de stage au cours de ces mois de confinements successifs.

Résumé

Plan d'action Biodiversité 2020 – 2025 de Suez Recyclage et Valorisation en France « Entreprise Engagée pour la Nature » : préparation à la mise en œuvre des actions sur la pollution lumineuse et l'artificialisation et dispositif de suivi

L'artificialisation des sols et la pollution lumineuse sont en partie responsables de l'érosion de la biodiversité et de la fragmentation du milieu naturel. Chaque année, l'artificialisation augmente de 20 000 à 30 000 ha en France selon le Ministère de la transition écologique. A cette artificialisation des sols est associée l'augmentation du nombre de points lumineux.

SUEZ R&V France a élaboré en 2020 un plan d'action biodiversité pour son engagement Entreprises Engagées pour la Nature, intégrant des objectifs de réduction de la pollution lumineuse et de l'artificialisation des sols. Pour répondre à ces deux objectifs, des études bibliographiques sont réalisées et mises à disposition de l'entreprise. Elles regroupent les impacts potentiels, indicateurs de mesures de ces pollutions, valeurs seuil à respecter et mesures de réduction.

Concernant la pollution lumineuse, l'identification de 84 sites à enjeux définis par la présence d'au moins un espace protégé, Natura2000 ou ZNIEFF1 (QGIS) et d'une Trame verte et bleue dans un rayon de 500 mètres est achevée. Ces sites sont classés pour déterminer un ordre de priorité (46 sites de priorité 1).

Connaître les impacts de l'entreprise étant nécessaire pour mettre en place des mesures adaptées, un questionnaire d'auto-diagnostic de la pollution lumineuse est élaboré et testé sur le site de Pontarlier. Il pourra être utilisé à partir de septembre après une sensibilisation des Ingénieurs Prévention des Risques.

Relativement à l'artificialisation des sols, l'identification, sur les sites de grande emprise, des habitats et leur distribution est réalisée à partir de données d'occupation du sol qui informent sur le caractère artificiel ou non du sol. Elles ne sont cependant pas suffisamment précises à l'échelle du site pour rendre compte de l'ensemble des habitats présents.

Ces dispositifs développés ont pour objectif le démarrage et l'intégration dans l'entreprise d'actions concrètes de lutte contre l'artificialisation et la pollution lumineuse.

Abstract

2020 - 2025 Action Plan of Suez Recyclage et Valorisation in France " Entreprise Engagée pour la Nature ": preparation for the implementation of actions on light pollution and land artificialisation and monitoring system

The artificialisation of land and light pollution are partly responsible for the erosion of biodiversity and the fragmentation of the natural environment. Every year, artificialisation is increasing by 20,000 to 30,000 ha in France according to the Ministry of Ecological Transition. This artificialisation of the land is associated with an increase in the number of light points.

In 2020, SUEZ R&V France drew up a biodiversity action plan for its " Entreprises Engagées pour la Nature " commitment, including objectives to reduce light pollution and land artificialisation. To meet these two objectives, bibliographical studies are carried out and made available to the company. They include potential impacts, indicators for measuring this pollution, threshold values to be respected and reduction measures.

Concerning light pollution, the identification of 84 stakes sites defined by the presence of at least one protected area, Natura2000 or ZNIEFF1 (QGIS) and a green and blue infrastructure within a radius of 500 metres has been completed. These sites are ranked to determine an order of priority (46 priority 1 sites).

As it is necessary to know the impact of the company in order to implement appropriate measures, a self-diagnosis questionnaire on light pollution was drawn up and tested on the Pontarlier site. It will be available for use from September onwards, following awareness-raising by Risk Prevention Engineers.

With regard to land artificialisation, the identification of habitats and their distribution on large sites is carried out using land use data, which provides information on the artificial or non-artificial nature of the soil. However, they are not sufficiently precise at the site scale to account for all the habitats present.

The aim of the systems developed is to initiate and integrate into the company concrete actions to fight against artificialisation of land and light pollution.

Table des matières

SIGLES ET ABREVIATIONS	7
LISTE DES TABLEAUX	9
LISTE DES FIGURES	10
GLOSSAIRE.....	11
1 Introduction	12
2 Le Contexte	14
2.1 Aux niveaux mondial et européen	14
2.2 Au niveau National	14
2.3 Suez en France, Entreprise Engagée pour la Nature	15
2.3.1 L'entreprise Suez	15
2.3.2 Suez RV France : Les différents sites	15
2.3.3 Suez Entreprise engagée pour la nature	16
3 Etude bibliographique : pollution lumineuse et artificialisation des sols	17
3.1 Pollution lumineuse.....	17
3.1.1 Les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité.....	18
3.1.2 Sobriété énergétique : économie d'énergie	22
3.1.3 Caractériser les installations d'éclairage et la pollution lumineuse : indicateurs de pollution lumineuse.....	22
3.1.4 Quelle méthode pour les sites de Suez ?	24
3.1.5 Mise en œuvre d'une démarche de réduction de la pollution lumineuse et recommandations associées	25
3.2 Artificialisation des sols	28
3.2.1 Chiffres sur l'artificialisation en France, quels sont les facteurs de l'artificialisation ?	28
3.2.2 Différents acteurs sont responsables de l'artificialisation	30
3.2.3 Principaux éléments qui expliquent l'augmentation de l'artificialisation des sols agricoles et forestiers	30
3.2.4 Quelles sont les conséquences de l'artificialisation des sols et sa limitation ?	31
3.2.5 Impact des activités de Suez sur l'artificialisation des sols	32
3.2.6 Indicateurs : quantifier l'artificialisation	33
3.2.7 Comment limiter ces impacts avant l'artificialisation des sols ?.....	35
3.2.8 Comment limiter les impacts sur la biodiversité et le sol pendant et/ou après l'artificialisation ? Désartificialisation ?	36
3.3 Pollution lumineuse et artificialisation des sols en vue d'actions Suez	38
4 Méthode : identification des sites à enjeux.....	40
4.1 Matériel et données disponibles	40
4.2 Identification des sites prioritaires pour la gestion de la pollution lumineuse	40
4.2.1 Pré-identification des sites prioritaires pour la gestion de la pollution lumineuse.....	40
4.2.2 Protocole post téléchargement des couches SIG.....	41

4.2.3	Identification des sites prioritaires : Trame Verte et Bleue	43
4.2.4	Définition d'un ordre de priorité : proximité du site à un itinéraire TVB	43
4.3	Déterminer l'impact des sites de Suez en termes de pollution lumineuse : préalable à l'auto-diagnostic	43
4.4	Evaluation de l'artificialisation des parcelles Suez R&V France et des types d'habitats présents (données THEIA)	45
5	Résultats	46
5.1	Résultats de l'identification des sites à enjeux : quels sites et combien sont-ils ?	46
5.1.1	Résultat de l'identification en fonction des zonages INPN	46
5.1.2	Résultats de l'identification des sites prioritaires et ordre de priorité : Trame verte et Bleue	48
5.1.3	Création d'une grille de lecture des informations pour chaque site : présentation des résultats	48
5.2	Auto-diagnostic de la pollution lumineuse	49
5.2.1	Questionnaire d'auto-diagnostic	49
5.2.2	Réponses et avis des ingénieurs environnement et changements apportés au questionnaire	50
5.2.3	Résultats de l'auto-diagnostic effectué sur le site de Pontarlier	51
5.3	Occupation des sols et artificialisation des parcelles Suez R&V France à partir des données THEIA	52
5.4	Dispositif de suivi des actions biodiversité	54
5.5	Ressources pédagogiques réalisées et mises à disposition	55
6	Discussion : Interprétation et critique des résultats	56
7	Conclusion et perspectives	60
8	Bibliographie	62
	Annexes	68

SIGLES ET ABREVIATIONS

ADEME : Agence de la transition écologique

APB : Arrêté de Protection de Biotope

APHN : Arrêté de protection du milieu naturel, Arrêtés préfectoraux de protection des habitats naturels

CB : Corine Biotope

CDB : Convention sur la Diversité Biologique

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

CGDD : Commissariat général au développement durable

CLC : Corine Land Cover

DSFLI : Densité Surfaccique de Flux Lumineux Installé

DTA ; DTADD : Directive Territoriale d'Aménagement ; Directive Territoriale d'Aménagement et de Développement Durable

EEN : Entreprises Engagées pour la Nature

ENAF : Espace Naturel, Agricole et Forestier

EPCI : Etablissements Publics de Coopération Intercommunale

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement

IE : Ingénieur Environnement

INPN : Inventaire National de Patrimoine Naturel

IPBES : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

IPR : Ingénieur Prévention des Risques

IQE : Indice de Qualité Ecologique

ISD : Installation de Stockage de Déchet

K : Kelvin

LED : Light Emitting Diode (DEL : Diode Electro-luminescente)

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

MTE : Ministère de la Transition Ecologique

ORT : Opération de revitalisation de territoire

Patrinat : Patrimoine Naturel (MNHN)

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNR : Parc Naturel Régional

PPA : projet partenarial d'aménagement

R&V : Recyclage et Valorisation

RNCFS : Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage

SAFER : Sociétés d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

SIC : Sites d'intérêts communautaires

SIG : Système d'information géographique

SRADDET : Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique

TVB : Trame Verte et Bleue

UE : Union Européenne

UVE : Unité de Valorisation Energétique

ZAC : Zone d'aménagement concerté

ZAN : Zéro Artificialisation Nette

ZICO : Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (directive Oiseaux de 1979), sans statut juridique particulier contrairement aux ZPS

ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (type 1 : plus remarquables, ce sont des espaces caractérisés par la présence d'habitats, d'espèces ou d'association d'espèces rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional – définition du MNHN)

ZPS : Zones de Protection Spéciales (Natura2000)

ZSC : Zones Spéciales de Conservation (Natura2000)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Comparaison des différentes méthodes proposées. Source : d'après Sordello, 2017 (35)	25
Tableau 2 : Avantages et inconvénients de différents types de revêtements (pollution lumineuse) (37) ..	27
Tableau 3 : Proportion de sols artificialisés entre 1982 et 2018 d'après des enquêtes de Teruti et Teruti-Lucas (49)	29
Tableau 4 : récapitulatif des données d'occupation du sol disponibles : utilisation et limites	34
Tableau 5 : Estimation et répartition des coûts de renaturation en 2010 (51).....	38
Tableau 6 : Indicateurs de la pollution lumineuse à connaître sur site Suez R&V France.....	44
Tableau 7 : sites ouverts Suez R&V France sélectionnés pour un rayon de 1 km - 2021	46
Tableau 8 : sites ouverts Suez R&V France sélectionnés pour un rayon de 500 m - 2021.....	46
Tableau 9 : sites ouverts Suez R&V France sélectionnés pour un rayon de 250 m - 2021.....	47
Tableau 10 : sites ouverts Suez R&V France à enjeux pour la pollution lumineuse par type de site et par ordre de priorité - 2021.....	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Installation de stockage de déchets de Huiron vue du ciel - Géoportail - 2018	1
Figure 2 : Evolution d'un casier de stockage des déchets d'une ISDND (12)	15
Figure 3 : Carte mondiale de la lumière artificielle vue du ciel –image satellite vers 1h du matin - 2016 (17).....	17
Figure 4 : Pollution lumineuse en France (en magnitude par arc seconde au carré, mesure de la brillance du ciel) pour un ciel clair et couvert – août 2018	18
Figure 5 : formule de l'Upward Light Ratio - CEREMA	23
Figure 6 : formule du Code flux CIE n°3 - CEREMA	23
Figure 7 : Impacts de la pollution lumineuse en fonction de la longueur d'onde émise sur différents groupes biologiques - MNHN	24
Figure 8 : formule du DSFLI - CEREMA.....	24
Figure 9 : type de dispositif d'éclairage et diffusion de lumière (39).....	26
Figure 10 : intervalle entre lampadaires et couloir sombre	26
Figure 11 : Etiquettes Environnementales (pollution lumineuse)	26
Figure 12 : Evolution d'affectation des sols entre 1982 et 2018 en France (49).....	29
Figure 13 : Consommation communale d'après des fichiers fonciers des espaces Naturels, Agricoles et Forestiers (données de la DGFip, carte du CEREMA 2016) (47) (50)	29
Figure 14 : Usages du sol et participation à l'artificialisation à partir de données d'enquête Terruti-Lucas de 2014	30
Figure 15: Casiers végétalisés de l'ISDND de Satolas (69) mars 2021	33
Figure 16 : Evolution d'un sol naturel vers artificialisé puis artificialisé végétalisé (50)	37
Figure 17 : Exemple de zone tampon identifiée autour du site de Villeherviers - 2021	42
Figure 18 : Définition d'un ordre de priorité des sites à enjeux pour la pollution lumineuse.....	43
Figure 19 : Sites Suez R&V France et zonages INPN sur l'ensemble de la France métropolitaine (données majoritairement de 2020 et 2021)	47
Figure 20 : Répartition des sources lumineuses sur le site de Pontarlier (25) le 28 juillet 2021.....	52
Figure 21 : Répartition des sources lumineuses sur le site de Pontarlier (25) le 28 juillet 2021.....	52
Figure 22 : Occupation du sol issue des données THEIA et site Suez R&V France (site d'Allemant 02 – ISD prochainement fermée) - 2017	53
Figure 23 : Occupation du sol issue des données THEIA et ISD ouverte SUEZ R&V France (site de Huiron 51) - 2017	53
Figure 24 : Ressources pédagogiques et d'accompagnement mises à disposition pour Suez R&V France	55
Figure 25 : Erreurs possibles pour la sélection des sites par un rayon de 25 m.....	58

GLOSSAIRE

Chronobiologie : étude des rythmes biologiques au sein d'un organisme, « mécanisme de régulation des horloges internes » (Institut national de la santé et de la recherche médicale)

Chronotones : charnières temporelles du cycle jour/nuit riches en activité chez la faune

Circannuel(le) : Concerne les rythmes biologiques sur l'année (suite de processus). L'horloge circannuelle : cycle biologique annuel, les processus associés se succèdent et se répètent chaque année

Débourrement ou débourrage : moment du développement des bourgeons végétatifs et floraux

Diurne : une espèce diurne a une activité le jour (par opposition à une activité nocturne)

Economie propre et circulaire : « système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien être des individus » (ADEME)

Epiphyse : glande qui sécrète la mélatonine et située dans le cerveau

Espèce généraliste : espèce présente dans des types d'habitats différents, souvent moins exigeante que les espèces spécialistes (pour la nourriture, l'environnement) et moins affectée par les changements/fluctuations du milieu

Espèce spécialiste : espèce présente majoritairement dans un type d'habitat, ses exigences écologiques sont plus strictes (peut être indicatrice de l'état du milieu)

Grands groupes d'insectes : Diptères : mouches, taons, moustiques ... ; Coléoptères : scarabées, coccinelles ; Lépidoptères : papillons ; Hétérocères : papillons de nuits (ancien sous-ordre des lépidoptères)

Indice de qualité écologique : il permet de caractériser l'état de la biodiversité en tenant compte de différents paramètres (habitats patrimoniaux, diversité, espèces exotiques envahissantes, connectivité des réseaux écologiques ...) à travers la réalisation d'inventaires de terrain sur 6 jours (passage en journée, au crépuscule, la nuit ...). Son protocole est standardisé, il est donc reproductible

Inféodé(e) à : qui dépend fortement de (exemple : un écosystème, un type d'habitat...)

Lucifuge : qui fuit la lumière

Mitage : multiplication de constructions/résidences dispersées dans un espace rural (Larousse 2010)

Nyctalope : qui voit dans la nuit

Photopériode : rapport durée du jour/durée de la nuit

Phototactisme : attraction (positif) ou fuite (négatif) de la lumière par certains êtres vivants

Rythme circadien : rythme biologique, sur un cycle de 24h environ (les fonctions de l'organisme en dépendent)

1 Introduction

Les activités anthropiques menacent d'extinction des espèces animales et végétales, détruisent des écosystèmes. D'après le rapport de l'IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services créée en 2012) de 2019, le nombre d'espèces menacées, appartenant aux groupes évalués, est estimé en moyenne à 25% soit « environ un million d'espèces animales et végétales déjà menacées d'extinction au cours des prochaines décennies ». L'IPBES identifie cinq causes majeures d'érosion de la biodiversité dont font partie le changement d'usage des terres et la pollution.

L'érosion de la biodiversité dans le monde et ses impacts sont aujourd'hui évalués et pris en compte par les gouvernements (Convention sur la diversité biologique en 1992, Conférence de Nagoya en 2010).

En France, le Ministère de la Transition Écologique a lancé fin 2019 le dispositif « Entreprises engagées pour la nature » (EEN) porté par l'Office Français de la Biodiversité (OFB) incitant les entreprises à s'engager en faveur de la biodiversité. Ce dispositif s'inscrit dans les mesures du plan biodiversité de 2018. Ce plan, qui comprend 90 actions, donne entre autres des objectifs de réduction des pollutions, en particulier la pollution lumineuse et préconise une démarche Zéro Artificialisation Nette (ZAN). (1)

Le Groupe Suez, déjà engagé en faveur de l'environnement et du développement durable, s'y est impliqué dès 2020. Un plan d'actions biodiversité regroupant treize actions concernant la ligne hiérarchique et les sites d'exploitation a ainsi été élaboré.

En effet, de par ses missions de service public de recyclage et valorisation des déchets, Suez artificialise des espaces et imperméabilise les sols. Les éclairages artificiels des sites génèrent une pollution lumineuse néfaste pour la biodiversité et l'Homme.

Le chargé de mission biodiversité de Suez Recyclage et Valorisation des déchets en France (Suez R&V France) accompagne les territoires sur la prise en compte de la biodiversité localement ; il est en charge de la mise en œuvre du plan d'actions. Attachée à la réalisation de ses objectifs à l'horizon 2025, l'entreprise a ouvert des missions d'assistance au chargé de biodiversité.

Comment décliner les objectifs de réduction de la pollution lumineuse et de l'artificialisation des sols du plan d'action de Suez R&V sur les sites à enjeux à l'échelle nationale ? Plus précisément comment impliquer les exploitants des sites dans une démarche de réduction de la pollution lumineuse, comment préparer une démarche de réduction de l'artificialisation ? Comment suivre l'avancement du plan d'action biodiversité ?

Pour répondre à l'action : « Réduire la pollution lumineuse de 100% des installations à enjeux pour la trame noire à l'horizon 2025 » il sera nécessaire de faire une recherche bibliographique et de réaliser, conformément à la mission exprimée, une synthèse sur les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité. De même pour préparer une démarche de réduction de l'artificialisation des sols, une étude bibliographique sur l'artificialisation et ses impacts est un objectif donné par l'entreprise. Ces synthèses intégreront des propositions de réduction des impacts sur les sites.

Dans un second temps, conformément au plan d'actions rédigé, il sera nécessaire de déterminer une méthode et un protocole, collecter et rassembler des données disponibles pour identifier les sites à enjeux de Suez R&V France sur la pollution lumineuse. Les résultats obtenus seront mis en regard avec les contraintes de l'entreprise afin d'arrêter une cartographie des sites retenus et priorités. Une mise à disposition des données organisées sera faite.

Des outils seront ensuite élaborés, soumis aux acteurs de l'entreprise œuvrant pour le suivi environnemental des installations. Sur la pollution lumineuse et afin de permettre aux sites concernés de réaliser un auto-diagnostic des nuisances lumineuses affectant la biodiversité, un questionnaire sera construit et testé sur un site. Une évaluation de l'artificialisation des parcelles R&V France sera également approchée. Le besoin exprimé d'un dispositif de suivi des treize actions du plan biodiversité de l'entreprise et ses modalités de reporting sera élaboré et proposé.

Les études réalisées montreront néanmoins des imprécisions liées à l'éparpillement et à l'actualisation partielle des données, des choix de critères dus aux contraintes des installations de recyclage et valorisation des déchets, ce que soulignera la partie discussion.

Les missions confiées devront ainsi permettre à Suez R&V France de déployer progressivement des actions de réduction de la pollution lumineuse sur les sites à enjeux identifiés à l'appui d'une synthèse bibliographique, de prendre en compte les conditions d'éclairage artificiel sur les sites et les mesures possibles à mettre en place, de sensibiliser à la limitation de l'artificialisation et ses impacts sur la biodiversité en amont d'un projet d'installation d'un site et de suivre l'évolution des actions de son plan d'action.

2 Le Contexte

2.1 Aux niveaux mondial et européen

Dans un contexte de fragmentation des milieux et de perte de biodiversité, la réglementation impose la réduction des impacts de l'homme et des activités anthropiques, la préservation, la protection voire la restauration de la biodiversité.

La Convention sur la diversité biologique (CDB), accord international sur la biodiversité, est signée par 168 pays suite au sommet de la Terre de Rio de 1992. C'est en 2010 à Nagoya qu'a été adopté par les parties prenantes un Plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020 intégrant les objectifs d'Aichi : vingt objectifs visant à la protection de la biodiversité à l'échéance 2020. Aucun des vingt objectifs n'est réellement atteint, six seulement le sont partiellement. (2)

En Europe, les **directives Oiseaux** (1979) et **Habitats** (1992) ont pour objectif la protection des espèces (faune et flore) sauvages et des habitats naturels en créant le **réseau Natura2000** regroupant les Zones Spéciales de Conservation (ZSC issues de la directive Habitats) et les Zones de Protection Spéciale (ZPS issues de la directive Oiseaux).

La stratégie biodiversité, qui décrit des objectifs pour freiner d'ici 2020 la perte de biodiversité observée, est validée par la Commission Européenne en mai 2011. (3)

En mai 2020 est présentée la stratégie de l'Union européenne à l'horizon 2030 qui se décline dans le Pacte vert pour l'Europe (feuille de route de l'UE qui a pour but une économie durable). Ce Pacte Vert intègre un plan d'actions visant à restaurer la biodiversité, réduire la pollution, « promouvoir l'utilisation efficace des ressources en passant à une économie propre et circulaire » (4). Cette stratégie européenne prévoit la protection des milieux naturels à travers la création de zones protégées, la restauration de milieux, l'amélioration de la gouvernance et l'intégration dans les politiques des engagements pour la biodiversité ... (5)

2.2 Au niveau National

En France, la **loi relative à la protection de la nature du 10 juillet 1976**, initie la protection de la faune et flore sauvage et son intégration au code de l'environnement.

En juillet 2010, la **loi Grenelle II**, décrit les objectifs environnementaux (post Grenelle I) à l'échelle nationale, notamment en termes de protection de la biodiversité (la lutte contre les nuisances lumineuses y est soulignée), de protection sanitaire et de gestion des déchets, d'énergie et de climat ... (6)

En août 2016, la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, dite loi biodiversité, est promulguée dans le but de répondre aux enjeux de la biodiversité, la préserver à travers une vision plus dynamique de celle-ci. Les trois axes développés sont les suivants : « répondre concrètement aux enjeux de la biodiversité, réaffirmer que la biodiversité est l'affaire de tous, protéger les espèces en danger, les espaces sensibles et la qualité de notre environnement, faire de la biodiversité un levier de développement économique ». (7) L'Agence française pour la biodiversité alors créée est opérationnelle depuis début 2017.

En 2018, l'Etat définit les objectifs du Plan biodiversité : il est décomposé en six axes visant à préserver et restaurer la biodiversité. (8)

Le code de l'environnement régleme les émissions de lumière artificielle : prévenir, supprimer ou limiter les émissions de lumière artificielle lorsque qu'elles présentent un « danger ou un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînent un gaspillage énergétique, empêchent l'observation du ciel nocturne. » (9). L'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses est développé en *Annexe 1* et dans la partie dédiée à la bibliographie.

2.3 Suez en France, Entreprise Engagée pour la Nature

2.3.1 L'entreprise Suez

Suez est une entreprise spécialisée dans la sécurisation des ressources, présente sur les différents continents, avec 90 000 collaborateurs dont 29 500 en France, elle propose des services essentiellement dans les domaines de l'eau et du recyclage et valorisation des déchets. (10)

2.3.2 Suez RV France : Les différents sites

Suez Recyclage & Valorisation contribue à la gestion et la valorisation des déchets (sous forme d'énergie ou biologique) : 7 millions de tonnes de déchets collectés et 6,8 millions valorisés en matière ou énergie en France en 2015. Elle concerne la collecte, le tri, le recyclage, la valorisation, le stockage mais aussi le traitement, le démantèlement et la réhabilitation des sites et la commercialisation de ressources et services.

Les quatre grands types de sites de gestion de déchets chez SUEZ R&V France sont des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et soumises à une réglementation stricte.

2.3.2.1 ISD : Installation de stockage de déchets : trois types d'installations

Les ISD présentent plusieurs niveaux de protection : barrières passive (choix d'un terrain très peu perméable pour éviter la pollution du sol, de l'eau de l'air) et actives (membranes étanches artificielles). Les ISD sont suivies pendant au minimum 30 ans après l'arrêt de leur exploitation. Il existe trois types d'installation de stockage de déchets : les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND), les installations de stockage de déchets dangereux (ISDD) et les installations de stockage de déchets inertes (ISDI) par exemple les déchets de chantiers. Seules les ISDND seront détaillées dans la suite du rapport.

Les déchets sont issus des ordures ménagères ou assimilées, et non valorisables. Les déchets stockés dans le ISDND sont les déchets aujourd'hui non recyclables ou non valorisables et non dangereux. La loi du 13 juillet 1992 définit un déchet ultime comme « un déchet résultant ou non d'un traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans des conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux ». (11)

Ces sites ont une forte emprise foncière (souvent plusieurs hectares) et présentent un intérêt important pour la biodiversité puisqu'ils sont végétalisés en post-exploitation et non constructibles. (12)



Figure 2 : Evolution d'un casier de stockage des déchets d'une ISDND (12)

2.3.2.2 Centre de Tri

(13)

Les déchets recyclables sont séparés des autres déchets (et des déchets recyclables très volumineux) par différentes techniques de tri. Ils sont ensuite répartis en fonction du type de déchets : papiers, emballages, nature des matériaux ... et envoyés dans les filières spécialisées pour être revalorisés.

2.3.2.3 UVE : Unité de Valorisation Energétique

(14)

Une UVE reçoit des ordures ménagères résiduelles et refus de tri, c'est une unité d'incinération de déchets qui produit de l'énergie (à partir de la combustion des déchets) sous forme de chaleur et/ou d'électricité. Elle produit des énergies renouvelables à partir de déchets non valorisés autrement. L'énergie produite peut servir aux industries à proximité, à alimenter un réseau de chaleur urbain voisin, ...

D'autres formes de valorisation énergétique que l'incinération existent pour les déchets non recyclables comme les combustibles solides de récupération (CSR).

2.3.2.4 Plateforme de compostage

Les biodéchets et déchets verts sont collectés et acheminés vers la plateforme. Ils seront ensuite entreposés dans un lieu fermé avant d'être broyés, puis mis à fermenter. Après la fermentation ils sont affinés (les déchets indésirables sont enlevés) et transformés en compost.

Une photographie aérienne pour chacun de ces types de sites figure en *Annexe 2*

2.3.3 Suez Entreprise engagée pour la nature

SUEZ est engagée au sein de l'initiative « Entreprises Engagées pour la Nature - Act4Nature France », portée par l'Office Français pour la Biodiversité dont l'objectif est l'intégration de la biodiversité dans toutes les activités de l'entreprise. Cet engagement se décline en dix principes communs (l'ensemble des principes communs figure en *Annexe 3*) visant à intégrer la biodiversité dans les décisions et stratégie d'entreprise, évaluer ses composantes et impacts sur la biodiversité, développer des solutions fondées sur la nature, séquence ERC (éviter réduire compenser) ... Suez déploie aussi des plans d'actions en faveur de la biodiversité sur les sites prioritaires à l'échelle nationale et internationale. **Un plan d'action Biodiversité EEN est élaboré par Suez R&V France.**

Depuis 2008, un partenariat entre Suez R&V France et l'Unité mixte de service PatriNat (Patrimoine Naturel) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) est renouvelé tous les quatre ans. Ces actions consolident l'engagement de Suez dans la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (2014).

3 Etude bibliographique : pollution lumineuse et artificialisation des sols

Le plan d'actions biodiversité 2020 – 2025 (Plan d'actions EEN) s'applique en France et la réduction de la pollution lumineuse sur l'ensemble des sites à enjeux est un des objectifs à atteindre : "Réduire la pollution lumineuse de 100% des installations à enjeux pour la trame noire à l'horizon 2025" et à l'artificialisation des sols : « et animer une démarche de réduction de l'artificialisation des sols à l'horizon 2025 ». Les deux parties suivantes définissent les notions, décrivent les impacts de la pollution lumineuse et de l'artificialisation, les indicateurs ou outils permettant de quantifier et évaluer ces impacts et les solutions à mettre en œuvre pour les éviter ou les diminuer.

3.1 Pollution lumineuse

La pollution lumineuse est un phénomène d'origine anthropique qui correspond au sur-éclairage par la lumière artificielle. En 2014, l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, devenue Agence de la transition écologique) estimait à 11 millions le nombre de points lumineux et à 3,5 millions le nombre d'enseignes lumineuses en France. La pollution lumineuse impacte la qualité du ciel la nuit et la biodiversité à différents niveaux (écosystème, paysage...).

Elle affecte aussi la santé de l'homme et peut entraîner des troubles du sommeil liés à la perturbation de la production de mélatonine (hormone régulée par la photopériode) en présence de lumière bleue : le rythme circadien, qui dépend en partie de la sécrétion de mélatonine par l'épiphyse, est perturbé ; la lumière artificielle extérieure est parfois présente jusque dans les maisons (éclairage intrusif) et, lorsque l'intensité lumineuse est trop forte, elle peut perturber la vision (éblouissement). (15)

Chez les espèces diurnes ou nocturnes, l'alternance jour/nuit se distingue par des phases de repos et d'activité.

L'éclairage et l'augmentation des surfaces éclairées (augmentation de 6% de la pollution lumineuse par an en Europe) génèrent une perturbation du cycle de vie de certaines espèces. Ils modifient le rythme biologique, les fonctions physiologiques, les comportements et interactions des êtres vivants.

La pollution lumineuse peut aussi provoquer la fragmentation d'habitats (régression des zones sans lumière pour les espèces lucifuges), la perturbation des relations inter et intraspécifiques, des modifications des mouvements et déplacements de populations, une augmentation de la mortalité, une baisse de la pollinisation (effets indirects sur les plantes) ... (16)

Sur la carte ci-dessous, issue de l'Atlas mondial de la luminosité artificielle du ciel nocturne, figure la pollution lumineuse visible par image satellite. La majorité des zones à forts enjeux (pour la pollution lumineuse) se situe dans les pays développés notamment aux USA, en Europe et Asie du sud-est. (17)

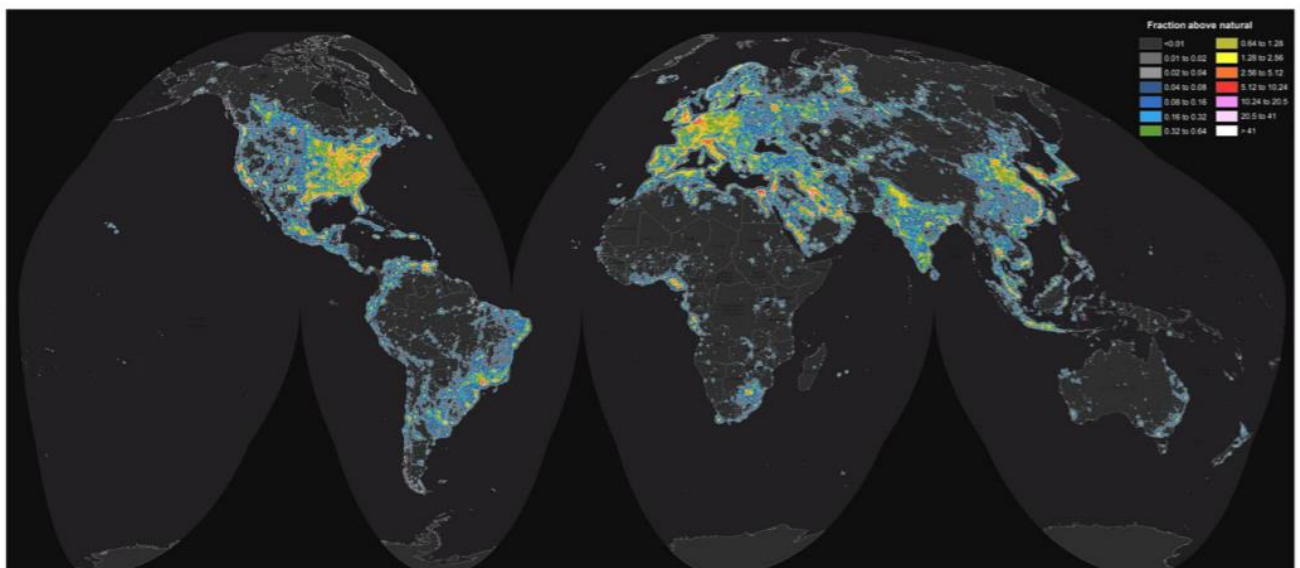


Figure 3 : Carte mondiale de la lumière artificielle vue du ciel –image satellite vers 1h du matin - 2016 (17)

Cette carte représente uniquement la pollution lumineuse visible du ciel et émise vers le ciel qui n'est pas le seul type de pollution lumineuse impactant les écosystèmes. En effet, la lumière diffuse (responsable du halo lumineux), la lumière directe et précise (source d'éblouissement et piège écologique en attirant certaines espèces) et la lumière ambiante ou projetée (dégradant l'habitat nocturne et source d'évitement) sont d'autres types de pollution lumineuse impactant la biodiversité. *Annexe 4*

Il est à noter que ces cartes de pollution lumineuse sont parfois anciennes et que l'heure à laquelle la photographie satellite est prise correspond souvent à une période d'extinction pour les communes (deuxième partie de nuit). Par ailleurs, certaines longueurs d'onde ne sont pas non plus captées par les satellites et l'échelle à laquelle cette image est exploitable est grande (1 pixel correspondant à environ 740 m). Toutes les sources lumineuses artificielles ne sont donc pas prises en compte par ces cartes ; il est nécessaire, pour évaluer la pollution lumineuse au niveau local, d'utiliser d'autres indicateurs. (18)

En présence d'un couvert nuageux, le halo formé par la lumière diffusée vers le ciel peut être accentué. Les cartes de pollution lumineuse ci-dessous ont été obtenues à partir de simulations, l'échelle de couleur associée à ces cartes renseigne sur la qualité du ciel (ciel de bonne qualité : sombre, peu de pollution lumineuse) (cartes produites par le moteur de simulation Otus en août 2018 à partir de données de 2015 et figurant sur le site du DarkSkyLab) (19). A l'échelle de la France métropolitaine les deux cartes ci-dessous sont obtenues respectivement par ciel clair et couvert : (19)

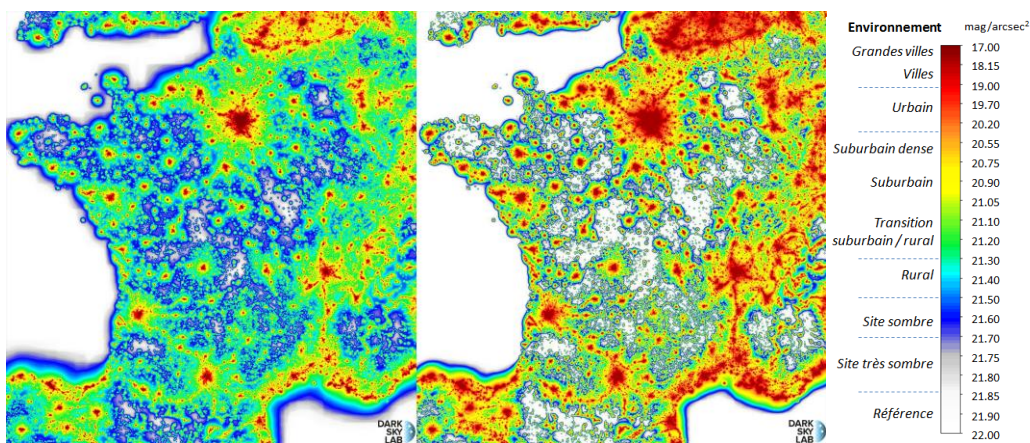


Figure 4 : Pollution lumineuse en France (en magnitude par arc seconde au carré, mesure de la brillance du ciel) pour un ciel clair et couvert – août 2018

Sur ces cartes de pollution lumineuse les zones les plus affectées (zones rouges) correspondent aux métropoles et aux littoraux qui concentrent la majorité des activités.

En France, pour réduire les nuisances lumineuses, l'arrêté du 27 décembre 2018 décrit des prescriptions techniques en matière d'éclairage qui figurent en *Annexe 1*.

Cette étude bibliographique traite des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité, des méthodes existantes pour estimer la pollution lumineuse et réaliser un diagnostic, identifie des points d'amélioration et des actions permettant la réduction de cette pollution.

3.1.1 Les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité

L'éclairage et les zones éclairées ont différents impacts sur les différents taxons (chiroptères, insectes, amphibiens ...). La pollution lumineuse est à l'origine d'une « fragmentation des populations » mais affecte aussi les relations inter et intraspécifiques au sein des écosystèmes, notamment la reproduction, les relations proies/prédateurs, la pollinisation et la dispersion des graines. Chaque site Suez éclairé et éclairant a un impact sur la biodiversité.

3.1.1.1 Effets de la pollution lumineuse sur les insectes :

(20)

D'après le CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) : « 30 à 40 % des insectes s'approchant d'une source lumineuse meurent en peu de temps, du fait d'une collision, de déshydratation, de surchauffe ou de prédation » et d'épuisement.

La pollution lumineuse a plusieurs impacts sur les insectes :

- Désynchronisation : alternance jour/nuit
 - L'éclairage artificiel entraîne une modification de la durée du jour et de la nuit, du cycle des durées jour/nuit au cours de l'année (horloge circannuelle). L'éclairage rend la nuit plus courte ce qui affecte les périodes d'activité des espèces nocturnes et diurnes au cours de l'année
 - Interactions au sein d'une espèce et entre espèces : la pollution lumineuse est à l'origine de modifications du rapport proies/prédateurs, de la reproduction (Ex. Bombyx disparate : effet stérilisant de l'éclairage constant ; lucioles : diminution des possibilités de rencontre entre deux partenaires à cause de la perturbation de leur mode de communication, la lumière émise par l'éclairage artificiel est de trop forte intensité), de la pollinisation...
 - Modification du rythme biologique à cause des lumières artificielles : la prolongation de la durée du jour par la lumière artificielle entraîne une modification du rythme biologique des individus.
- Désorientation et attraction :
 - Phototactisme positif notamment sur les diptères, coléoptères et lépidoptères dont le taux de mortalité à proximité des lampadaires est élevé (150 par nuit : épuisement, brûlure ...).
Un rayon d'attraction des insectes, variant entre **400 et 700 m** des sources de lumière artificielle, a été identifié en 2000 par Eisenbeis et Hassel (21).
 - La lumière artificielle altère les repères (comme les sources lumineuses naturelles) de certaines espèces.
- Désensibilisation : éblouissement des animaux nyctalopes
- Reconnaissance de l'environnement : amélioration ou altération de la vision

Différents effets de la pollution lumineuse sont observables chez les insectes (liés aux différences entre espèces notamment) mais certains d'entre eux reviennent souvent et peuvent influencer les activités humaines (services écosystémiques).

➤ Le sur-éclairage a des effets sur la pollinisation nocturne : (20)

Certains coléoptères et diptères, ainsi que les papillons de nuit sont d'importants pollinisateurs nocturnes ; en particulier, les espèces nectarifères des familles des Sphingidae, Noctuidae et Geometridae (des lépidoptères).

Les changements environnementaux, dont la pollution lumineuse fait partie, peuvent menacer ce service écosystémique.

➤ Le sur-éclairage a des effets sur la reproduction des insectes : (20)

La pollution lumineuse impacte aussi la reproduction et la prédation chez les insectes. Par exemple, au sein du groupe des lépidoptères, de faibles niveaux de lumière artificielle suffisent à inhiber la libération de phéromones sexuelles par les papillons femelles de certaines espèces (Geometridae). Elle agit aussi comme un piège écologique et tend à modifier les zones et densités de ponte voire la supprimer. Les larves de lépidoptère (nocturnes) peuvent aussi être affectées par l'éclairage la nuit.

Les lumières artificielles augmentent la vulnérabilité des insectes à la prédation, les prédateurs exploitent des densités d'insectes (notamment des lépidoptères) supérieures à la moyenne en lien avec l'attraction des insectes par la lumière artificielle.

3.1.1.2 Effets de la pollution lumineuse sur les chiroptères :

L'éclairage artificiel modifie l'activité des chauves-souris et peut entraîner les effets suivants : (20)

- Décalages temporels, retard de développement
- Repos, déplacements/orientation
- Effets sur la chasse, leurs déplacements
- Reproduction, hibernation
- Exposition à la prédation, alimentation

Cependant si la lumière modifie l'activité des chauves-souris, les effets chez les différentes espèces ne sont pas les mêmes. La Pipistrelle commune, la Sérotine commune sont moins affectées que le Grand Rhinolophe, le Murin à oreilles échanquées et le petit Murin. (22)

Selon les espèces, l'éclairage extérieur la nuit peut avoir, à l'échelle des lampadaires, un impact positif ou négatif sur l'activité des chauves-souris (positif : *Pipistrellus* spp. et *Nyctalus* spp. qui se nourrissent à proximité des sources lumineuses, Négatif : *Myotis* spp., *Plecotus* spp. *Rhinolophus* spp. qui évitent la lumière) mais un impact négatif sur toutes les espèces de chauves-souris à plus grande échelle (modification de leur trajectoire de vol pour éviter la lumière).

Les chauves-souris telles que *Myotis ssp.* et *Plecotus ssp.*, bien que sensibles à la lumière (bleue généralement des LED) semblent être actives à proximité des lampadaires de température de couleur dans les tons rouges et sur les sites non éclairés.

Cependant, des espèces qui fuient la lumière telles que *Rhinolophus hipposideros* semblent éviter tous les spectres testés (rouge au bleu), y compris de températures de couleurs proches du rouge. Des schémas d'éclairage de nuit, pour lesquels les lumières sont éteintes de minuit à 5 heures du matin, n'ont pas non plus permis d'atténuer notablement les effets de la lumière sur les chiroptères la nuit. L'éclairage fonctionnait en effet toujours lors du pic d'activité des chauves-souris (généralement en début de nuit).

La réponse des chiroptères varie aussi en fonction de la distance à la source lumineuse. Une des seules études (22) disponibles sur la façon dont la réponse des chauves-souris varie avec la distance révèle des différences en fonction des espèces : entre 10 et 50 m à partir d'une source lumineuse. Pour *Eptesicus serotinus*, aucune différence n'a été observée entre 0 et 10 m de la source lumineuse ; cependant des effets négatifs étaient observés de **25 à 50 m** du lampadaire (21). Ces résultats suggèrent que la réponse des chauves-souris à la lumière dépend de l'intensité lumineuse.

Une étude évaluant les trajectoires de vol des chauves-souris par acoustique 3D (3D acoustic localization), a constaté que les chauves-souris réduisent la hauteur de vol et augmentent la vitesse de vol en présence de lumière artificielle (la lumière artificielle augmente le risque de prédation).

Pour réduire le risque de prédation, il est supposé (22) que les chauves-souris qui le peuvent évitent les zones sans végétation et volent au plus près de la végétation pour limiter ce risque (cherchent refuge dans la végétation). Parmi les espèces de chiroptères qui fuient la lumière, celles appartenant aux genres *Plecotus* et *Myotis*, caractérisées notamment par un vol lent et donc plus vulnérables à la prédation en présence de lumière, volent essentiellement dans les lieux dans lesquels des caches sont présentes (lieux encombrés).

3.1.1.3 Effets de la pollution lumineuse sur les reptiles et amphibiens : (23)

L'impact de la pollution lumineuse sur les amphibiens est moins bien documenté que celui sur les chiroptères. Les effets relevés sont les suivants :

- Attraction et évitement : La lumière attire ou fait fuir la majorité des grenouilles ou crapauds, elle fait fuir les tortues marines et perturbe aussi les juvéniles ce qui peut entraîner leur surmortalité
- Effet barrière et des effets sur les déplacements notamment en période migratoire
- Désensibilisation : perturbe la vision et la distinction des proies ou autre
- Fragmentation de l'espace, des habitats (les amphibiens qui fuient la lumière évitent les zones éclairées)
- Dérèglement (jour/nuit) : des cycles biologiques, de la reproduction
- Exemple d'étude sur le Crapaud commun : Le Crapaud commun, qui pourtant a une forte tolérance écologique, voit son activité de reproduction diminuer par exposition croissante à la lumière : altération du comportement reproducteur. Les couples de crapauds dans lesquels le mâle est exposé à la lumière la nuit voient leur nombre d'œufs diminuer jusqu'à 25% (23) : la lumière artificielle affecte le « succès reproducteur » chez le Crapaud commun

Les effets sont détaillés chez les salamandres et amphibiens anoures :

Les Salamandres : Elles ont souvent une activité crépusculaire ou nocturne, la photopériode régule leur activité, la lumière déclenche souvent un phototactisme négatif (cet effet peut être positif sur les larves et négatif sur les adultes). La lumière artificielle (augmentation de l'intensité lumineuse, de la luminosité ambiante et de la durée d'éclairage) a à la fois des effets physiologiques et sur leurs comportements.

Amphibiens anoures (grenouilles, crapauds) : (24)

Les amphibiens anoures peuvent être attirés par la lumière artificielle, cependant celle-ci a des conséquences négatives comme l'augmentation de la mortalité sur les routes, la vulnérabilité aux prédateurs, la diminution de la reproduction (l'accouplement augmente la vulnérabilité des individus, certaines espèces ne choisissent plus leur partenaire lors de l'accouplement) voire son arrêt, les activités de chasse et d'alimentation, conditionnées par l'intensité lumineuse (faible ou forte selon les espèces), sont perturbées (compétition intraspécifique et interaction interspécifique).

Un exemple : En présence de lumière artificielle, les mâles Grenouille verte chantent moins et se déplacent plus fréquemment qu'en l'absence d'éclairage. Ces modifications du comportement influent sur la reproduction et la dynamique de population du groupe d'individus. L'augmentation de l'intensité lumineuse est aussi responsable d'une diminution des capacités visuelles. (21)

L'éclairage continu influe sur les niveaux d'hormones, la croissance, le métabolisme, l'activité et la recherche de nourriture. Ces études démontrent que la lumière nocturne affecte la biologie comportementale et physiologie de base d'une grande variété d'amphibiens ; cependant peu d'études sur le sujet ont été réalisées et publiées.

3.1.1.4 Effets de la pollution lumineuse sur les oiseaux : (25), (21)

Les oiseaux regroupent des espèces avec des habitats, des modes de vie différents, ce groupe est moins documenté que celui des chiroptères. Les effets globalement observés chez les oiseaux sont regroupés ci-dessous :

- Effets sur le comportement et l'activité des oiseaux (chant, chasse...) : « allongement de la période d'activité chez le Merle noir » en milieu éclairé par la lumière artificielle.
- Effets sur la reproduction (et sur les juvéniles) : désorientation, perturbation de la reproduction, retard de croissance... c'est le cas chez la Mésange charbonnière dont les oisillons peuvent souffrir d'un retard de croissance, l'éclairement peut aussi perturber la reproduction chez le merle noir. Lors de la nidification la lumière peut aussi avoir un effet répulsif sur les oiseaux (c'est le cas des Barges à queue noire en Hollande pour lesquelles cet effet est senti à plus de **300 m** de la source)
- Effets sur les oiseaux migrateurs : Les halos lumineux formés par la pollution lumineuse dans le ciel (et pouvant être visibles jusqu'à **1 km**) entraînent une diminution de la visibilité, des risques de collision, désorientation (ils sont sensibles à la pollution lumineuse émise vers le ciel et la lumière peut les influencer par exemple en modifiant leur trajectoire jusqu'à **1 km**), prédation, et un décalage des périodes de migration.

3.1.1.5 Effets de la pollution lumineuse sur les mammifères terrestres (moins documenté) (25), (21)

La pollution lumineuse peut avoir sur les mammifères les conséquences suivantes :

- Attraction (attraction du sanglier) et évitement (évitement de la lumière chez le chevreuil par exemple)
- Modifications de comportement : de chasse (et alimentation)
- Effets sur la production de mélatonine (notamment pour les lumières émettant dans le bleu), hormone du sommeil : l'éclairage la nuit prolonge la durée du jour et peut entraîner (comme chez l'homme) des modifications du rythme circadien donc des troubles du sommeil.

3.1.1.6 Effets de la pollution lumineuse sur les poissons : (25), (21)

Ce groupe n'est que peu voire pas présent sur les sites Suez R&V France.

- Croissance
- Reproduction
- Sédation, gites... : la lumière perturbe les migrations de poissons (attraction et augmentation de la prédation du saumon par exemple)
- Rapport proies/prédateurs : la lumière, en attirant certains poissons, les rend vulnérables à la prédation (saumon par le phoque veau-marin)
- Attraction et évitement : les jeunes anguilles fuient la lumière

- Impact indirect : modification des communautés d'invertébrés (les planaires sont sensibles aux variations d'intensité lumineuse et recherchent l'ombre)

3.1.1.7 Effets de la pollution lumineuse sur la flore :

Les impacts sur la flore peuvent être directs ou indirects :

- Impacts directs : débourrement – une avance de 7,5 jours a été observée chez les arbres éclairés à la lumière artificielle.
- Impacts indirects : pollinisation - Le Centre d'écologie et des sciences de la conservation à travers ses travaux a montré l'influence de la pollution lumineuse sur la pollinisation. Ils ont éclairé une prairie durant 24h en continu et ont constaté une « diminution de 62 % des visites de pollinisateurs nocturnes et une réduction de 13 % de la production de fruits du Cirse maraîcher ». (21), (25)

3.1.2 Sobriété énergétique : économie d'énergie

A ces enjeux s'ajoutent le coût de l'éclairage et les gains induits par la réduction de la durée d'éclairage : la facture énergétique pour l'éclairage public en France est estimée entre 400 à 500 millions d'euros par an (26). Pour les communes, le coût de l'éclairage public est estimé à « 16% de la consommation énergétique totale des communes » et 41 % de la facture d'électricité (27). De plus, la consommation annuelle de l'éclairage public français est d'environ 7 TWh, émettant environ 670 millions de kilogrammes de CO2 par an. (28)

L'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses décrit des prescriptions techniques en matière d'éclairage qui figurent en *Annexe 1* (les valeurs seuils et périodes d'éclairage diffèrent selon l'environnement, agglomération ou non, selon la décision préfectorale ...). (29), (30).

Sont concernés par l'arrêté : les « installations d'éclairage extérieures destinées à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens et le confort des usagers sur l'espace public ou privé » (29), les installations d'éclairage destinées à la « mise en valeur du patrimoine et des parcs et jardins », les équipements sportifs, les bâtiments non résidentiels, les parkings ou parcs de stationnement, l'événementiel extérieur (installations temporaires d'éclairage) et les chantiers. Des prescriptions supplémentaires figurent pour les sites d'observation astronomique et les sites à enjeux pour la biodiversité.

La réglementation en France impose aussi des horaires d'éclairage des lieux et bâtiments publics comme privés, des enseignes, des parkings ... (30)

Dans le document un tableau reprend les horaires d'allumage et d'extinction pour les sources lumineuses, les valeurs limites (supérieures), des indicateurs permettant de caractériser la source de lumière et la contribution de l'éclairage d'un lieu à la pollution lumineuse ainsi que les dates d'entrée en vigueur des différents articles de l'arrêté et dispositions associées. (31), *Annexe 1*

La plupart des sites de Suez sont concernés par cette réglementation qui impose des mesures de réduction de la pollution lumineuse. Les sites sont généralement éclairés pour des questions de sécurité (y compris les risques incendie) et dans le cas des sites fonctionnant la nuit pour les déplacements des personnes présentes sur site.

3.1.3 Caractériser les installations d'éclairage et la pollution lumineuse : indicateurs de pollution lumineuse

Avant la mise en place de mesures de gestion pour limiter la pollution lumineuse, il est nécessaire de commencer par identifier la localisation du site (zone fortement éclairée déjà par l'éclairage public, corridor trame noire, trame verte et bleue, espaces protégés ...) et ses caractéristiques.

La Trame noire et, quand celle-ci n'existe pas sur la zone d'étude, la trame verte et bleue, permettent de localiser les réservoirs de biodiversité et corridors potentiels, sur le futur site ou à proximité, et ainsi adapter la gestion et l'exploitation du site aux espaces adjacents.

Ces deux trames sont étroitement liées, une trame noire ou sombre est en effet définie à partir d'une trame verte et bleue qui regroupe un réseau de réservoirs et corridors de biodiversité sur le territoire national dans le but de limiter la perte de biodiversité en créant des continuités écologiques. Sur le même principe, la trame noire a pour objectif la préservation de la biodiversité sensible à la lumière artificielle en créant des corridors et zones sombres. (32)

En fonction de cette localisation, des mesures plus ou moins strictes sont à mettre en place. Elles dépendent de l'activité du site et des impératifs de sécurité (extinction totale la nuit ou non).

3.1.3.1 Indicateurs des installations d'éclairage :

Quel que soit le site, **des indicateurs** peuvent être utilisés pour **caractériser** (espace, temps, usage...) **l'installation d'éclairage** : (18), (32) et (33) Un tableau regroupant les indicateurs, leurs unités et outils de mesure figure en Annexe 5

- **ULR** (Upward Light Ratio) = $F_{sup}/F_{luminaire}$ avec F le flux lumineux qui informe sur l'éclairage du ciel et environnement proche (lumière qui éclaire au-dessus de l'horizontale). Plus le pourcentage est proche de 0%, plus la valeur de l'ULR est proche de 0 et moins la lumière est diffusée vers le ciel.

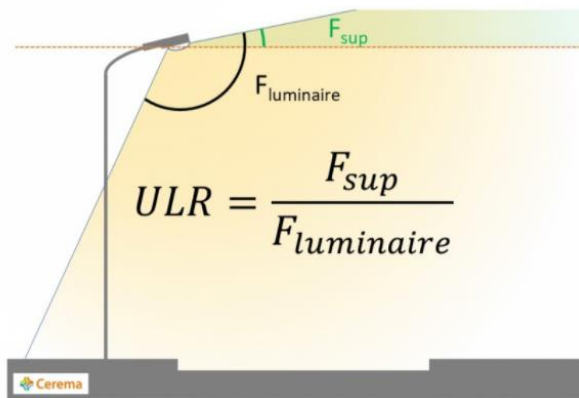


Figure 5 : formule de l'Upward Light Ratio - CEREMA

- **Code flux CIE n°3** = $\frac{F_{luminaire\ dans\ le\ c\one}}{F_{luminaire\ inf\erieur}}$ → Il renseigne sur la lumière qui n'est pas dans le cône (en violet) et éclaire donc une zone supplémentaire non utile. Pour une **installation un Code flux n°3 > 95%** signifie qu'au moins 95% de la lumière (en jaune) doit être dans le cône (en violet) défini dans le schéma ci-dessous, une valeur de code flux élevée correspond à un éclairage efficient.

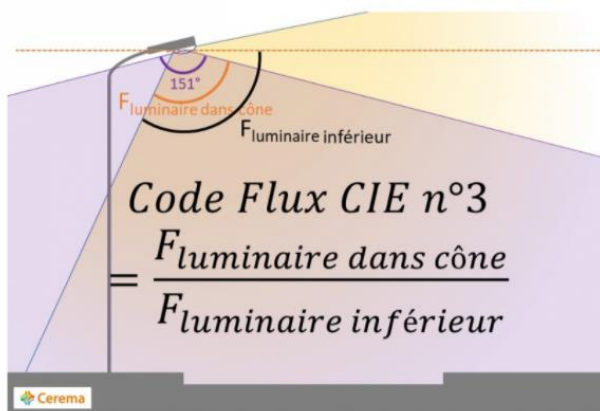


Figure 6 : formule du Code flux CIE n°3 - CEREMA

- **Température de couleur** : elle est liée à la **longueur d'onde** (plus précise que la température de couleur) de la lumière émise et son spectre. Elle caractérise le type de lumière utilisé. Une lumière chaude aura une température de couleur vers l'orange-rouge (entre 2200 et 2700 K) tandis qu'une lumière froide aura une température qui tend vers le bleu.

Les longueurs d'onde impactantes par groupe figurent dans le tableau ci-après. (34)

	Ultraviolet (<380nm)	Violet (380-450nm)	Bleu (450-500nm)	Vert (500-550nm)	Jaune (550-600nm)	Orange (600-650nm)	Rouge (650-750nm)	Infrarouge (>750nm)
Plantes	• CR (LA)	• CR (LA)	• CR (LA)	• CR (LA)			• CR (LA) • HCD (LA) • HCA (LA)	• CR (LA) • HCD (LA) • HCA (LA) • PP (LA)
Crustacés				• PH (LA)			• AC (IN) • PH (IN)	
Arachnides		• PH (LA)	• HCD (LA) • PH (LA)	• PH (LA)	• HCD (LA) • PH (LA)	• HCD (LA) • PH (LA)	• HCA (LA) • PH (LA)	
Insectes	• OR (LA) • PH (LA)		• OR (LA) • PH (LA)	• PH (LA)	• PH (IN, LA)		• PH (IN, LA)	
Amphibiens	• AC (LA)	• HCD (LA) • OR (LA) • PH (LA)	• HCD (LA) • OR (LA) • PH (LA)	• HCD (LA+) • OR (LA+) • PH (LA)	• OR (LA) • PH (LA)	• OR (LA) • PH (LA)	• PH (LA)	
Oiseaux	• RH (LA) • OR (LA)	• OR (LA)	• CR (LA) • HCA (LA) • PH (IN) • OR (IN, LA)	• CR (LA) • HCA (LA) • PH (IN) • OR (IN, LA)	• OR (LA)	• OR (LA)	• HCA (LA) • OR (IN, LA) • PH (IN)	• CR (LA)
Poissons			• CR (LA) • PH (LA) • RH (LA)	• CR (LA) • PH (LA)	• PH (LA)		• PH (IN, LA)	
Mammifères (hors chauves-souris)	• HCD (LA)	• HCD (LA)	• HCD (LA) • RH (LA)		• AC (IN) • HCD (LA) • PH (IN)	• AC (IN) • HCD (LA) • PH (IN)	• AC (IN) • HCD (LA)	• HCD (LA)
Chiroptères		• HCD (LA)	• HCD (LA)	• HCD (LA)	• HCD (LA)	• AC (IN)	• HCD (LA)	
Reptiles		• PH (LA)	• PH (LA)	• PH (LA)	• AC (IN)			

Tableau 1 : Impacts démontrés In-situ ou laboratoire par plage de longueur d'onde pour chaque groupe biologique d'après Musters *et al.* 2009

Légende :		
LA : Étude en laboratoire	AC : Activité	PH : Phototactisme
IN : Étude In-situ	CR : Croissance	OR : Orientation
	HCD : Horloge circadienne	RH : Régulation hormonale
	HCA : Horloge circannuelle	PP : Rapports proies/prédateurs

Figure 7 : Impacts de la pollution lumineuse en fonction de la longueur d'onde émise sur différents groupes biologiques - MNHN

➤ **Densité Surfaccique de Flux Lumineux Installé** : $DSFLI = \frac{F_{source1} + F_{source2}}{Surface \text{ à éclairer}}$

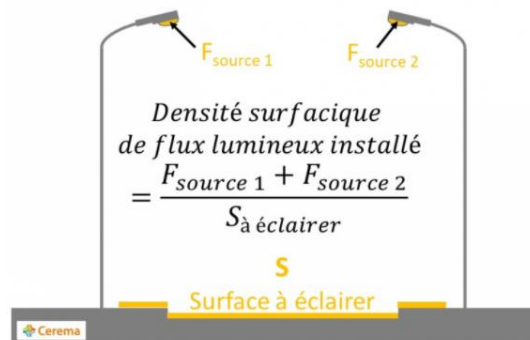


Figure 8 : formule du DSFLI - CEREMA

L'intensité lumineuse et le flux lumineux sont deux grandeurs qui influencent la quantité de lumière émise et donc l'éblouissement et la perturbation de l'activité de certaines espèces (et l'alternance jour nuit). Les LED (Light-Emitting Diode), utilisées majoritairement aujourd'hui, ont une intensité lumineuse forte qui provient d'une surface faible et ont donc une luminance forte.

Le temps et la période (durée et horaires) d'éclairage sur une journée sont aussi importants pour caractériser l'éclairage d'un site (les chiroptères et autres animaux concernés sont majoritairement actifs en début et fin de nuit).

3.1.4 Quelle méthode pour les sites de Suez ?

Deux méthodes, intégrative et déductive, permettent d'identifier les enjeux liés à la pollution lumineuse. Elles donnent des résultats différents et présentent toutes deux des avantages et inconvénients.

Tableau 1 : Comparaison des différentes méthodes proposées. Source : d'après Sordello, 2017 (35)

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

La première méthode d'identification des secteurs à enjeux ou points de conflits (points en commun entre les secteurs à enjeux et zones de pollution lumineuse) semble être celle qui convient le mieux au cas de Suez (sites isolés, éclairages privés...). Elle ne nécessite pas de Trame Verte et Bleue et fournit les informations nécessaires à la mise en place de mesures de gestion ou suppression de l'éclairage localement.

La seconde méthode est plus adaptée à une gestion intégrée et globale, prenant en compte la Trame Verte et Bleue déjà existante pour définir une trame noire. Elle permet l'identification de secteurs situés sur un itinéraire de continuité écologique et pouvant faire l'objet de campagne d'extinction (recréer un couloir noir par exemple). Cette méthode est plus difficilement applicable aux sites de Suez (disséminés sur tout le territoire). Cependant en présence de trame noire le site peut adapter ses mesures de gestion pour s'y intégrer. (35)

3.1.5 Mise en œuvre d'une démarche de réduction de la pollution lumineuse et recommandations associées

Après l'évaluation par les indicateurs de la pollution lumineuse sur les sites à enjeux et en fonction des résultats obtenus, des modifications de la gestion de l'éclairage et des dispositifs (dont certaines découlent des exigences de l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif aux nuisances lumineuses) peuvent être à réaliser. (36)

Tout d'abord, l'optimisation de la maintenance (en lien avec les usages) est nécessaire pour limiter les émissions de lumière. De plus, des schémas et un plan temporel de l'éclairage sont utiles pour déterminer les heures d'éclairages (allumage extinction), la puissance de l'éclairage, ... (37)

La composition de la lumière influe sur la biodiversité (elle a plus ou moins d'impact selon le type de lumière) : favoriser la lumière « artificielle » dans les tons chauds et donc des spectres plus étroits (et

longueurs d'onde plus faibles entre 575 et 605 nm correspondant à température de couleur entre 2200 K et 3000 K) permettrait de diminuer l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité (même si la sensibilité à la lumière dépend des espèces). (34), (38)

Les mesures suivantes **sont autant de mesures à mettre en place pour diminuer la pollution lumineuse** (les indicateurs décrits précédemment permettent de connaître les caractéristiques à privilégier). (37)

- Supprimer des lampadaires inutiles
- Eclairer uniquement la surface utile au sol (DSFLI < 25 lm/m² hors agglomération et code flux n°3>95%)
- Ne pas diffuser de lumière au-dessus de l'horizontale (ULR<1%)

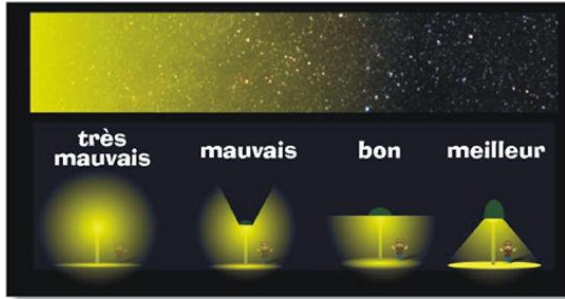


Figure 9 : type de dispositif d'éclairage et diffusion de lumière (39)

- Limiter la hauteur des mâts (favoriser des mâts bas pour des projets en conception)
- Limiter la quantité d'émissions de lumière (et favoriser les éclairages passifs)
- Ne pas éclairer les espaces naturels adjacents et les cours d'eau
- Laisser des espaces sombres entre lampadaires (pour le passage de la faune en ménageant un espacement d'au moins 50 mètres entre chaque dispositif d'éclairage)

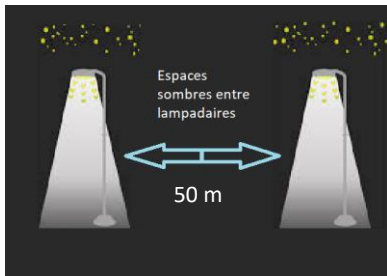


Figure 10 : intervalle entre lampadaires et couloir sombre

- Adapter les périodes d'éclairage et les caractéristiques des luminaires en fonction des espèces présentes sur site. (Cf. figure 7 et Annexe 6)
- La température de couleur à privilégier est celle de faible longueur d'onde (qui tend vers le rouge et non pas vers le bleu/blanc soit une température inférieure à 3000 K voire inférieure 2400 K) qui perturbe moins l'activité nocturne de la biodiversité. Annexe 6
- Adapter le type de LED pour limiter la pollution lumineuse : choix des sources lumineuses (40)

Distribution spectrale des sources : lampes, modules LED		Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) en lumens/m ²	
Température de Couleur (CCT)		Flux lumineux total des sources (lampes, modules LED) rapporté à la surface destinée à être éclairée	
Faible pollution lumineuse		Faible pollution lumineuse	
≤ 1800 K (LED Arrière, Sodium BP)	A	≤ 5	A
≤ 2000 K (Sodium HP)	B	≤ 7	B
≤ 2200 K (Sodium HP, LED)	C	≤ 10	C
≤ 2400 K (LED)	D	≤ 13	D
≤ 2700 K (LED)	E	≤ 18	E
≤ 3000 K (LED)	F	≤ 25	F
> 3000 K (LED)	G	> 25	G
Forte pollution lumineuse		Forte pollution lumineuse	

Figure 11 : Etiquettes Environnementales (pollution lumineuse)

- Adapter le revêtement au sol : types de surfaces et impacts sur la pollution lumineuse (37). Les surfaces peuvent aussi influencer sur la lumière réfléchie, certains revêtements sont donc à privilégier.

Tableau 2 : Avantages et inconvénients de différents types de revêtements (pollution lumineuse) (37)

Type de revêtement	Coefficient de réflexion	Caractère naturel et perméabilité	Classement
Revêtements bitumineux noirs	Très faible	Nul	--
Revêtements minéraux clairs : ciment, pierre, résines	Très élevé	Nul	---
Revêtements sablés clairs stabilisés	Très élevé	Moyenne	--
Terre	Faible	Bon	++
Végétalisé (herbe, pelouse)	Faible	Élevé	+++

Il convient de privilégier terre et espaces végétalisés, qui ont un coefficient de réflexion faible et jouent aussi un rôle d'îlot de fraîcheur. Au contraire les revêtements noirs (bitume) ont un coefficient de réflexion très faible mais pas de caractère naturel ni perméabilité et contribuent aux îlots de chaleurs urbains.

Les valeurs données des indicateurs utilisés sont des limites citées dans l'arrêté relatif aux nuisances lumineuses (Annexe 1) et donc représentent le minimum à respecter. Des valeurs ULR de 0%, de température de couleur de 2400 K sont moins impactantes pour la biodiversité que celle préconisées par l'arrêté.

Il est donc, dans un premier temps, primordial de bien choisir sa source lumineuse (adaptée à l'usage) de sorte à privilégier des températures de couleurs de longueur d'onde plutôt faibles (entre 550 et 650 nm), de n'éclairer que la zone souhaitée et la surface utile en diminuant la diffusion de l'éclairage.

Economie d'énergie et réduction des coûts :

Cette gestion de l'éclairage nocturne permet non seulement de limiter la pollution lumineuse mais aussi de réaliser des économies d'énergie. En réduisant la durée d'éclairage (extinction de l'éclairage la nuit) au strict nécessaire, la facture d'électricité des communes liée à l'éclairage peut être réduite de 25% à 75%. (41)

Réduire le coût énergétique de l'éclairage public qui représente 41% de la consommation électrique des communes permet de réduire les dépenses énergétiques et les émissions de CO2 associées (670 000 tonnes de CO2 par an). (27)

Un exemple : Depuis fin 2018, la ville de Schiltigheim diminue l'éclairage nocturne. Actuellement, l'extinction d'un lampadaire sur deux entre 23 heures et 6 heures lui permet de réduire de 30% le coût lié à l'éclairage public soit d'économiser environ 80 000 € par an (estimation) sur un budget pour l'éclairage public de 319 000 € par an. (42), (43)

L'ensemble de la bibliographie sur la pollution lumineuse permettra dans un premier temps l'identification de site à enjeux pour la pollution lumineuse et d'évaluer les points d'amélioration dans la gestion de l'éclairage des sites Suez R&V France.

3.2 Artificialisation des sols

Le changement d'usage des terres est actuellement un des facteurs les plus importants de perte de biodiversité dans le monde devant la surexploitation, les espèces exotiques envahissantes, le changement climatique et la pollution (d'après le rapport de World Wide Fund for Nature : *Living Planet - report 2020*). Ce changement est responsable en moyenne de la diminution et de la disparition de 50% des populations d'espèces dans le monde avec cependant des inégalités géographiques.

Il est estimé que la richesse des espèces (nombre d'espèces présentes dans un écosystème, dans un milieu), entre habitats dégradés par l'homme et habitats intacts, a diminué de 13,6% en moyenne (mondiale).

Ces modifications, dont fait partie l'artificialisation des sols, sont des enjeux majeurs de la préservation de la biodiversité et la mise en œuvre de mesures pour limiter leurs impacts sont indispensables.

Il est possible d'identifier plusieurs variations de la définition d'artificialisation, deux définitions se distinguent en fonction du domaine d'étude : écologie ou aménagement urbain. L'artificialisation est étroitement liée à la fragmentation de l'espace naturel, au déséquilibre engendré par le changement d'usage des terres et les effets en cascade associés.

Selon le **MTE** (Ministère de la Transition Ecologique) : « Ce phénomène consiste à transformer un sol naturel, agricole ou forestier, par des opérations d'aménagement pouvant entraîner une imperméabilisation partielle ou totale (des sols), afin de les affecter notamment à des fonctions urbaines ou de transport (habitat, activités, commerces, infrastructures, équipements publics...). » (44) L'artificialisation d'espaces agricoles et forestiers en France est estimée entre 20 000 et 30 000 ha /an (données issues de fichiers fonciers ou de Corine Land Cover : « inventaire biophysique de l'occupation des sols »). (45)

Une nouvelle définition de sol artificialisé est donnée par le projet de loi Climat et résilience (Loi en faveur de l'écologie et contre le dérèglement climatique issue de la convention citoyenne pour le climat et adoptée définitivement le 20 juillet 2021), la définition est la suivante (issue du projet de loi) : « un sol est regardé comme artificialisé si l'occupation ou l'usage qui en est fait affecte durablement tout ou partie de ses fonctions écologiques, en particulier ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques ainsi que son potentiel agronomique ». Dans le projet de loi climat, « les surfaces de pleine terre ne sont pas considérées comme artificialisées » (des amendements déposés demandant la suppression de cette notion de pleine terre et ont été adoptés). (46)

Ainsi, l'artificialisation est définie comme la transformation d'espaces naturels, agricoles et forestiers en espace artificiel. Les différentes définitions existantes, bien qu'assez semblables, laissent des doutes sur le caractère artificiel de certains espaces, *quels espaces anthropisés sont considérés comme artificialisés ?*

Les espaces artificialisés ne sont pas classés selon un degré d'artificialisation ou autre indicateur qui distinguerait les sols imperméables et perméables, végétalisés ou non ... Il existe donc pour certains espaces une ambiguïté sur leur artificialisation. Des tableaux avec un classement des terres considérées comme artificialisées ou non (notamment pour celles avec ambiguïté) ont été réalisés par le CEREMA *Annexe 7* (47) et par le Commissariat général au développement durable (48). Ils répondent à cette question pour avoir un référentiel commun.

3.2.1 Chiffres sur l'artificialisation en France, quels sont les facteurs de l'artificialisation ?

Artificialisation des sols en France : (49)

Depuis les années 1990, l'artificialisation en France augmente plus vite que la population : ce graphique souligne la diminution des surfaces des terres agricoles au profit des sols artificialisés mais il n'indique pas l'ensemble des changements d'usage du sol et ne différencie pas les catégories d'espaces artificiels.

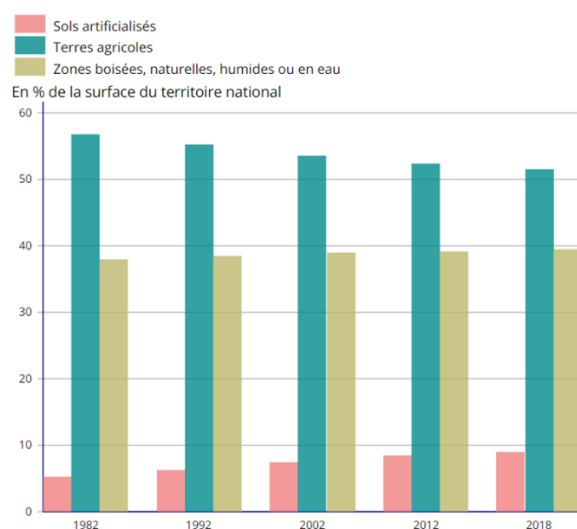
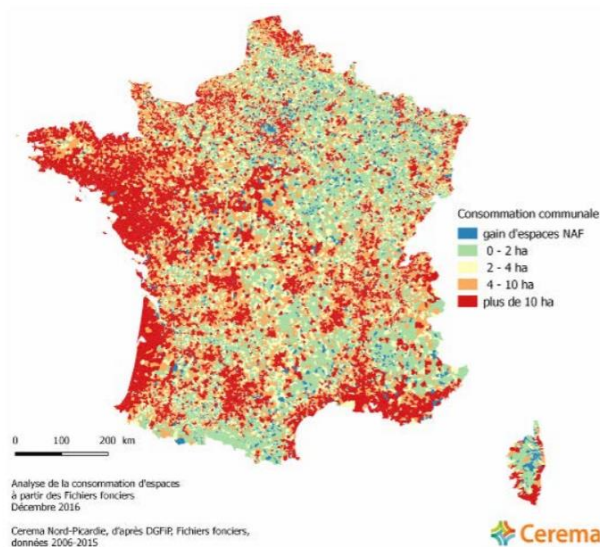


Figure 12 : Evolution d'affectation des sols entre 1982 et 2018 en France (49)

En France, l'artificialisation des sols est très hétérogène *figure 13*, essentiellement au niveau des métropoles et du littoral (en rouge sur la carte). D'autres communes (plus rares : entre 1800 et 4800 ha/an) gagnent au contraire des espaces agricoles et forestiers sur l'artificialisation (en bleu).



Source : CEREMA, 2016

Figure 13 : Consommation communale d'après des fichiers fonciers des espaces Naturels, Agricoles et Forestiers (données de la DGFip, carte du CEREMA 2016) (47) (50)

Tableau 3 : Proportion de sols artificialisés entre 1982 et 2018 d'après des enquêtes de Teruti et Teruti-Lucas (49)

	1982	2002	2018	2018 (en ha)
Sols artificialisés	5%	7%	9%	4 959 000
Terres agricoles	57%	54%	52%	28 294 000
Zones boisées, naturelles, humides ou en eau	38%	39%	39%	21 666 000
Territoire national	100%	100%	100%	54 919 000

Ces données sont issues d'enquêtes de Teruti (données de 1982 et 2002) et Teruti-Lucas (données de 2018). Source : Agreste, enquêtes Teruti 1981-1990, Teruti 1992-2003 et Teruti-Lucas 2006-2015 raccordées sur la moyenne 2017-2018-2019 de la nouvelle enquête Teruti. Les valeurs en ha figurent en Annexe 8.

Ces valeurs illustrent l'artificialisation des sols notamment agricoles de 1982 à 2018. Une diminution des terres agricoles au profit des sols artificialisés est observée. Cependant ces données générales (à l'échelle

nationale) ne rendent pas compte du changement d'affectation des terres et de données plus locales (comme le graphique précédent).

L'artificialisation en France s'explique essentiellement par l'habitat (à environ 42%), par les infrastructures de transport (à environ 28%), par les infrastructures de services et de loisirs (à 16,2%) et par le foncier industriel et agroforestier (à 13,7%). (50)

PART DES DIFFÉRENTS USAGES DU SOL DANS L'ARTIFICIALISATION

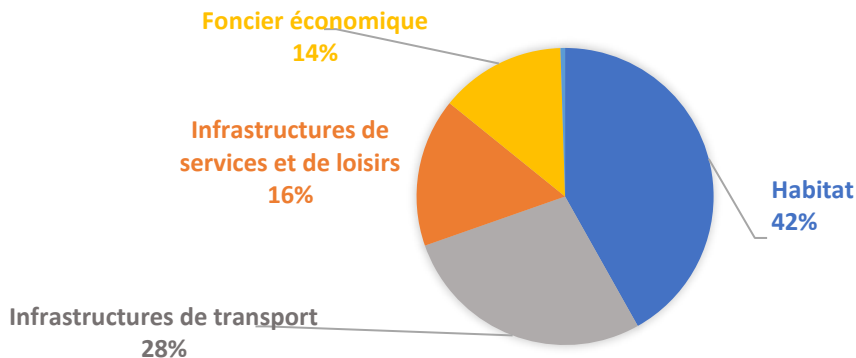


Figure 14 : Usages du sol et participation à l'artificialisation à partir de données d'enquête Terruti-Lucas de 2014

Les données sont issues du rapport de France Stratégie (cf. Annexe 9), et proviennent d'une enquête de Teruti-Lucas de 2014 (échantillon de plus de 300 000 points). (49)

Les acteurs, causes et impacts de l'artificialisation des sols notamment par l'étalement urbain et le mitage sont décrits dans la suite du document.

3.2.2 Différents acteurs sont responsables de l'artificialisation

Des acteurs, publics comme privés, sont responsables de l'augmentation des territoires artificialisés en France. Ils ont donc un rôle majeur pour limiter l'artificialisation.

- L'Etat : à travers la réglementation de l'urbanisme et de l'aménagement, des DTADD (Directives Territoriales d'Aménagement et de Développement Durable)
- Les collectivités territoriales : à travers les SRADDET (conseils régionaux), SCOT (communautés de communes ou d'agglomérations), PLU (bloc communal), les initiatives volontaires, Zones d'Aménagement à construire (ZAC sous initiative de l'Etat, d'une collectivité territoriale, d'EPCI)
- Les acteurs privés : **Entreprises** (choix de localisation, d'aménagement ...) et ménages (à travers leurs comportements : modification de la structure des ménages, hausse du niveau de vie et augmentation de la surface habitable par personne, ...)

En France environ « 5 % des communes sont responsables de 39,7 % de la consommation d'espaces et 20% responsables de 81,7% de cette consommation » (47)

3.2.3 Principaux éléments qui expliquent l'augmentation de l'artificialisation des sols agricoles et forestiers

L'artificialisation des espaces NAF en France est accentuée par différents éléments sur lesquels il est possible d'agir pour la réduire. (51) et (52)

- Le prix du foncier en France : les terres agricoles et forestières coûtent en moyenne 6000 € à l'hectare contre 10 000 à 20 000 € dans d'autres pays d'Europe (Italie, Allemagne, Angleterre). Il est plus rentable d'acheter et artificialiser ces terres plutôt que d'acquérir et reconverter des terrains déjà artificialisés.

- La sous exploitation du foncier bâti impacte aussi l'étalement urbain :
 - Logements vacants liés à l'inadéquation entre l'offre en logements et la demande (logement pour moins de personnes) en lien avec la modification de la structure des ménages
En 2015, il y avait environ 2,8 millions de logements vacants en France (8% du parc de logement).
 - La densité en logements (par exemple : augmentation de la hauteur du bâti, réduction de la surface habitable au sol, adapter l'offre en logement à la demande).

3.2.4 Quelles sont les conséquences de l'artificialisation des sols et sa limitation ?

L'artificialisation et le changement d'usage des sols impliquent différents secteurs : (47)

- L'habitat : l'habitat est l'usage du sol générant majoritairement l'artificialisation (à plus de 40%). La volonté de réduire l'artificialisation impliquera inévitablement le secteur de l'habitat et les modes de consommation de l'espace urbain.
- Les infrastructures de transport : l'augmentation de l'artificialisation liée à l'habitat induit une augmentation des infrastructures notamment de transport et réseaux avec une augmentation des déplacements entre les centres urbains et la périphérie voire les villes et villages à proximité et de tous les avantages et contraintes associés (en termes de pollution, effets sur l'environnement).
- L'économie : l'artificialisation impacte les secteurs en lien avec l'économie (l'habitat, l'agriculture, ...) ; par ailleurs pour limiter l'artificialisation il est à la fois nécessaire de changer et réinventer l'aménagement urbain (densification, recyclage urbain, ajout d'étages, ...) ce qui peut impliquer d'investir dans l'innovation. De plus, la renaturation d'espaces pour compenser l'artificialisation résiduelle est coûteuse. Enfin, des mesures précisées dans les documents d'aménagement (SRADDET, SCOT, PLU), les réglementations en vigueur ainsi que les taxes pourront obliger les aménageurs à changer et s'adapter à ces préconisations pouvant engendrer des coûts supplémentaires ou inversement être favorisés par des aides (lorsque l'artificialisation n'a pas lieu ou pour désartificialiser ou réaffecter du foncier déjà artificialisé). (49)
- L'artificialisation et particulièrement l'imperméabilisation a des effets négatifs sur la gestion de l'eau. Elle entraîne la modification des processus hydrologiques, du cycle de l'eau et une dégradation des fonctions écologiques : une infiltration très réduite voire inexistante, du ruissellement sur les surfaces imperméables avec comme conséquences une augmentation du risque inondations, une pollution accrue (ruissellement jusqu'aux cours d'eau, plus de phyto-épuration, ...). Elle impacte aussi la gestion des réseaux d'eau (eaux pluviales, risque de saturation du réseau en unitaire ...) et induit des coûts de gestion supplémentaires. (53)
- L'artificialisation influence aussi le changement climatique puisqu'elle conduit à l'altération des fonctions comme le stockage de carbone dans le sol (pollution de l'air diminution du stockage de CO2 dans le sol, dégradation des zones humides puits de carbone, ...), une baisse de la production de biomasse et plus localement, un effet d'îlot de chaleur (notamment en milieu urbain) qui ont aussi des impacts sur la santé.
- L'artificialisation détériore les sols (qualité physico-chimique, biologique)
 - Elle change les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des sols (détériorés) : (54) Les sols artificiels ont généralement une forte variabilité spatiale, une faible capacité d'infiltration et de rétention en eau (notamment les sols imperméabilisés), des taux de compaction élevés et une quantité importante d'éléments grossiers (pierrosité), des pH élevés (sols urbains et infrastructures linéaires de transport) ou acides (mines, sols industriels), des concentrations élevées en métaux lourds et HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) ainsi qu'en polluants émergents et pesticides.

- Elle impacte les organismes et la biodiversité du sous-sol :
Les microorganismes, les méso et micro-invertébrés et la macrofaune du sol sont victimes de la pollution des sols notamment par l'industrie, l'extraction minière et l'urbanisation (polluants : métaux lourds, HAP) qui diminue leur abondance, la production de biomasse et leur activité. Les jardins, bassins d'infiltration (et d'autres techniques alternatives de gestion des Eaux Pluviales), toitures végétalisées sont cependant propices au développement et maintien de certaines espèces (généralistes parmi les invertébrés et la macrofaune du sol en général) en milieu urbain.
- L'artificialisation impacte la biodiversité, l'agriculture (production agro-alimentaire) et le paysage puisque espaces naturels, forestiers et agricoles sont convertis en espaces artificiels et bâtis. (54)
 - Biodiversité : la fragmentation favorise notamment les espèces généralistes à forte capacité de dispersion et plus compétitives en milieu urbain - au détriment des espèces spécialistes, de celles à plus faible capacité de dispersion ou des espèces forestières (affectées notamment par la fragmentation des milieux) - et conduit à une érosion et diminution de la biodiversité.
L'artificialisation impacte aussi les espèces végétales (support de biodiversité des trames vertes), elle peut favoriser l'homogénéisation floristique et des communautés associées (et espèces inféodées), la propagation d'espèces végétales exotiques envahissantes, la diminution de la diversité génétique, l'isolement des habitats, la sélection d'espèces généralistes, ainsi qu'une modification et une perturbation des interactions biotiques.
 - Agriculture : en agriculture, la diminution des espaces agricoles entraîne une diminution de la production de biomasse (entraînant une diminution de la production alimentaire) et des espèces associées aux milieux ouverts. L'érosion des sols, leur compactage, l'appauvrissement (en carbone, en biodiversité ...) et la contamination des sols affectent aussi les productions agricoles et diminuent le rendement annuel des terres agricoles.
 - Paysage : le changement d'affectation des terres : espaces NAF (Naturel, Agricole, Forestier) devenus terres artificielles et la fragmentation des milieux modifient le paysage et l'aménagement du territoire.
- L'artificialisation a aussi des impacts sociaux, elle engendre une fracture sociale (différence entre centre-ville et périphérie) et des inégalités d'accès aux services, d'habitats et milieux de vie ...
- Elle entraîne d'autres effets indirects tels que la pollution des sols (diffuse et/ou concentrée), la pollution lumineuse (l'artificialisation augmente le nombre d'installations d'éclairage donc le nombre de points lumineux et les impacts potentiels de la pollution lumineuse sur la biodiversité) et la pollution sonore (comme à proximité des infrastructures de transport), des impacts sur les services écosystémiques qui peuvent par exemple altérer la dégradation et la rétention des polluants par les espaces naturels et les sols.

3.2.5 Impact des activités de Suez sur l'artificialisation des sols

Suez est un propriétaire foncier et doit tenir compte des documents d'urbanisme.

Pour ses activités, notamment le stockage de déchets (ISD), Suez artificialise des espaces généralement agricoles ou forestiers, assez loin des zones urbaines, détruit des habitats naturels et impacte les espèces inféodées à ces habitats. De plus, les activités de Suez étant d'intérêt général, la commune peut être partie prenante dans le choix du site qui influe sur ces impacts.

En effet, les impacts sur la biodiversité diffèrent selon la surface artificialisée : les conséquences sur une surface cultivée intensivement ne sont pas les mêmes que sur une zone humide boisée. Certaines zones peuvent donc être à privilégier au regard de leurs impacts sur la biodiversité et des contraintes imposées par le type de site et la commune.

Si ces sites contribuent à une artificialisation importante, les ISD sont les sites ayant la plus forte emprise foncière, ce sont aussi des sites avec de fortes potentialités écologiques. Ces sites sont généralement plus végétalisés que d'autres sites Suez R&V France et après leur fermeture les casiers sont revégétalisés. De nombreuses ISD ont aussi fait l'objet de suivis d'espèces, d'IQE ... renseignant sur la biodiversité présente sur site.

Exemple : l'ISDND de Satolas et Bonce a une superficie de plus de 70 ha correspondant à une emprise foncière conséquente et des terrains artificialisés malgré la revégétalisation des casiers post-exploitation. Cela souligne non seulement l'importance de la gestion du foncier (quand de telles surfaces sont concernées) ainsi que la nécessité de renaturer après l'exploitation de l'installation.



Figure 15: Casiers végétalisés de l'ISDND de Satolas (69) mars 2021

Un ancien site (Installation de stockage de déchets non dangereux par exemple) revégétalisé est-il considéré comme non artificialisé ? à partir de quand ?

Un site fermé et végétalisé peut être considéré comme non artificialisé si les fonctions écologiques des sols et les services écosystémiques associés sont de nouveau assurés selon le projet de loi Climat. Cependant si une partie des fonctions écologiques des sols (couverture végétale et hydrologie) est de nouveau réalisée, les impacts de l'artificialisation peuvent persister après la fermeture du site (perturbation de la dynamique des populations) plusieurs années ou décennies après la fin de l'exploitation des sites notamment les impacts sur la faune (micro, méso et macro-faune) (54).

Il est aussi à noter que les communautés post-renaturation sont souvent différentes de celles initialement présentes sur le site (faune du sol).

En amont de la mise en place de mesures limitant l'artificialisation, des indicateurs et cartographies permettent de l'estimer ou de l'identifier.

3.2.6 Indicateurs : quantifier l'artificialisation

Pour estimer les effets de l'artificialisation sur un sol, il est nécessaire de connaître la qualité des sols agricoles et forestiers en amont de leur artificialisation. Ces estimations sont aussi utiles en cas de renaturation puisque l'état initial et la nature du sol sont identifiés. Peu d'études estiment cependant la perte de qualité des sols après artificialisation. Un classement par type de sols et fonctions remplies par ces sols, ainsi que l'inventaire des pressions exercées mais aussi des fonctions et des services rendus par les sols naturels, agricoles et forestiers permettraient d'identifier des axes de restauration, de privilégier certains types de sols par usage ... **Indicateurs : diversité ; abondance et biomasse du sol**

3.2.6.1 Différents outils pour quantifier l'artificialisation :

(49), (51), (55)

Parmi les différents outils utilisés pour quantifier l'artificialisation, des cartes d'occupation du sol sont réalisées, permettant d'obtenir des taux d'artificialisation et de connaître les changements d'affectation des terres à l'échelle du territoire français.

- **CORINE Land Cover** : CLC fonctionne à partir d'images de télédétection LANDSAT et offre un découpage du territoire en polygones de plus de 25 ha (CLC fonctionne avec des seuils qui définissent les surfaces comptées dans une catégorie d'occupation du sol). Les polygones sont classés en fonction du type d'occupation biophysique du sol (nomenclature de 44 classes). Corine Land Cover peut

permettre d'identifier l'artificialisation de grandes surfaces comme les ISDND par exemple mais ne tiendra pas compte des surfaces inférieures à 25 ha ; il faudra alors se tourner vers Teruti-Lucas ou des fichiers fonciers. CLC offre cependant une bonne représentation géographique de l'occupation du sol à plus grandes échelles. (45)

Les données d'**occupation du sol THEIA** représentent aussi l'occupation du sol à partir d'images satellitaires avec une nomenclature entre 17 et 23 classes, une actualisation annuelle et une résolution de 10 à 20 mètres, soit à une échelle spatio-temporelle plus précise. (56)

- **Teruti-Lucas** : les données sont issues d'enquêtes de terrain (annuelles) en métropole et de statistiques à partir de ces données avec 300 000 placettes d'observation géolocalisées. L'enquête de Terruti-Lucas permet notamment la production d'un indicateur d'artificialisation. (55)
Les deux méthodes ci-dessus sont très différentes mais complémentaires.
- **Fichiers fonciers** : il s'agit d'un cadastre fiscal couvrant le territoire national, l'évolution annuelle des espaces naturels, agricoles et artificiels entre 2006 et 2015 (CEREMA). Le calcul de l'artificialisation s'effectue généralement à partir des fichiers fonciers (base de données « MAJIC ») puisqu'une grille existe pour savoir si un type d'espace est considéré comme artificialisé ou non (en raison de l'ambiguïté que présente la définition d'un sol artificialisé). Cependant les fichiers fonciers ne tiennent pas compte des parties du territoire qui appartiennent au domaine public comme les routes puisqu'elles ne sont pas cadastrées et font donc l'objet d'estimations (incertitudes).
- **Marché foncier des SAFER** : informe sur les mutations des terres agricoles.

Quel que soit l'outil utilisé pour estimer l'artificialisation, l'augmentation des espaces artificialisés est constatée (60000 ha/an pour Terruti-Lucas entre 2006 et 2014, 23000 ha/an à partir des fichiers fonciers et 16000 ha/an pour CLC entre 2006 et 2012).

3.2.6.2 Les limites des outils de mesure :

CLC ne prend pas en compte les surfaces artificialisées inférieures à 25 ha et ne met donc pas en évidence le phénomène de mitage ; les pourcentages d'artificialisation (surface artificialisée du territoire métropolitain) calculés à partir de CLC 2012 et Teruti-Lucas divergent (essentiellement dans les zones moins artificialisées) : « 5,6 % selon CORINE Land Cover 2012, outil européen de mesure par télédétection, et 9,3 % selon Teruti-Lucas 2014 » (54)

Les fichiers fonciers ne tiennent pas compte des surfaces non cadastrées et les valeurs d'artificialisation extrapolées pour ces surfaces présentent donc des incertitudes.

Tableau récapitulatif par type de fichiers disponibles pour estimer l'occupation/usage du sol

Tableau 4 : récapitulatif des données d'occupation du sol disponibles : utilisation et limites

Sources de données :	Corine Cover	Land	Terruti Lucas	Fichiers fonciers	OSO THEIA	Corine biotope/EUNIS
Types de fichiers :	Données sur l'artificialisation des sols NAF Représentation géographique (télédétection)		Données sur l'artificialisation des sols, enquêtes, statistiques	Données sur l'artificialisation des sols cadastrés	Données sur l'occupation du sol – Carte d'occupation du sol	Données sur les types d'habitats (différentes typologies : forêts, tourbières, terres agricoles et artificielles ...)
Utilisation première	Représentation géographique		Calcul d'un taux d'artificialisation	Calcul d'un taux d'artificialisation	Représentation géographique	Représentation des différents types d'habitats. « Outil pour la description de sites d'importance pour la conservation de la nature en Europe »

Limites	Ne prend en compte que S > 25 ha et augmentation de plus de 5 ha (45)	300 000 placettes géolocalisées, limites de l'échantillonnage et subjectivité de la personne qui le réalise (55)	Pas de données sur les parcelles non cadastrées (routes ... fortement artificialisées) obtenues par extrapolation (incertitudes), mises à jour moins fréquentes (57)	L'ensemble des classes d'occupation du sol est incomplet ou peu détaillé et des confusions entre classes existent (stabilité des données) (56)	Description des habitats aujourd'hui souvent menacés (naturels, semi-naturels ...) et moins de ceux artificialisés. Pas de carte déjà existante à l'échelle du territoire national. <i>A utiliser sur le sujet de l'artificialisation pour la définition des sites prioritaires en compléments d'un autre outil. (58)</i>
----------------	-----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Variations aussi liées à la nomenclature *Annexe 10* tableau détaillé

D'autres indicateurs permettent d'évaluer l'artificialisation des sols :

- ➔ Estimer la surface construite commencée totale (SCtot) moyenne entre 2007 et 2015 est possible par régression en log-linéaire. Le modèle a été développé par le CGDD (Commissariat Général au Développement Durable). Il tient compte de : la démographie, la géographie et l'aménagement du territoire, l'activité économique, l'accessibilité et la mobilité. (49)
- ➔ Estimer la consommation ENAF est possible avec la formule ci-dessous : (1)

$$C = \frac{S * (1 - R)}{D}$$

Où : C est la consommation d'espace, S la surface construite, R le renouvellement urbain, D la densité.

Aujourd'hui la consommation d'ENAF est estimée à environ 20 000 ha/an.

- ➔ L'efficacité de l'artificialisation correspond au rapport entre « le nombre de m² construits et le nombre de m² consommés. » (59)

Ces indicateurs ne seront pas utilisés pour estimer l'artificialisation de Suez R&V France puisque nécessiteraient le nombre de mètres carrés consommés par l'entreprise chaque année ; ces données ne sont pas aujourd'hui disponibles.

3.2.7 Comment limiter ces impacts avant l'artificialisation des sols ?

3.2.7.1 Comment éviter l'artificialisation ?

Des outils créés par la loi Elan (Loi pour l'évolution du logement, de l'aménagement et du numérique – 2018), les projets partenariaux d'aménagement (PPA) et les opérations de revitalisation de territoire (ORT), visent à densifier le bâti existant. (60)

La réglementation ZAN, Zéro Artificialisation Nette en 2050, est un objectif défini par le gouvernement pour limiter l'artificialisation et ses impacts négatifs (plan biodiversité 2018), augmenter l'efficacité d'artificialisation et compenser ses impacts résiduels (aujourd'hui la Loi Climat et Résilience est adoptée par le parlement mais non publiée, l'objectif ZAN figure dans le projet de loi) Pour respecter l'objectif « Zéro Artificialisation Nette », il sera nécessaire de diviser par quatre l'artificialisation en compensant l'artificialisation ne pouvant être évitée.

L'objectif ZAN tend à favoriser les mécanismes suivants :

- Le recyclage urbain : il a pour objectif la diminution de l'artificialisation. Il peut passer par la mise en place de « documents de planification du foncier existant et d'y adosser un règlement permettant une mutation multifonctionnelle du site et une densité adaptée au contexte local » pour gérer l'artificialisation (61). Le recyclage urbain vise donc à la réhabilitation d'installations abandonnées, qui ne sont plus utilisées en locaux pouvant avoir une autre vocation (réhabilitation de gares ou d'écoles en logements par exemple)

- Limiter l'emprise foncière des installations (étages ? Plus compacts ...) est aussi un moyen de limiter l'artificialisation. La construction de logements adaptés en superficie et donc en coût à la demande en logement (logement plus petit, nombre de personne par ménage diminue), diminue l'artificialisation et le nombre de logements inoccupés.
- Limiter les logements vacants (Plan national de lutte contre les logements vacants visant à réduire leur nombre en les localisant, les caractérisant et en facilitant la diffusion des outils de lutte – (62) ils font aussi l'objet de taxes)
- Construire dans des zones avec moins d'enjeux (anciennes friches industrielles, déjà imperméabilisées...), sur des espaces déjà artificialisés et avec moins d'impacts sur les espaces NAF.

Si l'artificialisation ne peut être évitée, des actions de compensation de cette artificialisation devront être mises en place.

3.2.7.2 *Leviers pour limiter les impacts de l'artificialisation*

Après l'identification de la zone à artificialiser, différentes mesures et techniques peuvent être mises en place pour réduire les impacts de l'artificialisation de ces sols :

- Des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales (noues, bassins, toitures végétalisées...).
- Dans le cas des sols construits : végétalisation des toitures, des places, des ronds-points imperméables et la gestion des sols environnants et des bâtiments.
- Pour les sols imperméabilisés mais non construits (revêtus ou stabilisés) : revêtements permettant l'infiltration d'eau, drainage (attention colmatage), fossés et noues (évapotranspiration).
- Pour les sols artificialisés non imperméabilisés : réversibilité plus élevée que celle des sols imperméables, végétaliser les sols pour limiter l'érosion des sols, le ruissellement et favoriser la biodiversité (support de biodiversité ordinaire en milieu urbain).
- Possible mise en place d'itinéraires de continuité écologique (notamment en milieu urbain) : corridors écologiques (TVB) : couloirs de végétation, ceintures vertes ... limitant les impacts de l'artificialisation des sols (63).
- Pour lutter contre les îlots de chaleur (urbains) Tableau : Exemples de mesures à mettre en place pour réduire le phénomène îlot de Chaleur (64).
- Pour limiter l'érosion des sols : végétaliser ou mettre en place des paillis de copeaux de bois (réduction jusqu'à 80% de l'érosion sur les chantiers si mise en place suffisamment tôt, souvent trop tardive et moins efficace).

Mettre des données à disposition (localisation des friches, aménagements possibles, ...) des collectivités et entreprises permet d'élargir les possibilités d'aménagement et de favoriser l'aménagement de sites déjà artificialisés.

3.2.8 *Comment limiter les impacts sur la biodiversité et le sol pendant et/ou après l'artificialisation ? Désartificialisation ?*

Renaturer un sol détruit :

La renaturation consiste à ramener un sol dans un état proche de celui ante-perturbation, retour à un bon état écologique des milieux ayant été soumis à l'artificialisation (perturbation anthropique).

Un sol est composé de plusieurs horizons (différentes couches superposées), caractérisés par leur profondeur, leur teneur en matière organique, leur teneur en eau, leur pH ... La formation des sols (pédogénèse) dépend des conditions climatiques, des matériaux constitutifs, du relief, de la végétation présente et du temps (quelques milliers à des dizaines de milliers d'années pour quelques dizaines de centimètres de sol). (65), (66)

Un sol détruit ne retrouvera pas, après renaturation, son état initial, il ne peut que s'en approcher.

La renaturation d'un sol artificialisé et bétonné passe par plusieurs étapes : (50)

- Une phase de déconstruction en présence de zones bétonnées et/ou une phase de désimperméabilisation
- Une phase de dépollution ou de remédiation dont les procédés sont décrits dans le tableau de synthèse issu du rapport « Zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ? » de France Stratégie (50)
- Une phase de construction d'anthrosols (construction de sols) en espaces urbains anciennement imperméabilisés

Quelques exemples par type d'usage du sol :

- Pour les sols appauvris non scellés : enrichissement du sol avec de la matière organique (compost) : construire un stock de carbone dans les sols artificialisés
- Pour les sols miniers, une remédiation est souvent nécessaire (sols à la structure peu cohérente et pauvres en nutriments ...)
- Pour les friches industrielles : pollutions des sols de différentes origines, il est donc nécessaire de dépolluer le sol en amont, le type de dépollution est choisi en fonction du type de polluant (génie végétal)

Dépollution des sols artificialisés :

Il existe différentes techniques et étapes de dépollution d'un sol présentant chacune des avantages techniques, financiers et en termes d'efficacité. Un tableau regroupant les différentes techniques de dépollution des sols ainsi que leurs avantages et inconvénients figure en *Annexe 11*. Elle comprend des techniques d'élimination de polluants par la chaleur, avec une intervention humaine et un coût important, l'atténuation naturelle sans intervention humaine (ou réduite) et les techniques de phytoremédiation faisant intervenir les végétaux dans le processus de dépollution. Les techniques de phytoremédiation sont nettement moins coûteuses que les techniques nécessitant une intervention humaine poussée mais les effets sont visibles à pas de temps long (des dizaines d'années après). (51)

Reconstruction de sols végétalisés (en ville par exemple)

A partir de mélanges terre végétale et pierres composés de différents horizons (quatre horizons sont différenciés)

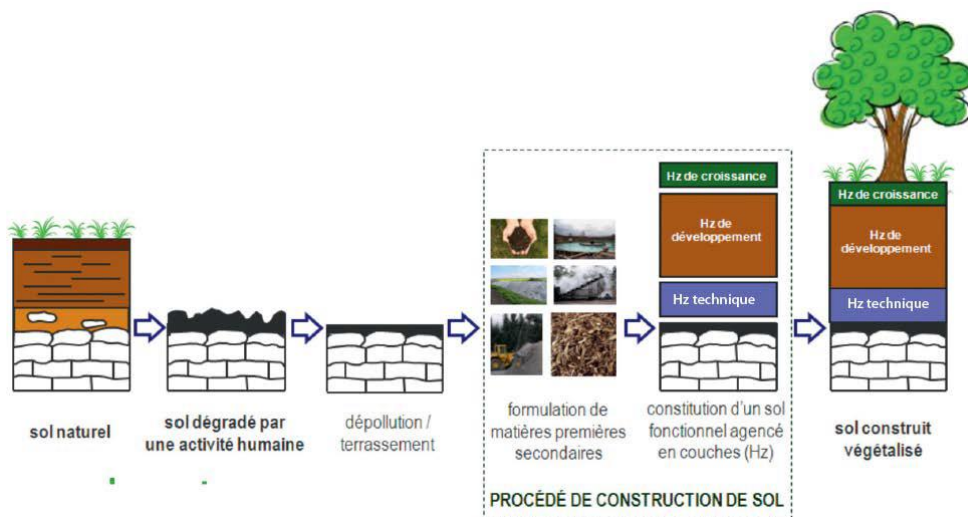


Figure 16 : Evolution d'un sol naturel vers artificialisé puis artificialisé végétalisé (50)

La renaturation n'a pas la même efficacité sur tous les sols qui se différencient par leur réversibilité ou non (potentiel de renaturation). Les sols fortement artificialisés : imperméabilisés (routes, habitation ...) sont plus difficilement réversibles et le coût de tels travaux est élevé *tableau 5*. Parmi les sols artificiels considérés comme facilement « renaturables » on compte les sols artificialisés mais non imperméables (Les ISDND peuvent en faire partie)

Le coût de la renaturation (déconstruction non comprise) d'un sol artificialisé varie en moyenne entre 100 et 400 €/m². La renaturation est efficace à condition que le sol ne soit pas trop dégradé (sinon elle est peu efficace et très coûteuse). En comparaison, le prix moyen d'un terrain constructible est de 130 €/m² (De 10 euros/m² dans certaines communes rurales à 610 euros/m² en Ile de France). (54)

Tableau 5 : Estimation et répartition des coûts de renaturation en 2010 (51)

Étape du processus	Coût moyen
Déconstruction	65 €/m ² dont 35 €/m ² de coûts de démolition et 30 €/m ² de traitement des déchets*
Dépollution	2 à 65 €/m ² pour les processus de phytoremédiation
Désimperméabilisation	60 à 270 €/m ²
Construction de technosols	33 à 55 €/m ² **

* Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi (2010), *Guide relatif à la prise en compte du coût global dans les marchés publics de maîtrise d'œuvre et de travaux*, mai.

** Il faut 3,34 à 3,42 tonnes d'anthroposol pour construire un mètre carré de sol. À partir des coûts pour une tonne d'anthroposol, nous estimons ensuite les coûts par unité de surface. Nous estimons un coût de 33 à 57 €/m² en fonction de la ville considérée et de l'hypothèse retenue.

Exemple de renaturation post-exploitation d'une ISDND :

Le site concerné se situe sur une chênaie thermophile à chênes verts et pubescents (à Donzère). Pour protéger durablement ce site une convention de partenariat a été passée entre l'entreprise et l'ONF. Des chênes initialement présents sont réintroduits sur le site (ainsi que d'autres espèces adaptées au climat local).

Exemple sur le site de l'Installation de stockage de déchets de Huiron :

Le site de Huiron (Marne) s'intègre dans un paysage majoritairement agricole intensif avec peu de corridors écologiques. Les anciens casiers de l'ISD de Huiron ont été et sont réaménagés en créant des pelouses calcaires sèches à partir de semences labélisées « végétal local ». Le mélange de semences (graminées/angiospermes) a été déterminé par le MNHN par évaluation des espèces végétales présentes dans les habitats naturels (ZNIEFF) à proximité. Les casiers revégétalisés participent aux continuités écologiques de la zone.

L'artificialisation des sols engendre une fragmentation des habitats et menace de nombreuses espèces spécialistes comme ordinaires. (63) (67). Les espaces naturels fragmentés peuvent cependant garder une valeur forte et doivent être préservés.

La connaissance du foncier disponible, le choix d'un site avec moins d'enjeux pour la biodiversité, la mise en place de mesures limitant l'artificialisation et la possible désartificialisation ne permettent pas de supprimer ses impacts mais de les réduire.

3.3 Pollution lumineuse et artificialisation des sols en vue d'actions Suez

L'artificialisation et la pollution lumineuse sont liées : les territoires artificialisés font l'objet d'un éclairage et sont donc généralement source de pollution lumineuse.

Les impacts de la pollution lumineuse peuvent être réduits voire supprimés par des changements de gestion (horaires d'éclairage), des changements de matériel simples lors du fonctionnement du site (renouvellement des dispositifs d'éclairage, changement des températures de couleur donc des ampoules par exemple), pas obligatoirement lors de sa conception même si d'autres changements comme la hauteur des mâts des lampadaires peuvent être faits en amont.

Concernant l'artificialisation des sites Suez R&V France c'est presque exclusivement lors de la conception du projet que l'artificialisation peut être réduite ; elle implique des changements structurels importants, le choix du site joue un rôle important dans les impacts sur la biodiversité du projet : un choix judicieux peut réduire ces impacts, limiter l'emprise foncière du projet est aussi à privilégier. La désartificialisation de parcelles est en effet difficile, coûteuse et le retour à un état anté-artificialisation identique est impossible. Ces actions ne peuvent avoir lieu qu'en amont du projet (conception). Cependant des mesures comme les techniques alternatives, la végétalisation des toitures ... peuvent être mises en place pour réduire les impacts de l'artificialisation. De plus, lorsque le site n'est plus exploitable, notamment pour les ISD, la revégétalisation/restauration du site est possible (voire indispensable pour les ISD) et permet de recréer des milieux végétalisés notamment avec des espèces locales (majoritairement des pelouses sèches) sur lesquels aucune construction n'est possible (massif de déchets instable). Ce sont donc des sites avec un enjeu pour la biodiversité d'autant plus qu'ils sont souvent situés loin des centres ville très anthropisés.

La suite du rapport détaillera principalement l'aspect réduction de la pollution lumineuse (estimation de cette pollution, mesures à mettre en place ...) puisque qu'il est plus facile d'agir hors phase de conception et donc actuellement. De plus les objectifs énoncés dans le Plan d'Action biodiversité (EEN) pour la pollution lumineuse sont des objectifs chiffrés à respecter à l'horizon 2025. Pour l'artificialisation, les attendus ne sont pas les mêmes, la démarche de réduction de l'artificialisation doit être enclenchée mais aucun objectif chiffré n'est attendu d'ici 2025. Des propositions seront cependant faites pour limiter les impacts de l'artificialisation des sols pour les futurs projets en conception (disponibilité de certaines informations caractérisant les sites, base de données documentaire).

4 Méthode : identification des sites à enjeux

4.1 Matériel et données disponibles

Le matériel utilisé pour la mise en place et la réalisation du protocole est décrit ci-dessous :

Tout d'abord, les couches SIG (QGIS) des différents sites Suez R&V France ont été mises à disposition avec leur localisation précise (coordonnées xy), les noms des sites, le type d'installation sur le site, l'existence ou non de plan d'action réglementaire ou volontaire ainsi que la réalisation passée d'un IQE (Indice de Qualité Ecologique) sur site. A ces couches s'ajoute celle des ISD digitalisées par Suez R&V France dont le périmètre est donné contrairement aux autres sites (qui sont représentés par un point au centre du site). Ces informations sont indispensables et servent de socle à la suite du travail effectué.

D'autres couches SIG disponibles sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel) décrites comme suit ont été utilisées pour la pré-identification des sites à enjeux pour la pollution lumineuse : espaces protégés, natura2000, ZNIEFF (68) ; Ces couches SIG permettent d'identifier les sites situés à proximité d'espaces protégés, de zones d'inventaires ou autres espaces d'intérêt pour la biodiversité. Les couches prises en compte sont les suivantes : Réserves biologiques, Réserves de biosphère, Réserves naturelles (nationales, régionales, ...), Parcs Naturels Nationaux, Régionaux, Zones humides protégées par la convention Ramsar, Arrêté de protection de biotope, Arrêté de protection des habitats naturels, zones natura2000 (SIC, ZSC, ZPS), ZICO (en lien avec les ZPS), ZNIEFF de type 1. **Ces couches SIG ont été choisies pour identifier les sites à enjeux pour la biodiversité** puisque sont numérisés sur celles-ci des espaces protégés, d'intérêt communautaire ou remarquables pour la biodiversité. De plus, la localisation de certains sites Suez R&V France à proximité est possible. (69)

Aux couches décrites s'ajoutent celles contenant les cartographies des réservoirs et corridors de biodiversité (couche nationale des réservoirs de biodiversité surfaciques, couche nationale des corridors surfaciques, couche nationale des cours d'eau surfaciques). Elle permettra l'identification des sites situés sur des Trames vertes et bleues ou à proximité et donc potentiellement à distance des zones fortement artificialisées et éclairées (centres urbains par exemple) réduisant les effets de la mise en place de mesures de réduction de la pollution lumineuse sur les sites Suez R&V France (des dispositifs d'éclairage extérieurs à un site mais jouxtant le site éclairent ce dernier). (70) Associé à ces couches, un rapport méthodologique et de standardisation des données présentant le protocole de création de ces couches ainsi que les biais possibles est téléchargeable.

Le serveur biodiversité de Suez R&V France met à disposition des données inhérentes à la biodiversité sur les sites et facilite la gestion des données et leur accès. Il permet aux gestionnaires de sites ayant fait l'objet d'IQE, d'étude faune flore, de diagnostic écologique, de suivi d'espèces, d'identifier les espèces présentes sur leur site.

4.2 Identification des sites prioritaires pour la gestion de la pollution lumineuse

Couches SIG (sur QGIS) utilisées et description :

- Espaces protégés, natura2000, ZNIEFF sur l'INPN : (68)
- Trame Verte et Bleue SRCE : (70)
- Sites SUEZ : une couche par type de sites (UVE, TRI, ISD, installations de compostage et sites fermés). Des photographies de ces différents sites figurent en *Annexe 2*
- Ortho image Europe SIG (71)

L'objectif de cette partie est d'identifier les sites à enjeux pour la pollution lumineuse sur QGIS à partir des ressources ci-dessus et celles de Suez R&V.

4.2.1 Pré-identification des sites prioritaires pour la gestion de la pollution lumineuse

Les sites considérés comme prioritaires sont ceux situés à proximité des espaces et zonages suivants :

- Réserves biologiques, Réserves de biosphère, Réserves naturelles (nationales, régionales, ...), Parcs Naturels Nationaux, Régionaux, Zones humides protégées par la convention Ramsar, Arrêté de

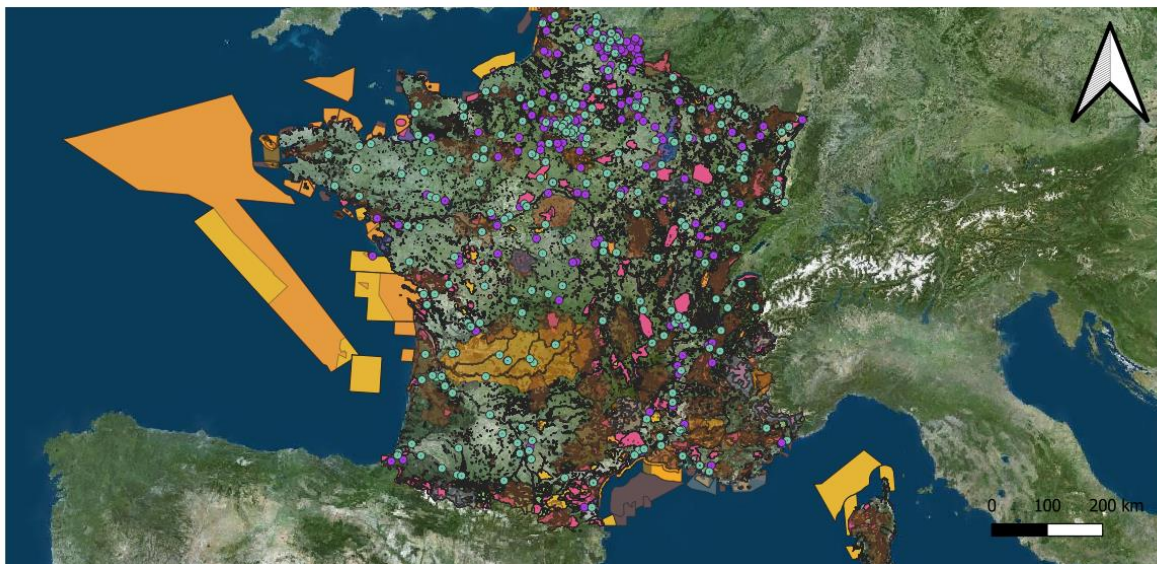
protection de biotope, Arrêté de protection des habitats naturels (regroupés dans le groupe Protection sur QGIS et dans les tableaux)

- Zone Natura2000 : SIC, ZSC, ZPS
- ZICO
- ZNIEFF de type 1

Différentes sélections sont réalisées en fonction de la distance séparant les sites et les espaces répertoriés / listés ci-dessus. Le même protocole est réalisé pour un rayon de 1 km, 500 m et 250 m autour des sites (ces rayons sont justifiés par l'étude bibliographique en tenant compte des contraintes de l'entreprise).

Le site est à enjeux si dans ce périmètre défini autour du site est présent un ou plusieurs zonages tels que décrits précédemment.

La sélection des sites est réalisée pour les sites ouverts de Suez R&V France (sur le territoire métropolitain) qui comprend les ISD (Installation de stockage de déchets), les UVE (Unité de valorisation énergétique), les TRI (centre de TRI...) et les plateformes de compostage (site compostage). Le nombre total de sites ouverts pris en compte est de **280** (contre 213 sites fermés qui ne sont pas éclairés).



Localisation des sites Suez R&V en France et zonage des espaces identifiés comme à enjeux pour la pollution lumineuse

<p>Sites SUEZ RV</p> <p>Suez R&V France sites ouverts et fermés</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Site fermé ● Site ouvert 	<p>Zonage inpn</p> <p>Natura2000</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ SIC et ZSC ■ ZPS <p>Autres</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ zico ■ znieff1 	<p>Zonage inpn</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Parc Naturel Régional ■ Réserve Naturelle Nationale ■ Réserve Naturelle Régionale ■ Réserve Intégrale de PN ■ Parc National 	<p>Zonage inpn</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Réserve de biosphère ■ Zone RAMSAR ■ APHN ■ APB ■ Réserve biologique ■ RNCFS
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figure 10 : Zonages et localisation sites Suez R&V France ouverts et fermés téléchargés sur QGIS (données de 2018 à 2021)

4.2.2 Protocole post téléchargement des couches SIG

- Les différentes couches Suez R&V France correspondant aux différents sites Suez R&V France (TRI, UVE, ISD, Installation de compostage) sont fusionnées en une seule couche qui servira de base à la suite des manipulations sur QGIS.
- A partir de la couche créée précédemment, des zones tampons (circulaires) de rayon 1 km, 500 m, 250 m et une de 25 m (estimation de la superficie des sites non digitalisés sur QGIS) sont exécutées autour des sites Suez.
- Trois types de zones tampons sont donc obtenues : (21)
 - Zone tampon de rayon 1 km : ce rayon correspond à la distance maximale moyenne estimée à laquelle une source lumineuse a un impact sur la biodiversité (ici l'avifaune)
 - Zone tampon de rayon 500 m : ce rayon est issu d'un compromis entre le nombre de sites à enjeux pouvant être pris en compte par Suez R&V France dans un premier temps et la distance à laquelle

une source lumineuse a un impact pour la biodiversité (attraction des insectes entre 400 et 700 m de la source lumineuse, 50 m lors de la pleine lune, 50 m perturbation des chiroptères)

- Zone tampon de rayon 250 m : ce rayon est aussi issu d'un compromis entre le nombre de sites à enjeux (diminution du nombre de sites à enjeux, prioritaires devant les autres) pouvant être pris en compte par Suez R&V France dans un premier temps et la distance à laquelle une source lumineuse a un impact pour la biodiversité
- Zone tampon de rayon 25 m ou site digitalisé : site ayant une plus forte priorité car situé sur une zone d'intérêt pour la biodiversité.

- Des sélections par localisation entre la couche nouvellement formée et les différents zonages sont réalisées : les sites et leur zone tampon (1000, 500, ou 250 m) sont sélectionnés s'ils touchent ou intersectent un espace (ou plusieurs) d'intérêt pour la biodiversité (zonage précédent). Les sites sélectionnés sont ensuite exportés et constituent une couche de sites à enjeux.
- Exemple de site sélectionné pour un tampon 500 m :

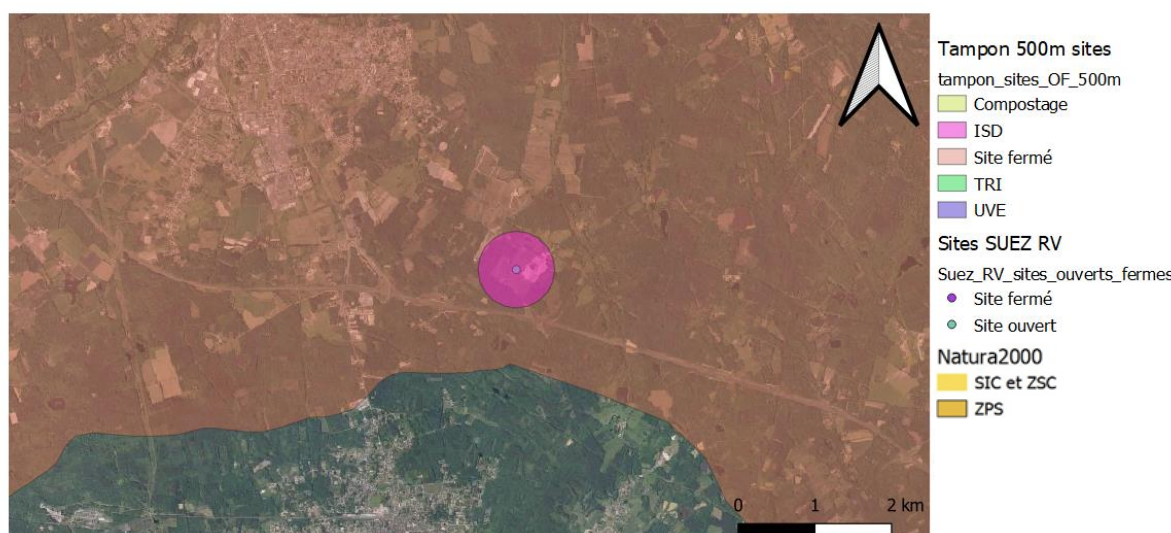


Figure 17 : Exemple de zone tampon identifiée autour du site de Villeherviers - 2021

- **Tampon 1 km :**
Création d'une zone tampon de 1 km autour des sites Suez R&V France et sélection des sites intégrant une ou plusieurs zones protégées, ZNIEFF 1 ou Natura2000 dans ce rayon d'1 km.
- **Tampon 500 m :**
Création d'une zone tampon de 500 m autour des sites Suez R&V France et sélection des sites intégrant une ou plusieurs zones protégées, ZNIEFF 1 ou Natura2000 dans ce rayon de 500 m.
- **Tampon 250 m :**
La démarche est identique à celle du tampon 500 m ; elle a été réalisée pour les sites ouverts (enjeux liés à la pollution lumineuse) et les sites fermés qui ne sont cependant pas pris en compte pour la pollution lumineuse

Le tampon 1 km sélectionnant un trop grand nombre de sites comme sites à enjeux (la moitié des sites ouverts), le choix a été de privilégier les sites ayant un ou plusieurs zonages d'intérêt pour la biodiversité présentés précédemment dans un rayon égal ou inférieur à 500 m. D'après la bibliographie les groupes biologiques (hors oiseaux migrateurs) sont majoritairement affectés à des distances inférieures à 1 km des sources lumineuses. Le tampon d'1 km n'a donc pas été pris en compte dans l'identification des sites prioritaires (pour garder des objectifs atteignables).

4.2.3 Identification des sites prioritaires : Trame Verte et Bleue

A partir des sites identifiés ci-dessus (zonage INPN) une seconde sélection est effectuée sur QGIS. La couche SRCE des Trames vertes et bleues permet de préciser l'identification des sites prioritaires.

Une sélection par localisation est effectuée pour identifier les sites situés à proximité d'itinéraires de continuité écologique (TVB) ; sont gardés les sites comprenant à la fois des zonages INPN (voir ci-dessus) et des itinéraires identifiés comme TVB dans un rayon de 500 m (aussi effectué pour 250 m) autour du site.

Cette deuxième étape permet d'affiner la sélection. La prise en compte de la TVB est supposée éviter la sélection de zones très urbanisées et sur-éclairées (et donc limiter l'impact des mesures de réduction de la pollution lumineuse sur les sites Suez R&V, le site n'étant plus la seule source lumineuse du secteur impactant la biodiversité).

Elle limite aussi le nombre de sites à enjeux pris en compte.

4.2.4 Définition d'un ordre de priorité : proximité du site à un itinéraire TVB

A partir des sites identifiés comme prioritaires par le tampon de 500 m une sélection supplémentaire est réalisée pour déterminer un ordre de priorité entre ces sites à enjeux à partir des couches Trames Vertes et Bleues (corridors et réservoirs de biodiversité).

L'ordre de priorité est défini comme suit (les zones tampons sont les mêmes que dans l'étape précédente) :

Le schéma ci-dessous présente la démarche de hiérarchisation

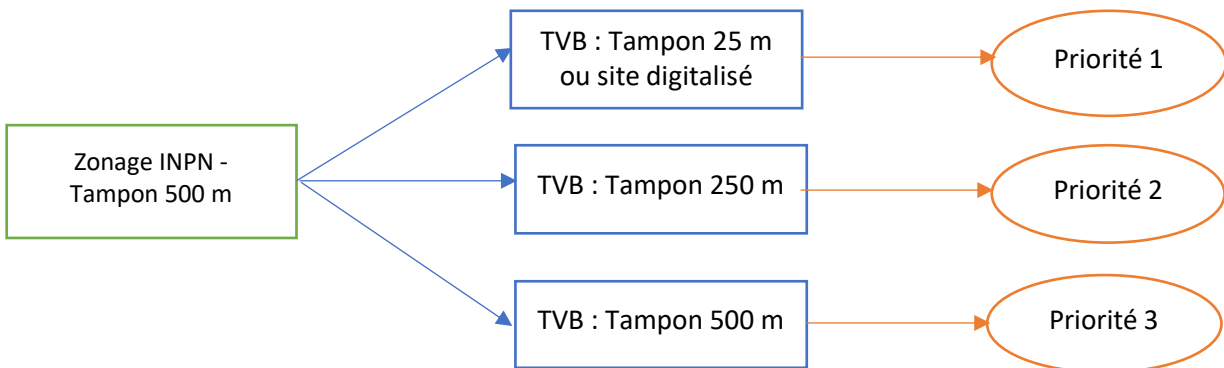


Figure 18 : Définition d'un ordre de priorité des sites à enjeux pour la pollution lumineuse

- Le site est situé sur ou à moins de 25 mètres d'un itinéraire TVB : priorité 1
- Le site est situé entre 25 et 250 mètres d'un itinéraire TVB : priorité 2
- Le site est situé entre 250 et 500 mètres d'un itinéraire TVB : priorité 3

Les périmètres autour des sites sont définis à partir de ressources bibliographiques sur la pollution lumineuse qui estiment un impact entre 400 et 700 m autour des sources lumineuses pour les insectes, à 50 m pour les chiroptères ... (les 25 m correspondent à la taille estimée des sites hors ISD)

Un compromis avec le nombre de sites sur lesquels il est possible de mettre en place des mesures est effectué : mise en regard des sites issus de la sélection avec les contraintes de Suez R&V France.

4.3 Déterminer l'impact des sites de Suez en termes de pollution lumineuse : préalable à l'auto-diagnostic

Les méthodes décrites dans l'étude bibliographique de la pollution lumineuse permettent d'estimer l'impact du site sur la fragmentation des habitats par la pollution lumineuse émise par ce site vers le ciel et l'intérêt que présente la mise en place de mesures limitant cette pollution comme l'extinction, toute ou une partie de la nuit, de certaines, voire de toutes les sources lumineuses. Le comptage des sources de lumière du site et leur caractérisation (Annexe 5) permet d'estimer la pollution lumineuse du site et de compléter celle identifiée par les cartes de pollution lumineuse (incomplètes).

Un diagnostic du site permet d'identifier les espèces sensibles à la pollution lumineuse et ainsi les mesures réduisant les impacts sur ces espèces (longueur d'onde d'éclairage, période d'activité...

Quels indicateurs sont à prendre en compte pour déterminer le niveau d'impact sur la biodiversité du site pour l'éclairage ?

Connaitre les taxons présents permet de déterminer le niveau d'impact sur la biodiversité de façon plus précise avec les indicateurs adaptés à chaque groupe (*Annexe 5*) bien que plusieurs groupes soient souvent impactés par un type de pollution lumineuse (diffuse, précise, ambiante, directe).

Les indicateurs suivants permettent cependant de caractériser les différents types de pollution lumineuse (notamment pour les sites les plus impactants, situés en milieu naturel et non influencés par l'éclairage public). Des indicateurs permettant de caractériser l'impact que peut avoir la pollution lumineuse sur le site sont présentés ci-dessous.

Tableau 6 : Indicateurs de la pollution lumineuse à connaitre sur site Suez R&V France

Indicateur	Pris en compte dans l'auto-diagnostic ?	Pourquoi ?
Nombre de points lumineux	OUI	Recensement des sources lumineuses (cartographie possible) indispensables pour mettre en place des mesures de réduction de la pollution lumineuse sur site a posteriori
Espacement des sources lumineuses	OUI	Mise en évidence de la présence ou l'absence de couloirs sombres. La distance entre chaque dispositif d'éclairage permet-elle le passage de la faune sensible à la lumière du site ?
Flux lumineux	OUI	Cette valeur intervient dans le DSFLI et est facile à obtenir (données constructeur). Diminuer le flux lumineux par m ² implique connaitre les valeurs de flux lumineux.
DSFLI	POSSIBLE	Le DSFLI présenté dans la bibliographie est difficile à calculer pour certains sites (grande emprise, disparité des dispositifs d'éclairage, des distances entre lampadaires ...).
ULR	OUI	Caractériser le flux émis au-dessus de l'horizontale permet d'identifier les points sur lesquels agir pour diminuer les émissions vers le ciel de lumière artificielle.
Code flux CIE n°3	NON	S'il identifie la lumière « utile » impliquée réellement dans l'éclairage de la zone choisie (efficacité de l'éclairage), son calcul est difficile à mettre en place sur les sites Suez R&V France et augmenterait fortement le temps pris pour réaliser l'auto-diagnostic
Brillance du ciel	NON	La brillance n'est pas prise en compte dans l'arrêté et implique l'achat de matériel supplémentaire ; elle ne sera donc pas mesurée dans le diagnostic.
Température de couleur	OUI	La température de couleur impacte plus ou moins certains groupes biologiques ; les températures de couleurs qui tendent vers l'orange sont à privilégier, il est donc nécessaire de connaitre ce paramètre pour identifier quel matériel changer.
Horaire d'éclairage	OUI	L'éclairage nocturne est la source d'impact de la pollution lumineuse. La diminution de temps d'éclairage (voire l'absence) diminue (voire supprime) les impacts de la pollution lumineuse sans impliquer l'achat de matériel. Les horaires d'éclairage sont connus par le site.

Suite du protocole :

Envoi d'un questionnaire d'auto-diagnostic de la pollution lumineuse aux sites identifiés comme prioritaires (notamment prioritaires 1)

Etape 1 : Réalisation d'un questionnaire sur Forms permettant l'auto-diagnostic de la pollution lumineuse sur le site Suez R&V.

Etape 2 : Vérification et avis des Ingénieurs Environnement sur le questionnaire d'auto-diagnostic.

Etape 3 : Réalisation de l'autodiagnostic sur deux sites (Pontarlier) en accompagnant les gestionnaires de sites.

Etape 4 : Formation/sensibilisation des IE et IPR (Ingénieur Prévention des Risques)

Etape 5 : Envoi de l'auto-diagnostic (partage du Forms) aux gestionnaires des sites considérés comme prioritaires 1 et attente des réponses de chaque site

Etape 6 : Consolidation des réponses dans un tableau et identification des sites devant faire l'objet d'un changement de gestion de l'éclairage. (Post stage)

Etape 7 : Mise en place des mesures sur les sites concernés (avec les gestionnaires).

Etape 8 : Retours d'expérience et mise en évidence des bonnes pratiques.

4.4 Evaluation de l'artificialisation des parcelles Suez R&V France et des types d'habitats présents (données THEIA)

Les sites à enjeux pour l'artificialisation des sols sont les sites de SUEZ R&V France avec une forte emprise foncière soit les Installations de stockage de déchets non dangereux. Elles sont digitalisées sur QGIS contrairement aux sites plus petits de Tri, aux UVE et aux installations de compostage.

En ce qui concerne les cartes d'occupation du sol, les données THEIA (produites par le Centre d'Expertise Scientifique sur l'occupation des sols (CES OSO)) ont été privilégiées par rapport à Corine land cover car elles sont actualisées plus régulièrement (pratiquement tous les ans) et leur niveau de précision permet de tenir compte des changements d'usage des terres sur de petites superficies (unité minimale de collecte : 0,1 ha). Au contraire CLC ne prend en compte que les espaces supérieurs à 25 ha : « unités homogènes d'occupation des sols d'une surface minimale de 25 ha » (45) (ce qui n'est pas le cas de la majeure partie des ISD de SUEZ) avec des modifications si celles-ci changent plus de 5 hectares de sol. De plus elles sont réactualisées tous les 6 ans ce qui n'est pas suffisant pour suivre l'évolution de l'artificialisation sur les sites SUEZ ; elle présente cependant une plus grande diversité de types de sols que THEIA (nomenclature de 44 postes pour CLC contre 17 à 23 pour THEIA). (56)

Les objectifs de cette démarche sont les suivants :

- Vérifier si les zones revégétalisées des sites Suez R&V France sont considérées comme artificialisées ou non par les données THEIA (quel est leur statut).
- Différencier la nature des espaces revégétalisés et les types d'habitats présents ou qu'il est possible d'obtenir sur site.

Des fusions des données OSO THEIA par département ont été réalisées sur QGIS pour obtenir une couche THEIA par région puis sur la France entière.

A partir de cette couche, des intersections avec la couche comprenant les ISD digitalisées de Suez R&V France ont pu être effectuées pour obtenir les sites Suez digitalisés et les différents types d'occupation du sol par zone du site.

5 Résultats

5.1 Résultats de l'identification des sites à enjeux : quels sites et combien sont-ils ?

5.1.1 Résultat de l'identification en fonction des zonages INPN

➤ Tampon 1 km :

Le tableau ci-dessous présente le nombre de sites par type de site et zonage sélectionné pour un rayon de 1 km autour du site. Cette sélection compte 150 sites à enjeux pour la biodiversité soit plus de la moitié des sites ouverts, un nombre trop important pour réaliser des diagnostics d'éclairage ou mettre en place des mesures de lutte contre la pollution lumineuse à court terme (compte tenu des moyens financiers et techniques dont disposent les sites Suez R&V France).

Tableau 7 : sites ouverts Suez R&V France sélectionnés pour un rayon de 1 km - 2021

Type de site	Nombre par zonage protection (INPN)	Nombre par zonage SIC-ZSC	Nombre par zonage ZPS	ZICO	ZNIEFF type 1	Total
ISD	7	6	5	4	22	25
UVE	6	7	4	5	11	18
TRI	28	28	22	18	53	77
Compost	10	6	4	19	19	30
TOTAL	51	47	35	46	105	150

➤ Tampon 500 m :

Le tableau ci-dessous présente le nombre de sites par type de site et zonage sélectionné pour un rayon de 500 m autour du site. **106 sites sont sélectionnés au total** dont 18 Installations de Stockage de Déchets, 12 Unités de Valorisation Energétique, 54 sites de TRI, 22 installations de compostage.

Tableau 8 : sites ouverts Suez R&V France sélectionnés pour un rayon de 500 m - 2021

Type de site	Nombre par zonage protection (INPN)	Nombre par zonage SIC-ZSC	Nombre par zonage ZPS	Nombre par zonage ZICO	Nombre par zonage ZNIEFF	Total
ISD	7	4	4	2	16	18
UVE	4	4	3	2	5	12
TRI	24	18	15	9	35	54
Compost	11	4	3	5	12	22
TOTAL	46	30	25	18	68	106

Sites SUEZ RV

Sites Suez R&V France

- Site ouvert

Zonage inpn

- Parc Naturel Régional
- Réserve Naturelle Nationale
- Réserve Naturelle Régionale
- Réserve Intégrale de Parc National
- Parc Naturel National
- Réserve de Biosphère
- Zone RAMSAR
- Arrêté de protection des Habitats Naturels
- Arrêté de Protection de Biotope
- Réserve Biologique
- Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage

Natura2000

- SIC et ZSC
- ZPS

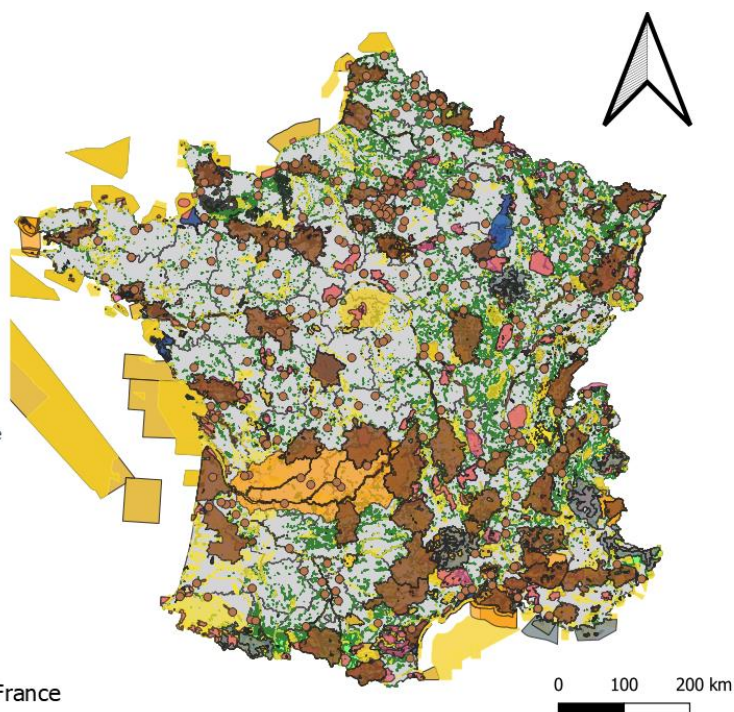
Autres

- ZICO
- ZNIEFF de type 1

Départements

- Départements

Localisation des sites ouverts Suez R&V France



20/07/2021 à Courbevoie
Laure CLERC
Stagiaire Chargée de mission biodiversité
Suez R&V France

Figure 19 : Sites Suez R&V France et zonages INPN sur l'ensemble de la France métropolitaine (données majoritairement de 2020 et 2021)

➤ Tampon 250 m :

La démarche est identique à celle du tampon 500 m ; elle a été réalisée pour les sites ouverts (enjeux liés à la pollution lumineuse) et les sites fermés qui ne sont cependant pas pris en compte pour la pollution lumineuse

Le tableau ci-dessous présente le nombre de sites par type de site et zonage sélectionné pour un rayon de 250 m autour du site. **83 sites sont sélectionnés au total** dont 15 Installations de Stockage de Déchets, 7 Unités de Valorisation Énergétique, 42 sites de TRI et 19 installations de compostage.

Tableau 9 : sites ouverts Suez R&V France sélectionnés pour un rayon de 250 m - 2021

Type de site	Nombre par zonage protection (INPN)	Nombre par zonage SIC-ZSC	Nombre par zonage ZPS	Nombre par zonage ZICO	Nombre par zonage ZNIEFF	Total
ISD	7	2	1	2	12	15
UVE	3	3	1	2	1	7
TRI	16	13	10	9	22	42
Compost	9	1	3	5	19	19
TOTAL	35	19	15	18	54	83

Les sites sélectionnés par le tampon 500 m sont identifiés comme sites à enjeux pour la biodiversité. Une seconde sélection est réalisée pour identifier les sites situés sur des TVB ou à proximité donc dans des zones à enjeux pour la pollution lumineuse (pouvant permettre l'identification de trames noires, la Trame noire tient compte de la TVB dans l'identification des réservoirs et corridors sombres) et permet d'éliminer de la sélection des sites prioritaires, les sites situés dans des zones éclairées par l'éclairage public. Hypothèse : il est supposé que les sites situés loin des itinéraires TVB, réservoirs de biodiversité ... sont plus probablement situés en zone déjà éclairée par exemple par un éclairage public et la mise en place de

mesures de réduction de cette pollution par Suez R&V France sera alors moins efficace (leurs effets seront limités par l'éclairage environnant).

5.1.2 Résultats de l'identification des sites prioritaires et ordre de priorité : Trame verte et Bleue

Synthèse : Les sites prioritaires d'abord identifiés sont ceux à proximité d'un zonage INPN, Parmi ces sites sont gardés comme prioritaires les sites à proximité d'itinéraires de continuité écologique.

Sites à enjeux en tenant compte de la Trame verte et Bleue avant classement

- ➔ Nombre de sites ouverts à enjeux pour un tampon de 500 mètres : 84 sites
- ➔ Nombre de sites ouverts à enjeux pour un tampon de 250 mètres : 72 sites

Rappel - l'ordre de priorité est défini comme suit :

- Le site est situé sur ou à moins de 25 mètres d'un itinéraire TVB : priorité 1
- Le site est situé entre 25 et 250 mètres d'un itinéraire TVB : priorité 2
- Le site est situé entre 250 et 500 mètres d'un itinéraire TVB : priorité 3

Tableau 10 : sites ouverts Suez R&V France à enjeux pour la pollution lumineuse par type de site et par ordre de priorité - 2021

Type de site	Priorité 1	Priorité 2	Priorité 3	Priorité 4	Priorité 5	Somme par type de site pour les 5 niveaux de priorité	Somme pour les 3 niveaux de priorité
Compostage	9	4	3	3	12	31	16
ISD	19	0	1	0	14	34	20
TRI	14	19	7	10	38	88	40
UVE	4	3	1	3	11	22	8
Total	46	26	12	16	75	175	84

Les sites prioritaires (zonage INPN et TVB) sont classés par ordre de priorité dans ce tableau.

Les sites de priorité 1 : Ce sont des sites situés à moins de 500 m d'un zonage INPN (PNR, réserves, APB ...) et situés sur une Trame verte et Bleue (réservoirs de biodiversité ou corridors). 46 sites Suez R&V France sont concernés.

Les sites de priorité 2 : Ce sont des sites situés à moins de 500 m d'un zonage INPN (PNR, réserves, APB, ...) et situés à moins de 250 m d'une Trame verte et Bleue (réservoirs de biodiversité ou corridors). 26 sites Suez R&V France sont concernés.

Les sites de priorité 3 : Ce sont des sites situés à moins de 500 m d'un zonage INPN (PNR, réserves, APB ...) et situés à moins de 500 m d'une Trame verte et Bleue (réservoirs de biodiversité ou corridors). 12 sites Suez R&V France sont concernés.

Pour aller plus loin : niveaux de priorité supplémentaires 4 et 5

Les sites de priorité 4 : Ce sont des sites à proximité d'un zonage défini précédemment (Espaces protégés, ZNIEFF de type 1, zones RAMSAR zone Natura2000) mais à plus de 500 mètres d'une TVB. 16 sites sont concernés.

Les sites de priorité 5 : Ce sont des sites à proximité d'une TVB définie précédemment mais à plus de 500 mètres d'un zonage « biodiversité ». 75 sites sont concernés.

5.1.3 Création d'une grille de lecture des informations pour chaque site : présentation des résultats

Une feuille Excel regroupant les informations spécifiques à chaque site et les données liées au suivi des installations a été créée pour faciliter le suivi des actions, l'identification des sites et préparer l'auto-diagnostic en simplifiant l'accès aux informations disponibles (par exemple sur la biodiversité, sur

l'existence d'un plan de gestion ...). Dans ce document Excel figurent aussi des informations sur la localisation des sites (coordonnées, département, région, territoire Suez R&V France) et leur éventuelle proximité avec des zones d'intérêt pour la biodiversité décrites dans la *partie 4.1* ainsi qu'avec les trames vertes et bleues en gardant les rayons de 500 mètres, 250 mètres et 25 mètres sur site.

L'ensemble des rubriques du tableau sont explicitées ci-dessous :

- Le type de site : ISD, UVE, TRI, Installation de compostage, Site fermé (majoritairement des ISD)
- Le nom du site et ses coordonnées, le territoire, le département et la région du site
- La priorité du site pour la biodiversité (IQE, plan d'actions ...)
- La présence ou non de plan d'action volontaire, réglementaire
- Si plusieurs installations sont sur un même site
- La présence de zonage de protection ou non dans un rayon de 500 mètres autour du site : zonage de l'INPN, SIC et ZSC, ZPS, ZICO, ZNIEFF de type 1
- De même pour 250 mètres
- La présence d'une trame verte et bleue (corridors et/ou réservoirs) sur site (ou à moins de 25 mètres), à une distance variant entre 25 et 250 mètres, à une distance variant entre 250 et 500 mètres
- L'ordre de priorité du site pour la réalisation d'un auto-diagnostic de la pollution lumineuse et la mise en place de mesures de réduction de celle-ci (entre 1 et 5, où 1 représente les sites pour lesquels la mise en place de mesures est la plus urgente, dont l'impact de la pollution lumineuse est estimé affecter le plus le milieu naturel)
- La présence ou non de document renseignant sur la biodiversité présente sur site (Etude faune, flore, milieu naturel ; diagnostic écologique, suivi d'espèces, rapports IQE ou IPE ...) et la date du dernier document informant sur le sujet.

Ce document servira à Suez R&V et notamment aux sites pour accéder à une synthèse des informations disponibles sur leur site.

5.2 Auto-diagnostic de la pollution lumineuse

5.2.1 Questionnaire d'auto-diagnostic

Un questionnaire est élaboré pour permettre aux exploitants des sites prioritaires de réaliser un auto-diagnostic de la pollution lumineuse sur leur site et sera envoyé aux sites :

Questions auxquelles les sites devront répondre :

Identification du site et ses caractéristiques :

- Nom, activité, territoire du site
- Qui répond au questionnaire : nom prénom, adresse électronique

Biodiversité présente sur site :

- Le site a-t-il déjà fait l'objet d'une étude, d'un inventaire des espèces présentes sur site ? (Un tableau comprenant les liens vers ces documents pour chaque site est présent sur le serveur biodiversité et a été réalisé pour faciliter la réponse à cette question)
- Si oui, quels groupes biologiques sont représentés ? Quelles espèces sont représentées dans les groupes chiroptères et amphibiens ?

Réglementation et conformité :

- Avez-vous connaissance de l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses ?
- Le site est-il soumis à cette réglementation ? si non pourquoi ?
- Le site est-il conforme à cette réglementation ?
- Le site fait-il l'objet d'un éclairage nocturne ? si oui pour quelles raisons ?
- Des mesures de gestion de l'éclairage étaient-elles déjà mises en œuvre avant la publication de l'arrêté du 27 décembre 2018 ? Lesquelles ?
- Quelles mesures ont été mises en place suite à la publication de l'arrêté du 27 décembre 2018 ? Si d'autres mesures que celles de l'arrêté ont été mises en place les décrire.

Auto-diagnostic :

- Quel est le nombre de sources lumineuses sur site ?
- Quel est l'espacement moyen de ces sources lumineuses ? Quel est le nombre de sources lumineuses espacées de 50 mètres ou plus ?
- Quels sont les horaires d'éclairage du site (extinction/allumage) ?
Cartographie du site avec les sources lumineuses à joindre
- Combien de type de lampadaires différents sont présents sur site ? Combien de lampadaires sont comptés pour chaque type ?
- Quelle est la température de couleur des sources lumineuses ?
- Quel est le flux lumineux (en lumens) par type de lampadaire ?
- Quelle est la densité surfacique de flux (DSFLI) ?
- Quel est l'ULR (diffusion au-dessus de l'horizontale) ?
- Quelle est la hauteur des mats (hauteur par rapport au sol) des lampadaires présents sur site ?
- Quelle est la consommation électrique liée à l'éclairage ? Estimation ou valeur précise ?
- Quel est le coût de l'éclairage ? Estimation ou valeur précise ?

Conclusion et retours :

- Après avoir répondu à ce questionnaire votre site est-il considéré comme non soumis à l'arrêté du 27 décembre 2018 ?
- Après avoir répondu à ce questionnaire votre site est-il conforme à l'arrêté du 27 décembre 2018 ?
- Remarques

Un exemple de tableau obtenu après réponse au questionnaire figure en *Annexe 12*

5.2.2 Réponses et avis des ingénieurs environnement et changements apportés au questionnaire

Le questionnaire d'auto-diagnostic de la pollution lumineuse sur les sites SUEZ R&V France est validé par le Directeur Prévention Santé Sécurité et Management SITA-Suez RV FRANCE. Ses faisabilité, compréhension, mise en œuvre et déploiement sur site, sont évalués par cinq ingénieurs environnement connaissant les contraintes liées aux sites, les difficultés de mise en œuvre du protocole, les freins éventuels.

Points et freins possibles identifiés par les Ingénieurs Environnement et réponses apportées :

- La méconnaissance des exploitants, IE et IPR du Plan d'action biodiversité est un point soulevé, l'explication des implications du Plan d'Action biodiversité « Entreprises Engagées pour la Nature » est donc à intégrer aux documents et questionnaire envoyés aux exploitants. La formation amont des fonctions support sur le sujet est aussi nécessaire. Ainsi, des IPR et/ou ingénieurs environnement accompagneront, après la validation du diagnostic et une courte formation en septembre sur la pollution lumineuse, ses enjeux, la réalisation de l'auto-diagnostic et les possibles mesures à mettre en place, les exploitants des sites pour la bonne réalisation de l'auto-diagnostic et l'alimentation du questionnaire.
- La définition d'un planning de déploiement et les objectifs intermédiaires à atteindre avant 2025 restent à réaliser ; le planning sera défini a posteriori par le supérieur hiérarchique en amont du déploiement du questionnaire sur les sites Suez R&V France.
- La mobilisation des exploitants, en les informant sur les points ci-dessus ainsi que sur l'importance des actions qu'ils mettront en place, est un préalable pour déployer le questionnaire d'auto-diagnostic et permettre la mise en place effective d'actions concrètes sur les sites.
- Une méconnaissance ou une mécompréhension d'une plateforme d'information interne à Suez avisant sur les arrêtés et leurs implications sur l'exploitation générale du site peut aussi induire une confusion pour les gestionnaires de sites avec les exigences de conformité décrites dans l'auto-

diagnostic. En effet, les articles de l'arrêté du 28 décembre 2018 impliquant des changements de gestion quotidienne (horaires d'extinction et d'allumage notamment) y sont résumés ; cependant ce n'est pas le cas de ceux impliquant des changements du matériel d'éclairage (température de couleur, ULR, ...). En témoignent plusieurs questions qui reviennent sur le sujet.

Les données issues de l'auto-diagnostic seront ensuite exportées et triées dans un Excel (export des réponses au Forms).

5.2.3 Résultats de l'auto-diagnostic effectué sur le site de Pontarlier

L'auto-diagnostic a été réalisé en partie sur le site de Pontarlier le 28/07/2021. Certaines réponses sont, à ce jour, encore attendues.

Le site de Pontarlier (Valopôle du Haut-Doubs) regroupe une Unité de Valorisation Énergétique (ouverte en 1989) alimentant une partie du réseau de chaleur de Pontarlier, une unité de broyage et une unité de tri (ouverte en 2015). Le diagnostic a été fait sur l'ensemble du site.

Pour la réalisation de cet auto-diagnostic une discussion avec le responsable du site ainsi qu'un tour de site en présence de l'électricien pour recenser les dispositifs d'éclairage présents ont été effectués.

Tout d'abord, le site de Pontarlier a déjà fait l'objet d'un IPE (Indice de Potentialité Écologique : une journée d'inventaire sur site) en 2015 qui ne rend pas forcément compte de toute la biodiversité du site mais permet d'avoir des informations générales sur la biodiversité et les potentialités écologiques du site (pré-diagnostic). D'après l'IPE, ce site a peu de potentialité écologique en raison de son artificialisation ; cependant ont été observés deux groupes biologiques, oiseaux et insectes, avec essentiellement des espèces communes présentes sur site. Un Milan noir et une Linotte mélodieuse ont néanmoins été identifiés à proximité (l'IPE ne durant qu'une journée certaines espèces peuvent ne pas avoir été aperçues mais être présentes sur site, notamment des chiroptères).

Si le responsable du site ne semble pas connaître l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif aux nuisances lumineuses, l'Ingénieur Prévention des Risques de l'UVE en a bien connaissance et le site est évalué comme conforme à l'arrêté du point de vue de la gestion des horaires d'éclairage (extinction au plus tard à une heure du matin et allumage au plus tôt à sept heures du matin ou une heure avant le début de l'activité). En effet, l'UVE fonctionne 24h/24 et des détecteurs de présence sont en place.

Cependant seule l'exigence liée aux horaires d'éclairage et à la gestion quotidienne du site semble prise en compte sur site.

Aucune mesure de gestion de l'éclairage extérieur liée à la réglementation (publication de l'arrêté) n'a été mise en place sur ce site. Des détecteurs de présences sont présents sur plusieurs lampadaires.

Le site fait bien l'objet d'un éclairage nocturne :

- Au niveau de l'UVE, une partie de l'éclairage est automatisé mais certains dispositifs restent allumés la nuit. Un éclairage de façade est présent sur un mur mais une partie des ampoules ne fonctionne plus et n'est pas renouvelée (donc n'éclaire plus).
- Le parking du client est éclairé la nuit
- Le TRI est éclairé principalement par des projecteurs qui restent allumés la nuit.
- Des murs végétalisés sont présents au niveau du tri et éclairés par des projecteurs

Le site fait l'objet d'un éclairage nocturne pour des raisons de sécurité, en effet il fonctionne 24h/24h, l'éclairage est nécessaire pour assurer une surveillance du site la nuit et pour le travail de manutention du personnel présent. L'accès au site est aussi nécessaire compte tenu du risque incendie.

Auto-diagnostic :

Ce site compte 58 dispositifs d'éclairage pour 3,8 ha de surface dont moins de 3ha nécessitent des installations d'éclairage. Une cartographie localise les sources lumineuses sur le site. De plus, certains lampadaires (ceux situés sur les axes possibles de circulation et le parking) sont composés de deux sources

lumineuses (sur les 13 lampadaires, 7 émettent de la lumière via deux sources lumineuses : lampadaires doubles). Sont donc comptées 65 sources potentielles de lumière la nuit.



28/07/2021 - Pontarlier
 Laure CLERC
 Stagiaire Chargée de mission biodiversité
 SUEZ R&V FRANCE

Figure 21 : Répartition des sources lumineuses sur le site de Pontarlier (25) le 28 juillet 2021

L'espacement des dispositifs d'éclairage varie de moins de 2 mètres à 50 mètres. En moyenne, ils sont séparés de 20-22 mètres. Seuls deux espacements entre des dispositifs d'éclairage s'approchent des 50 mètres.

Ce site regroupant plusieurs installations, la gestion de l'éclairage n'est pas uniforme.

Différents dispositifs et horaires associés :

- Certains dispositifs sont automatisés (détection) et s'allument quand une personne est détectée et n'ont donc pas d'heure précise d'allumage ou d'extinction.
- D'autres sont aussi automatisés mais s'allument en fonction de la luminosité (quand il fait sombre).
- D'autres encore ne sont pas automatisés et éclairent toute ou une partie de la nuit (les horaires de l'unité de tri sont attendus).
- ULR, température de couleur et Flux lumineux : quel type de lampadaire ? (Ces réponses sont en attente).
- Les consommations annuelles liées à l'éclairage de l'UVE et de l'unité de tri sont respectivement 107,89 MWh et 37,78 MWh. Soit un coût de l'éclairage compris entre 14 000 €/an et 16 000 €/an pour l'UVE et entre 4900 €/an et 5700 €/an pour l'unité de tri.

5.3 Occupation des sols et artificialisation des parcelles Suez R&V France à partir des données THEIA

Le résultat obtenu à partir des données THEIA et des ISD digitalisées est une couche SIG regroupant les ISD Suez R&V France et l'occupation du sol sur ces sites.

Les deux cartes ci-dessous représentent respectivement une installation de stockage de déchets prochainement fermée (l'ISD d'Allemant fut ouverte en juin 1997 avec une capacité réglementaire de 105 000 tonnes) et une installation de stockage de déchets ouverte actuellement (l'ISD de Huiron est

ouverte depuis 2008 et sa fermeture prévisionnelle est en 2027 – Sa capacité réglementaire est de 100 000 tonnes).



Figure 22 : Occupation du sol issue des données THEIA et site Suez R&V France (site d'Allemant 02 – ISD prochainement fermée) - 2017

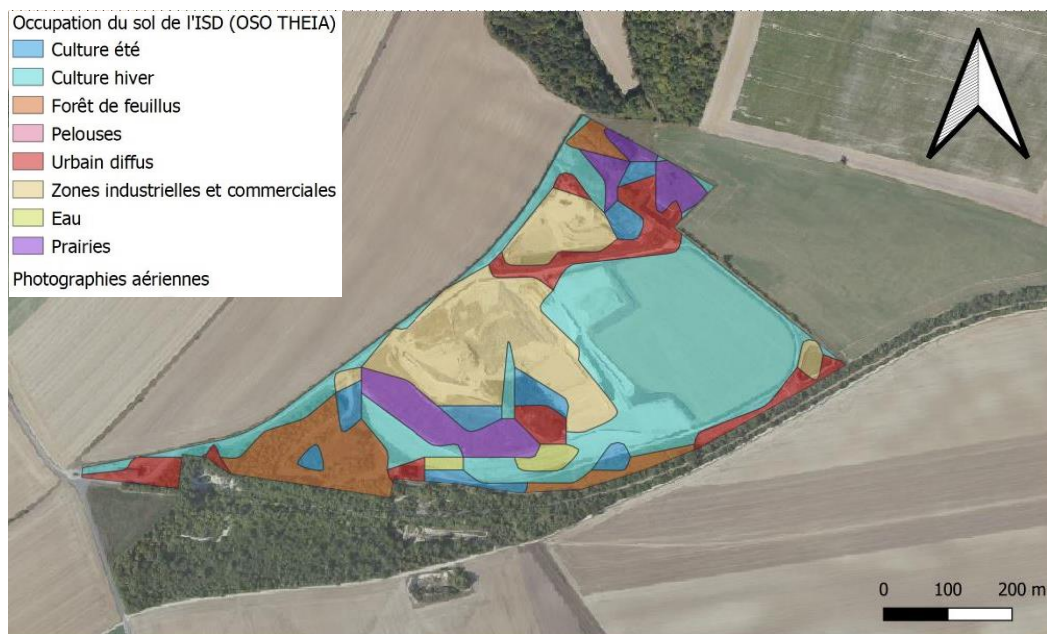


Figure 23 : Occupation du sol issue des données THEIA et ISD ouverte SUEZ R&V France (site de Huiron 51) - 2017

Les cartes associées à la nomenclature THEIA (2017) mettent en évidence les différences de répartition de l'occupation du sol entre ces deux sites. En effet, la couverture végétale du site d'Allemant est plus importante (plus de casiers revégétalisés : cultures, pelouses, forêts présentes sur site d'après les cartes avec la prédominance des forêts de feuillus, des cultures d'hiver et de l'urbain diffus) tandis que les zones industrielles et les cultures d'hiver (possible interprétation erronée des données ou décalage temporel d'un an entre les données THEIA et l'image géoportail) prédominent sur le site de Huiron. Toujours d'après l'occupation du sol issue des données THEIA, la proportion de surfaces considérées comme artificialisées notamment en zones industrielles et commerciales est plus élevée sur le site en fonctionnement : environ 21% du site est assimilé à une zone industrielle à Huiron contre 6% pour Allemant. L'urbain diffus couvre quant à lui 9% du site de Huiron et 20% du site d'Allemant.

Les données d'occupation du sol OSO THEIA permettent de différencier en partie les terrains artificiels et revégétalisés des ISD. La proportion de terrains considérés comme artificiels y est plus élevée dans le cas d'un site ouvert que dans celui d'un site bientôt fermé (comme observé sur les photographies des sites vues du ciel). Cependant, des terrains apparaissant comme végétalisés sur photographies sont assimilés à de l'Urbain diffus dans les données THEIA.

Les cartes obtenues à partir des données THEIA sont comparées aux cartes réalisées par le MNHN pour un IQE sur l'ISD de Gueltas en 2016 (un an avant les données THEIA).

Tout d'abord, la cartographie du MNHN représentant les habitats présents sur site (cartes en *Annexe 13*) a été réalisée pour un IQE (Indice de Qualité Ecologique). Elle résulte d'un travail de terrain par l'homme à la différence des données OSO THEIA qui sont obtenues à partir d'images satellites et de l'utilisation d'algorithmes donc sans observation humaine directe (par exemple entre le bâti et les routes) ni précision du type d'habitat rencontré (distinction des espèces constitutives de l'habitat).

Il en résulte une nomenclature plus précise et nettement plus adaptée au site dans la carte du MNHN que dans celle des données OSO THEIA (utilisée à l'échelle nationale). Toutefois, si un type d'habitat couvre une forte emprise foncière sans interruption (exemple des prairies) celui-ci semble assez bien représenté par les données THEIA (comparaison avec la carte du MNHN) cependant les espaces de petites superficies ou végétalisés en présence de bâtis ou de routes diffèrent d'une carte à l'autre (correspond soit au bâti diffus sur THEIA soit à un autre type d'habitat). Ces différences sont en partie dues à la résolution spatiale des données THEIA qui, bien qu'élevée à l'échelle du territoire national, est trop faible pour distinguer les surfaces de petite taille (20 m).

L'objectif de cette méthode était de répondre ou d'avoir des pistes de réflexion sur les points suivants :

- Est-ce que les sites Suez (la partie des sites revégétalisée) sont toujours considérés comme une zone artificialisée par les différents outils existants et définissant l'occupation des sols ? Les cartographies OSO THEIA peuvent-elles rendre compte de la nature de la surface artificielle/naturelle ?

L'occupation du sol par les zones industrielles semble être bien identifiée dans les données THEIA, les surfaces revégétalisées sont considérées comme non artificielles mais ce n'est pas toujours le cas pour certaines surfaces (exemple pour les deux sites décrits précédemment). A l'échelle d'une ISD, elles peuvent permettre (pour les grandes superficies homogènes) de connaître la nature artificielle ou non d'un terrain. Leurs niveaux de détail et de précision ne suffisent cependant pas à cartographier les différents types d'habitats sur les sites Suez R&V France.

La nomenclature des données THEIA n'est donc pas assez détaillée pour répondre aux attentes de Suez et connaître la nature du complexe végétal des sites revégétalisés (quel type de végétation du site, quelles parcelles sont revégétalisées et de quelle façon).

Pour pallier ce manque d'informations, Suez R&V France devrait digitaliser l'ensemble de ses ISD en déterminant la nature des habitats/associations d'espèces présentes sur leurs sites en utilisant des Nomenclatures EUNIS ou CORINE Biotopes (classification des habitats) pour identifier les types d'habitats présents sur site (avec un référentiel commun à tous les sites Suez R&V France). Les surfaces à digitaliser étant supérieure à 2000 ha, le coût associé serait important.

5.4 Dispositif de suivi des actions biodiversité

Un tableau de suivi de l'avancement des actions et sous-actions du plan d'action Entreprises Engagées pour la Nature a été créé : *Annexe 14*

Pour chaque action du Plan d'action EEN, le tableau de suivi élaboré précise les sous actions et les différents critères pour rendre compte de l'avancement du plan d'action. Il est à compléter pour faciliter le suivi des actions du PA et permettre à l'OFB d'en vérifier l'avancement.

Les colonnes à compléter par sous action sont les suivantes :

Objectifs et attentes, nombre de site concernés (et liste des sites), description de la sous action, pilotes et contributeurs, moyens à disposition, budget alloué aux actions, temps alloué à la sous-action, Résultats attendus, Echéance de l'action, mise en place des actions déclinées par site, consommation du budget (en

%), Indicateurs de résultats (présentation des indicateurs par sous-action), Critère de réussite numéro 1 (taux d'avancement : % d'actions réalisées), Critère de réussite numéro 2 (efficacité des actions mises en place : suivi et impact positif ou non sur la biodiversité), Commentaires.

Les actions sont aussi justifiées en amont (*Annexe 14*) : quels sont les enjeux associés aux actions ?

Les différentes actions concernent la biodiversité, sa prise en compte notamment l'artificialisation du sol et la pollution lumineuse, le suivi des sites et des actions mises en place en faveur de la biodiversité, la présence de PA biodiversité sur les sites prioritaires, ... et autres actions à réaliser dans le cadre du PA EEN.

5.5 Ressources pédagogiques réalisées et mises à disposition

Document mis à disposition	Description du document
Bibliographie sur la pollution lumineuse et la Trame Noire	Une étude bibliographique de la pollution lumineuse et la trame noire et les impacts des sites de Suez R&V France est mise à disposition.
Fiche sur la pollution lumineuse	Cette fiche explicative décrit synthétiquement pourquoi Suez est concernée par la pollution lumineuse et quels sont ses impacts, certains paramètres à évaluer pour estimer cette pollution et pris en compte dans l'auto-diagnostic d'éclairage de la pollution lumineuse décrit dans la <i>partie 5</i> , et les mesures de réduction de cette pollution. Un exemple sur un site fictif du calcul des indicateurs évalués lors de l'auto-diagnostic par les sites y figure aussi. Cette fiche accompagne le questionnaire d'auto-diagnostic (IE, IPR, Exploitants).
Bibliographie sur l'artificialisation des sols	Une étude bibliographique de l'artificialisation des sols est mise à disposition (notamment pour les phases de conception et localisation du site).
Couches SIG sites à enjeux : ➤ Zonage biodiversité INPN ➤ TVB	Les couches SIG créées pour identifier les sites à enjeux pour la biodiversité sont à disposition. Elles renseignent sur la présence d'espaces protégés, d'inventaire, ... à proximité du site. De même pour les TVB.
Couches SIG : sites Suez R&V France par territoire	Couches regroupant les sites présents par territoire (découpage Suez R&V), par région, par département.
Tableau de synthèse des documents sur la biodiversité présents sur le serveur Suez R&V France	Ce tableau répertorie les documents en lien avec la biodiversité à disposition sur le serveur biodiversité de Suez par site avec un lien hypertexte d'accès au document. Il facilite l'accès aux documents aujourd'hui existants sur le serveur et sera à mettre à jour.
EXCEL récupération des données biodiversité	Un tableau Excel regroupant les données disponibles sur le serveur biodiversité, les sites concernés, les types de documents, et dates des derniers documents (IQE, suivi, étude faune flore) réalisés sur les sites sera mis à disposition.
Fiches retours d'expériences d'actions en faveur de la biodiversité	Réalisation d'une trame de fiche RETEX

Figure 24 : Ressources pédagogiques et d'accompagnement mises à disposition pour Suez R&V France

6 Discussion : Interprétation et critique des résultats

Les résultats du protocole d'identification de la pollution lumineuse permettent la définition d'une liste de sites prioritaires pour la prise en compte des enjeux de la pollution lumineuse, classés en fonction de leur ordre de priorité défini par leur proximité aux trames verte et bleue, en tenant compte des espaces naturels proches, des espaces faisant l'objet d'une protection, de zones d'inventaire. En plus de la définition de sites à enjeux cela permet d'identifier les zonages à proximité des sites Suez R&V France et offre des informations pouvant être utilisées en cas de projet d'extension de site pour par exemple connaître les enjeux de proximité.

Ensuite, le questionnaire d'auto-diagnostic de la pollution lumineuse, qui sera déployé sur les sites à enjeux (dans un premier temps sur les sites de priorité 1), est testé sur le site de Pontarlier. L'objectif est d'identifier les impacts possibles de l'éclairage du site sur la biodiversité en les diagnostiquant par une série de questions sur l'éclairage du site. Pour ce questionnaire les exploitants sont accompagnés d'Ingénieurs Environnement ou d'Ingénieurs Prévention des Risques ayant été sensibilisés au sujet pour limiter les erreurs possibles d'interprétation. Le questionnaire est créé de sorte à être facile à compléter, avec des informations essentiellement issues de données constructeurs ou facilement identifiables pour limiter le temps passé à renseigner ce questionnaire (estimé autour de 45 minutes si les informations sont déjà connues et rangées). Ce remplissage simplifié du questionnaire et l'accompagnement des sites doit permettre la récolte de données les plus fiables possibles et une qualité des réponses apportées limitant la gestion des erreurs lors de l'exploitation des données obtenues.

Il permettra le diagnostic et l'identification de mesures à mettre en place sur site pour limiter la pollution lumineuse (mesures disponibles dans l'étude bibliographique) afin de répondre aux objectifs du plan d'action biodiversité EEN avec le déploiement de mesures concrètes de lutte contre la pollution lumineuse sur 100% des sites à enjeux soit au minimum 84 sites à l'horizon 2025.

Les résultats du questionnaire réalisé sur le site de Pontarlier (regroupant plusieurs installations) mettent en évidence, dans un premier temps, la différence de gestion de l'éclairage entre l'unité de valorisation énergétique et l'unité de tri. Si une partie des lampadaires de l'UVE sont automatisés, les projecteurs situés devant le hall de déchargement du bâtiment de tri éclairent la nuit sans discontinuer.

En outre, la méconnaissance du directeur de site de l'arrêté du 27 décembre 2018 pour limiter la pollution lumineuse peut expliquer le peu de mesures de lutte contre celle-ci (même si le site fonctionne 24h/24 et est conforme à l'article 2 de l'arrêté, les autres articles ne semblent pas pris en compte). Il est aussi à noter que les données caractérisant l'éclairage et les dispositifs comme l'ULR et la température de couleur et les documents qui les contiennent (types de lampadaires installés sur site) sont difficiles à retrouver sur les sites moins récents. Cela souligne l'importance d'une formation et d'une sensibilisation sur la pollution lumineuse, les paramètres à évaluer en amont de l'envoi et la réalisation du questionnaire d'auto-diagnostic sur site (ainsi que l'accompagnement des gestionnaires de sites).

Dans la gestion de l'éclairage du site, il est nécessaire de tenir compte de l'éclairage lié à la sécurité des personnes. En effet, l'UVE fonctionne aussi la nuit, une présence sur site est donc requise. Une partie de l'éclairage fonctionne pour éviter les risques d'accidents et permettre la surveillance du site. Au niveau de l'UVE tous les lampadaires ne sont pas en fonctionnement la nuit (certains ne sont allumés que dans le cas où du personnel est présent à proximité). Cependant certaines sources lumineuses peuvent être supprimées : l'éclairage du bâtiment du client (Préval) par des lampes au sol de même que l'éclairage de façade ne sont pas réellement nécessaires et pourraient être éteints voire ôtés pour l'éclairage de façade encore en fonctionnement (il résulte surtout d'habitudes).

L'unité de tri semble être la principale nuisance lumineuse la nuit, notamment par les projecteurs situés devant le bâtiment. Au niveau des murs végétalisés, dix projecteurs sont aussi présents (éclairage du mur) et peuvent eux aussi être éteints.

La majeure partie du site est éclairée par des projecteurs à LED (en attente de confirmation des types de projecteurs, températures de couleurs et ULR) qui constituent une source importante de pollution lumineuse, notamment pour les projecteurs sans toit/auvent au-dessus (sept d'entre eux) et diffusant une

partie du flux émis vers le ciel. Ces dispositifs peuvent être réorientés vers le sol pour limiter la diffusion et la température de couleur être changée par une température inférieure à 3000 K (voire 2400 K) puisque les projecteurs ne peuvent pas tous être éteints.

Pour identifier les changements supplémentaires d'éclairage et les potentielles économies de consommation d'énergie, les réponses complètes du questionnaire sont nécessaires (ULR, température de couleur, coût de l'éclairage, horaires complets ...). Elles permettront dans un second temps une analyse des actions et les coûts afférents à la mise en place de mesures sur site.

Protocole à mettre en place sur les sites : identification des possibles erreurs

Le questionnaire d'auto-diagnostic de la pollution lumineuse permet d'identifier des points négatifs dans la gestion de l'éclairage actuel du site et d'identifier les changements de gestion qu'il est possible d'effectuer en fonction de l'activité du site. Il permet aussi de récolter des réponses d'exploitants quant à leur connaissance de leur site pour l'éclairage et la conformité du site ou non à l'arrêté du 27 décembre 2018 (est-il soumis à l'arrêté ? conforme ?).

Le protocole d'auto-diagnostic de la pollution lumineuse peut faire l'objet d'erreur d'interprétation et poser une difficulté pour les exploitants en cas d'erreur de gestion de données. La rapide réalisation de ce protocole implique une bonne gestion des données liées à l'éclairage du site comme les caractéristiques de chaque type de lampadaire présent sur site. L'ancienneté de l'installation d'éclairage et le changement d'exploitant de site peuvent expliquer la perte du document de référence. Dans ce cas la comparaison de l'éclairage présent sur site avec des données issues de catalogues d'éclairage est possible. Il est à noter toutefois que l'article 5 de l'arrêté du 27 décembre 2018 prévoit que « le gestionnaire tient à la disposition des agents réalisant les contrôles de conformité au présent arrêté les données techniques suivantes concernant les installations lumineuses dont il a la charge ».

La mise en place de mesures de lutte contre la pollution lumineuse et d'un auto-diagnostic de l'éclairage sur site s'inscrit dans le Plan d'action biodiversité « Entreprises Engagées pour la Nature ». Une action d'information et sensibilisation des fonctions supports, exploitants de sites et autres salariés de Suez R&V France sur le sujet est donc nécessaire. Cependant celle-ci n'a pas encore été réalisée ce qui implique d'informer au préalable sur le sujet et sur les ambitions de Suez R&V France les Ingénieurs environnement et autres personnes intervenant dans la gestion de la pollution lumineuse pour mobiliser les exploitants de sites sur le sujet. En effet, le manque de visibilité sur les objectifs de Suez R&V France en termes de biodiversité, sur le planning de déploiement des actions en faveur de celle-ci (dont l'auto-diagnostic de la pollution lumineuse découle), sur l'utilité des actions et les objectifs associés peut être défavorable à l'engagement des Business Line (BL) et des exploitants pour la biodiversité (moyens et budget alloués).

Pour un bon déroulement du diagnostic et de la mise en place de mesures de réduction de la pollution lumineuse par les exploitants, les questions suivantes doivent être clarifiées pour obtenir des actions concrètes de la part des exploitants de sites : comment mobiliser l'exploitant, partie prenante de l'auto-diagnostic et des achats éventuels, dans le remplacement de l'éclairage ?

Un problème de gestion de la documentation et des informations sur le matériel d'éclairage du site semble exister (nombreuses questions sur où trouver les informations de l'éclairage en place nécessaires au diagnostic), notamment sur les anciens sites qui peuvent avoir perdu ces informations. Le manque de communication sur le Plan d'action biodiversité de Suez duquel découlent ces mesures permet aussi de souligner la nécessité d'une sensibilisation des IE, IPR et exploitants qui sera faite en amont de l'auto-diagnostic. Ce sont des points de vigilance identifiés qui devront être résolus ou limités pour éviter une mauvaise compréhension/réalisation/interprétation de l'auto-diagnostic.

Le manque de transmission des informations sur les sites fermés/ouverts, sur les sites ayant cessé leurs activités ou n'appartenant plus à Suez induit aussi des erreurs et un ralentissement (de nombreuses corrections sont réalisées pour l'identification des sites prioritaires et des ajustements nécessaires) de la mise en place des actions (biodiversité ou autre) sur site, peut induire des erreurs dans le reporting et est donc un point à surveiller (point de vigilance supplémentaire).

Pour limiter le biais existant, les exploitants seront accompagnés d'un IPR (Ingénieur Prévention Risques) ou d'un IE (ingénieur environnement) sensibilisé à la pollution lumineuse et au diagnostic de celle-ci sur les sites Suez R&V France.

D'autres sources d'erreurs peuvent exister :

Identification des sites à enjeux pour la pollution lumineuse et leur classement : limites identifiées

Les résultats sont obtenus à partir des données de l'INPN et des TVB (SRCE) et présentent des incertitudes liées à la digitalisation (interprétation des superficies, évolution temporelle).

Les sites et leur localisation obtenue à partir des couches de SUEZ engendrent eux aussi des incertitudes ; en effet si la majorité des ISD (les Installations de stockage de déchets ayant une forte emprise foncière de plus d'un hectare) sont digitalisées ce n'est pas le cas des plus petits sites comme les sites de TRI, les UVE ou les installations de compostage (plus faible emprise foncière). Un rayon de 25 mètres autour du point situé au centre du site représente l'emprise foncière sur laquelle se situe le site. La superficie au sol du site peut donc être légèrement sous-estimée ou surestimée par rapport à sa réelle surface. Ainsi, les critères de sélection des sites à enjeux décrits précédemment, notamment pour les sites prioritaires 1 (46 sites), peuvent entraîner le choix de sites situés à proximité de zonages de protection, de ZNIEFF1 ou de trames vertes et bleues mais pas sur un tel zonage et inversement, des sites peuvent ne pas être sélectionnés comme priorité 1 (ils le seront cependant en priorité 2 avec un rayon de 250 m autour du site) alors qu'ils sont sur un tel zonage.

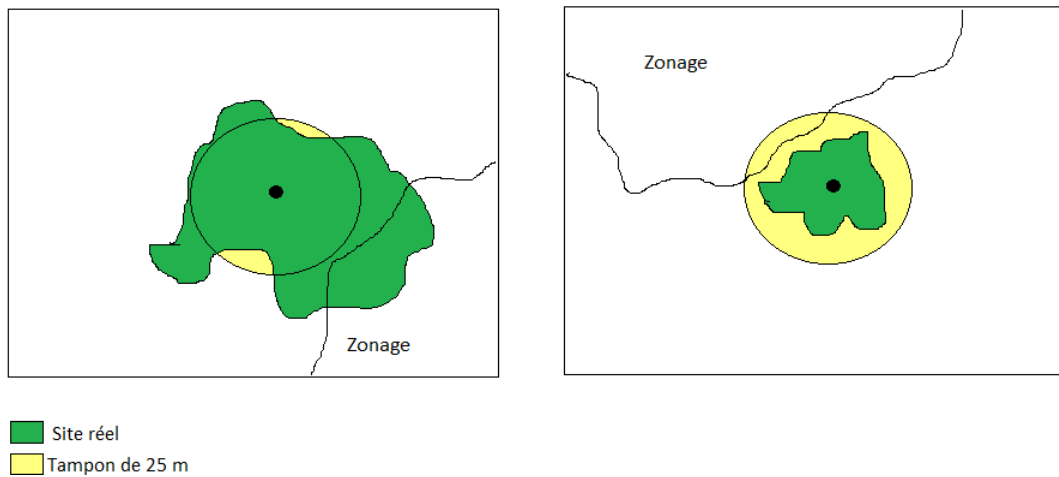


Figure 25 : Erreurs possibles pour la sélection des sites par un rayon de 25 m

De plus les sites en conception ou très récents (n'étant pas intégrés dans les données utilisées pour l'identification des sites à enjeux) ne sont pas pris en compte dans cette sélection de sites ce qui implique une mise à jour des données par la suite (et mise à jour annuelle nécessaire).

La digitalisation des sites de grande emprise permet cependant de limiter ces sources d'erreurs.

La priorisation, vis-à-vis des moyens disponibles, de certains sites par rapport à d'autres, relève d'un choix de privilégier les sites les plus proches des trames vertes et bleues et donc plus susceptibles d'avoir un impact sur la biodiversité (Couches SIG du SRCE) qui est un critère parmi d'autres choisi par rapport à son lien avec l'identification de trame noire et la disponibilité de données sur l'ensemble de la France (et donc l'ensemble des sites).

Autre point :

Les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité sont majoritairement étudiés chez les chiroptères ; les premières questions de l'auto-diagnostic portent sur les groupes présents sur sites et espèces présentes pour les chiroptères et amphibiens (qui comptent des espèces protégées et sont fortement impactés par cette pollution). Les groupes suivants : chiroptères, mammifères non volants,

insectes, amphibiens, reptiles, oiseaux restent très généraux et des différences d'impact de la pollution entre les différentes espèces constitutives du groupe biologique existent (exemple chez les chiroptères). La mise en place de couloirs sombres est cependant favorable à l'ensemble de ces espèces notamment à celles les plus vulnérables aux activités anthropiques (généralement les plus rares).

Dans le diagnostic, tous les paramètres liés à la pollution lumineuse ne sont pas évalués : ils ont été choisis en fonction de leur faisabilité sur site. Il peut donc être complété par d'autres indicateurs et faire l'objet d'un suivi des effets de la gestion de l'éclairage sur la biodiversité présente sur site.

De plus, tous les sites identifiés comme à enjeux (notamment de priorité 1) n'ont pas fait l'objet d'inventaire/de suivi de la biodiversité ou d'IQE récemment. Pour ces sites l'identification de l'évolution de la biodiversité présente sur site ne pourra pas être comparée avec un état ante-mesure de gestion. Si le site en a la possibilité, faire un inventaire en amont de la mise en place de mesures de gestion de la pollution lumineuse permettrait d'avoir un élément de comparaison lors de l'évaluation de l'efficacité des mesures mises en place sans que cela ralentisse la mise en place de ces mesures. D'un point de vue opérationnel, toute évolution favorable de la pollution lumineuse pourra avoir un impact favorable sur la biodiversité.

Identification des possibles erreurs sur l'artificialisation :

Si les données THEIA sont précises, elles datent de 2017 (disponibles en format SIG) donc des changements ont pu être effectués depuis, d'autant que l'évolution de l'occupation du sol et des habitats naturels des installations de stockage de déchets sont rapides. La nomenclature est peu détaillée et ne rend pas bien compte des différents types d'habitats sur site, la précision est nécessaire à Suez R&V France sur ces sites (petites échelles), pour connaître la nature des espaces végétalisés sur leurs sites.

D'autres biais que ceux temporels existent pour ces données qui sont issues d'images satellitaires et des possibles confusions entre différents types d'occupation du sol sont un risque.

Si l'utilisation de ces données a permis de vérifier que certains espaces de Suez sont considérés comme naturels sur leurs sites, les imprécisions et le manque d'informations sur ces sites nécessiteraient une détermination et une cartographie des types d'habitats plus précise. La récupération des données d'inventaire, d'IQE, d'IPE réalisés sur site (récente et en format SIG) pourrait pallier le manque de précision des cartographies d'occupation du sol THEIA pour les ISD par des données prises sur le terrain.

S'agissant des projets en conception, le choix de la zone d'étude en fonction des potentialités écologiques, des espaces à proximité et des alternatives pour limiter l'impact sur le milieu naturel de l'artificialisation en amont d'une construction d'une ISD, est nécessaire (la bibliographie permettra de renseigner à ce sujet lors de leur conception). Cependant, le choix d'implantation ne relève pas toujours de la volonté de l'entreprise qui est souvent tributaire du choix des collectivités en termes d'emprise foncière. Dans ce cas limiter les impacts de l'artificialisation des sols sur la biodiversité est toujours possible.

Lors de la phase travaux, adapter les périodes de travaux aux espèces présentes sur site (période d'activité), mettre une signalétique pour délimiter les zones à artificialiser en veillant à limiter les interventions sur les espaces naturels adjacents sont aussi à privilégier. De même, lors de l'exploitation du site, la végétalisation des espaces artificiels (parking, toitures, revégétalisation de casier ...) par des espèces locales, une stratification diversifiée, l'adaptation de la gestion du site aux espèces présentes, la préservation de corridors écologiques permettent de limiter les effets négatifs de l'artificialisation (notamment l'imperméabilisation) des sols et de garder des espaces plus facilement « renaturables » (si non imperméabilisés) sur le site. Il convient en outre de prévoir la gestion de la fin d'exploitation d'un site dès sa conception.

7 Conclusion et perspectives

La déclinaison du plan d'actions en faveur de la biodiversité élaboré par l'entreprise Suez R&V France pour répondre à son engagement au dispositif « Entreprises Engagées pour la Nature » a suscité l'ouverture de missions d'assistance au Chargé de biodiversité.

Le dispositif de suivi de l'avancement du Plan d'Action consiste en un tableau Excel simple et facile à compléter reprenant les différents champs nécessaires au suivi.

L'étude bibliographique réalisée sur la pollution lumineuse a donné lieu à l'élaboration d'un document ciblant les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité, les caractéristiques des installations d'éclairage artificiel et les indicateurs de mesure de la pollution lumineuse. Elle a permis d'intégrer les sites Suez R&V et leur impact potentiel, de proposer une démarche de réduction de la pollution lumineuse, à même de diminuer également le coût et l'énergie utilisée. Pour démultiplier l'information, en permettre l'appropriation par les ingénieurs environnement et sensibiliser les sites, le document et une synthèse sont mis à disposition sur le serveur Biodiversité de Suez.

Le protocole mis en place pour la détermination des sites à enjeux et l'utilisation du logiciel QGIS et des couches SIG appropriées, a mis en exergue les sites dont l'éclairage artificiel génère a priori un fort impact sur la biodiversité. Sont retenus les sites ayant, dans un rayon de 25 m ou sur site (priorité 1), dans un rayon de 250 m (priorité 2), dans un rayon de 500 m (priorité 3) un ou plusieurs zonages INPN et trames vertes et bleues.

Les résultats de cette analyse mis en regard avec les contraintes de Suez R&V ont amené à identifier 84 sites sur les 280 sites ouverts et à les prioriser. Pour connaître la réalité des installations d'éclairage et leurs caractéristiques sur ces sites à enjeux, un auto-diagnostic simple, construit en intégrant les avis et propositions des ingénieurs environnement et testé sur le site de Pontarlier est immédiatement disponible et utilisable et ne nécessite pas de surcoût.

Les bases du déploiement de l'action visant à réduire la pollution lumineuse de 100% des installations à enjeux sont prêtes. Une action de formation et sensibilisation des responsables de sites, Ingénieurs Environnement et Ingénieurs Prévention des Risques qui les accompagneront dans leur auto-diagnostic sur la pollution lumineuse sera mise en place vraisemblablement à partir du mois de septembre. A l'appui du diagnostic, en fonction de l'état des lieux de la pollution lumineuse évitable évaluée par les sites et des solutions possibles intégrées dans la bibliographie, des actions concrètes de réduction de cette pollution pourront alors être validées et mises en œuvre à court et moyen terme sur les sites prioritaires déterminés. La première question simple à se poser étant « cet éclairage, ce lampadaire est-il nécessaire ? ». Ne garder que l'éclairage artificiel indispensable, réduire le temps d'éclairage, opter pour des températures de couleur inférieures à 2700 K, limiter la diffusion de lumière au-dessus de l'horizontale (ULR<1%) et aménager des couloirs sombres pour la biodiversité (espacements des lampadaires). Comme le prévoit la suite du protocole, après mise en place sur site de mesures de réduction de la pollution lumineuse, des retours d'expérience et valorisation des bonnes pratiques seront à réaliser dans un objectif de partage d'informations et d'amélioration.

Comme précédemment mentionné, toute réduction de l'éclairage artificiel réduit la consommation énergétique et son coût.

Parmi les perspectives sur la réduction de la pollution lumineuse, il serait souhaitable d'inventorier les espèces présentes sur site en amont de la mise en place de mesures de réduction de la pollution lumineuse puis après leur déploiement (un an après par exemple, puis cinq ans) pour estimer l'évolution de la biodiversité présente sur site (attentes : évolution supposée positive de l'état de la biodiversité sur et à proximité du site).

Il est à noter par ailleurs que le MNHN développe actuellement un indicateur de suivi de l'état de la biodiversité basé sur les chiroptères et donc potentiellement adapté à la pollution lumineuse, et identifie, sur un site pilote, comment estimer les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité.

Concernant l'artificialisation des sols et ses impacts, une étude bibliographique a été réalisée. Ce document, précisant les impacts, les indicateurs pour quantifier l'artificialisation des sols et les solutions pour la limiter est mis à disposition sur le serveur biodiversité de Suez R&V France. L'étude permettra surtout la prise en compte de l'objectif ZAN en amont du choix d'un site pour le développement d'un projet de recyclage et de valorisation des déchets. Les ISD, compte tenu de leur forte emprise foncière, sont des sites prioritaires. Plusieurs paramètres devront alimenter la réflexion : par exemple, éviter l'implantation du site à proximité de zones protégées, d'espaces d'intérêt pour la biodiversité (ZNIEFF, Natura2000), n'imperméabiliser que la surface nécessaire (limiter l'imperméabilisation des parcs de stationnement par exemple), réhabiliter d'anciennes friches industrielles, connaître l'ensemble du foncier existant pour privilégier celui qui aura le moins d'impact sur la biodiversité. Toutefois, comme Suez R&V France est amenée à construire des installations sur des terrains appartenant à des collectivités, une synergie avec ces collectivités devrait être déployée sur des sujets comme l'artificialisation des sols et la pollution lumineuse même si la sensibilisation des collectivités n'est pas du ressort de l'entreprise.

D'autres actions préservant des îlots de biodiversité sur les sites peuvent être envisagées lors de la conception comme les toitures végétalisées, la végétalisation des zones du site non utilisées, ...

Suez a déjà œuvré en faveur de la biodiversité sur ses sites, en particulier par une revégétalisation des casiers fermés de leurs ISD (exemple : création de pelouses sèches sur les parties fermées du site). Actuellement, des actions de revégétalisation avec des essences locales se développent (l'utilisation de mélange de semences labellisées « végétal local »).

Une fiche de retour d'expérience permettant de valoriser les bonnes pratiques et de cibler des améliorations envisageables en cas de difficultés rencontrées a été conçue. La fiche réalisée à partir de la revégétalisation du site Huiron est un premier pas vers une généralisation de ces pratiques.

Ainsi, les éléments pour animer une démarche de réduction de l'artificialisation des sols sont prêts.

La volonté de prendre en compte la biodiversité et d'œuvrer en faveur de sa protection est une réalité dans l'entreprise Suez, des expérimentations comme de l'éco pâturage, des hôtels à insectes, des nichoirs sont mises en place sur certains sites. Mais le changement des mentalités et de penser les installations en priorisant la sauvegarde de la biodiversité reste insuffisant. La question des éclairages artificiels non indispensables a largement été soulevée, mais de la même manière il est étonnant de voir des pelouses bien tondues sur des espaces des sites qui pourraient être autant de réservoirs de biodiversité. Une conduite du changement, des actions répétées de communication et sensibilisation multicanales (newsletters biodiversité, boîte à idées, fresque de l'environnement ...) ajoutées à l'objectif de l'entreprise d'indexer la part variable de rémunération à des objectifs en faveur de la biodiversité et des moyens adaptés devraient permettre d'évoluer favorablement.

8 Bibliographie

CONTEXTE :

(1) FRANCE, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, Commissariat général au développement durable, **Trajectoires vers l'objectif « Zéro Artificialisation Nette » : Éléments de méthode** [en ligne] décembre 2019 [consulté le 09/04/2021]

< <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20Trajectoires%20vers%20l%E2%80%99objectif%20z%C3%A9ro%20artificialisation%20nette.pdf> >

(2) Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), **Plan stratégique 2011-2020 pour la diversité biologique** [en ligne] 2011 [consulté le 17/07/2021]

< <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheet-sp-fr.pdf> >

(3) COMMISSION EUROPEENNE, **La stratégie biodiversité de l'UE à l'horizon 2020** [en ligne] décembre 2011 [consulté le 17/07/2021]

< https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet_FR.pdf >

(4) COMMISSION EUROPEENNE, **Un pacte vert pour l'Europe** [en ligne] 2020 [consulté le 18/07/2021]

< https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr >

(5) COMMISSION EUROPEENNE, **Un pacte vert pour l'Europe** [en ligne] 2020 [consulté le 18/07/2021]

< https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/QANDA_20_886 >

(6) Vie publique, **Environnement : l'essentiel de la loi Grenelle II** [en ligne] juillet 2019 [consulté le 18/07/2021] < <https://www.vie-publique.fr/eclairage/268502-environnement-lesessentiel-de-la-loi-grenelle-2> >

(7) MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages [en ligne] août 2017 [consulté le 23/06/2021] < <https://www.ecologie.gouv.fr/loi-reconquete-biodiversite-nature-et-des-paysages> >

(8) MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, Comité interministériel biodiversité, **Plan Biodiversité** [en ligne] juillet 2018 [consulté le 10/07/2021]

< https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/18xxx_Plan-biodiversite-04072018_28pages_FromPdf_date_web_PaP.pdf >

(9) MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, Pollution lumineuse et réglementation [en ligne] mai 2021 [consulté le 18/07/2021] < <https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lumineuse> >

(10) SUEZ, Des activités au service de l'environnement [en ligne] [consulté le 12/06/2021]

< <https://www.suez.fr/fr-fr/nous-connaitre/qui-sommes-nous> >

(11) AGENCE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **Qu'est-ce qu'un déchet ?** [en ligne] ADEME décembre 2020 [consulté le 27/07/2021] < <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/reduire-cout-dechets/quest-quun-dechet> >

(12) SICTOBA, **Les casiers d'enfouissement schéma de principe** [en ligne] [consulté le 09/03/2021]

< <http://www.sictoba.fr/Les-casiers-d-enfouissement.html> >

(13) AGENCE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **Les centres de tri des déchets** [en ligne] ADEME juin 2018 [consulté le 27/07/2021] < <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-laction/tri-pretraitement/dossier/centres-tri-dechets/centres-tri-dechets> >

>

(14) AGENCE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **Valorisation énergétique** [en ligne] ADEME [consulté le 27/07/2021] < <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-laction/valorisation-energetique> >

POLLUTION LUMINEUSE

(15) JEDIDI H., DEPIERREUX F., JEDIDI Z., BECKERS A., **LA POLLUTION LUMINEUSE : Entre écologie et santé**, *Rev Med Liège* [en ligne] 2015, vol. 70 n°11 p 557-562 [consulté le 29/03/2021]

< <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/176146/1/RevueM%C3%A9dicale-Jedidi2015.pdf> >

(16) SIBLET Jean-philippe, DUCROUX Anne-marie, **Pollution lumineuse et biodiversité : un enjeu pour l'ensemble du territoire**, *Espaces naturels* [en ligne], Janvier 2017, n°57 [consulté le 20/03/2021]

< <http://www.espaces-naturels.info/pollution-lumineuse-et-biodiversite-enjeu-pour-ensemble-territoire> >

(17) FALCHI Fabio, CINZANO Pierantonio, DURISCOE Dan, C. M. KYBA Christopher, D. ELVIDGE Christopher, BAUGH Kimberly, A. PORTNOV Boris, A. RYBNIKOVA Nataliya, FURGONI Riccardo, **Un nouvel atlas mondial de la luminosité artificielle du ciel nocturne**, 10 juin 2016, *Science Advances* [en ligne] Vol. 2 n° 6 [consulté le 26/03/2021] < https://www.nuitfrance.fr/fichiers/falchi_et_al_2016_fr.pdf >

(18) CENTRE DE RESSOURCES POUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA TRAME VERTE ET BLEUE, **Trame Noire** [support vidéo en ligne], groupe d'échange sur la Trame Noire 2019, [consulté le 16/03/2021]

< <http://www.trameverteetbleue.fr/vie-tvb/groupe-echange-tvb/trame-noire> >

(19) DarkSkyLab, **Cartes de France de pollution lumineuse par ciel clair et par ciel couvert** [en ligne] août 2018 [consulté le 24/03/2021] < <https://darks skylab.com/blog.html> >

(20) CALLUM J. MACGREGOR, MICHAEL J. O. POCOCK, RICHARD FOX, DARREN M. EVANS, **Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: a review** [en ligne] 2015, *Ecological Entomology* [consulté le 15/04/2021] < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/een.12174> >

(21) SIBLET Jean-philippe, Service du Patrimoine Naturel, Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité, **Impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité, Synthèse bibliographique Rapport SPN Service du Patrimoine Naturel [en ligne]** Août 2008, Convention MEEDDAT / MNHN 2008, fiche n°2 [consulté le 02/04/2021]

< http://spn.mnhn.fr/spn_rapports/archivage_rapports/2008/SPN%202008%20-%208%20-%20Rap-SPN%20POLLUX.pdf >

(22) BARRÉ Kevin, KERBIRIOU Christian, ING Ros-Kiri, BAS Yves, AZAM Clémentine, LE VIOL Isabelle & SPOELSTRA Kamiel, **Bats seek refuge in cluttered environment when exposed to white and red lights at night** [en ligne] Janvier 2021, *Movement Ecology*, vol. 9, n° 3, [consulté le 16/04/2021]

< <https://movementecologyjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40462-020-00238-2> >

(23) TOUZOT M., LENGAGNE T., SECONDI J., DESOUHANT E., THÉRY M., DUMET A., DUCHAMP C., MONDY N., **Artificial light at night alters the sexual behaviour and fertilisation of anurans** [en ligne] 2019, Université Lyon 1, *Environmental Pollution* [consulté le 19/04/2021] < <https://www.univ-lyon1.fr/actualites/la-lumiere-artificielle-nocturne-affecte-elle-la-reproduction-du-crapaud-commun> >

(24) WISE Sharon, **Studying the ecological impacts of light pollution on wildlife: Amphibians as models** [en ligne] 2007, Department of Biology. Utica College, Utica, NY U.S.A., [consulté le 19/04/2021]

< <https://www.rosemonteis.us/files/references/wise-2007.pdf> >

(25) CEREMA, **Adapter l'éclairage aux enjeux de biodiversité du territoire**, série de fiche AUBE, 2020, [consulté le 25/03/2021]

(26) CONSEIL D'ARCHITECTURE, D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT DE LA VENDÉE (CAUE), OLIVIER SAUZEREAU, **Retour sur la conférence, Pollution lumineuse : comment concilier les éclairages artificiels, l'homme et la biodiversité** [en ligne] 2019 [consulté le 21/04/2021]

< <https://www.caue85.com/retour-sur-la-conference-la-pollution-lumineuse/> >

(27) ASSOCIATION FRANÇAISE D'ECLAIRAGE, **L'éclairage dans le monde** [en ligne] 2019 [consulté le 17/04/2021] < <http://www.afe-eclairage.fr/afe/l-eclairage-en-chiffres-26.html> >

- (28) BOUGHRIET Rachida, **Eclairage public : quelles solutions pour réduire la facture énergétique et la pollution lumineuse ?** [en ligne], Actu Environnement, 2009 [consulté le 18/03/2021] <https://www.actu-environnement.com/ae/news/etde_solutions_eclairage_public_pollution_lumineuse_energie_8182.php4>
- (29) FRANCE, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses** [en ligne] journal officiel n° 0300 du 28 décembre 2018 [consulté le 12/03/2021] < [Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](https://www.legifrance.gouv.fr/arrêté-du-27-décembre-2018-relatif-a-la-prevention-a-la-reduction-et-a-la-limitation-des-nuisances-lumineuses) >
- (30) FRANCE, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses** [en ligne] 25 novembre 2020 [consulté le 12/03/2021] < <https://www.ecologie.gouv.fr/arrête-du-27-décembre-2018-relatif-prevention-reduction-et-limitation-des-nuisances-lumineuses#e0> >
- (31) CEREMA, **Prescriptions fiches techniques, Les prescriptions techniques et les contrôles de conformité détaillés dans l'arrêté ministériel "nuisances lumineuses"** [en ligne] 2019, articles 3 et 5 [consulté le 22/03/2021] < <https://www.cerema.fr/fr/actualites/prescriptions-techniques-contrôles-conformite-detailles#:~:text=Le%20code%20de%20flux%20CIE,dans%20tout%20l'h%C3%A9misph%C3%A8re%20inf%C3%A9rieur> >
- (32) SORDELLO Romain, JUPILLE Olivier ; VAUCLAIR Sébastien ; -LEGAGNEUR SALMON Léa ; DEUTSCH Éloïse, FAURE Baptiste, **Trame noire : un sujet qui « monte » dans les territoires** [en ligne] 2018 [consulté le 22/03/2021] < <http://www.set-revue.fr/trame-noire-un-sujet-qui-monte-dans-les-territoires> >
- (33) SORDELLO Romain, AZAM Clémentine, AMSALLEM Jennifer, BAS Yves, BILLON Lucille, BUSSON Samuel, CHALLEAT Samuel, KERBIRIOU Christian, LE VIOL Isabelle, NGUYEN DUY - BARDAKJI Bastien, VAUCLAIR Sébastien, VERNY Paul, **Construire des indicateurs nationaux sur la pollution lumineuse : Réflexion préliminaire [en ligne]** 2018, n°2018-107 [consulté le 25/03/2021] < https://inpn.mnhn.fr/docs/trame_noire/Patrinat-2018-107-180613_Indicateurs_Nationaux_Pollution_Lumineuse.pdf >
- (34) SORDELLO Romain, **Pollution lumineuse : longueurs d'ondes impactantes pour la biodiversité : exploitation de la synthèse bibliographique de Musters et al.** [en ligne] 2009, *Rapport Patrinat* n°2017-117, 2017 [consulté le 25/03/2021] < [Pollution lumineuse : longueurs d'ondes impactantes pour la biodiversité, Rapport Patrinat n°2017-117](https://www.patrinat.fr/fr/actualites/pollution-lumineuse-et-biodiversite-impacts-et-solutions-6493) >
- (35) OFB, SORDELLO Romain, PAQUIER Fabien, DALOZ Aurélien, **Guide Trame Noire : Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre** [en ligne] mars 2021, [consulté le 23/04/2021] < <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/trame-noire-methodes-delaboration-outils-mise-en-oeuvre> >
- (36) CEREMA, **Comprendre l'arrêté ministériel du 27 décembre 2018 relatif aux nuisances lumineuses**, septembre 2020, fiche Aube n°4
- (37) Patrinat, **Pollution lumineuse et biodiversité : impacts et solutions. L'éclairage nocturne génère une pollution lumineuse qui perturbe la biodiversité. Que sait-on de ces impacts et comment agir ? Une vidéo de l'UMS PatriNat/AFB fait le point** [en ligne] 2019 [consulté le 16/03/2021] < <https://www.patrinat.fr/fr/actualites/pollution-lumineuse-et-biodiversite-impacts-et-solutions-6493> >
- (38) LE TALLEC THOMAS, **Quel est l'impact écologique de la pollution lumineuse ?** Encyclopédie de l'environnement [en ligne] 2018 [consulté le 24/03/2021] < <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/limpact-ecologique-de-pollution-lumineuse/> >

(39) OREE, Entreprise territoires et environnement, **Guide interactif pour la gestion des risques liés à l'environnement**, Image pollution lumineuse et type de lampadaires [en ligne] [consulté le 07/04/2021] < <http://risquesenvironnementaux-collectivites.oree.org/le-guide/risques-mon-territoire/sante-environnement/pollution-lumineuse.html> >

(40) Site d'informations sur l'environnement nocturne et la maîtrise de la pollution lumineuse, France Nature Environment, **Les étiquettes environnementales de l'Arrêté du 27 décembre 2018** [en ligne] 10 août 2019 [consulté le 24/03/2021] < <http://wikinight.free.fr/index.php/2019/08/10/les-etiquettes-environnementales-de-larrete-du-27-decembre-2018/> >

(41) Le Monde, **Doit-on couper l'éclairage public de nuit ?** [en ligne] 04 juillet 2012 [consulté le 27/07/2021] < https://www.lemonde.fr/planete/article/2012/07/03/doit-on-couper-l-eclairage-public-de-nuit_1728446_3244.html >

(42) actuStrasbourg, **Faut-il éteindre les lumières la nuit ? Voici comment Schiltigheim lutte contre la pollution lumineuse** [en ligne] 21 juillet 2021 [consulté le 27/07/2021] < https://actu.fr/grand-est/schiltigheim_67447/faut-il-eteindre-les-lumieres-la-nuit-voici-comment-schiltigheim-lutte-contre-la-pollution-lumineuse_43144945.html >

(43) Francebleu, **La ville de Schiltigheim éteint 50% de ses lampadaires la nuit pour lutter contre la pollution lumineuse** [en ligne] 29 juin 2021 [consulté le 27/07/2021] < <https://www.francebleu.fr/infos/societe/la-ville-de-schiltigheim-eteint-50-de-ses-lampadaires-la-nuit-pour-lutter-contre-la-pollution-1624895761> >

ARTIFICIALISATION DES SOLS

(44) FRANCE, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **Artificialisation des sols** [en ligne] 12 juillet 2021 [consulté le 15/07/2021] < <https://www.ecologie.gouv.fr/artificialisation-des-sols> >

(45) FRANCE, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **CORINE Land Cover** [en ligne] décembre 2018 [consulté le 06/04/2021] < <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0> >

(46) FRANCE, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **Projet de loi Climat & Résilience : les députés ont voté les mesures contre la bétonisation : ça change quoi dans nos vies ?** [en ligne] avril 2021 [consulté le 24/04/2021] < <https://www.ecologie.gouv.fr/projet-loi-climat-resilience-deputes-ont-vote-mesures-contre-betonisation-ca-change-quoi-dans-nos> >

(47) CEREMA, **Mesure de l'artificialisation à partir de fichiers fonciers : Définition, limites et comparaison avec d'autres sources** [en ligne] juin 2019 [consulté le 16/04/2021] < <https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/sites/artificialisation/files/inline-files/definition%20artificialisation%20FF%20V3.pdf> >

(48) FRANCE, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, Commissariat général au développement durable, **Évaluation du taux d'artificialisation en France : comparaison des sources Teruti-Lucas et fichiers fonciers** [en ligne] août 2019 [consulté le 20/04/2021] < <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-08/datalab-56-evaluation-du-taux-d-artificialisation-en-france-aout2019.pdf> >

(49) INSEE, **Indicateurs de richesse nationale, Artificialisation des sols** [en ligne] 20 décembre 2020 [consulté le 05/04/2021] < <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3281689?sommaire=3281778> >

(50) France Stratégie, FOSSE Julien, BELAUNDE Julia, DEGREMONT Marie, GREMILLET Alice, **Objectif « Zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ?** [en ligne] juillet 2019 [consulté le 06/04/2021] Rapport, < <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-2019-artificialisation-juillet.pdf> >

(51) France Stratégie, FOSSE Julien, BELAUNDE Julia, DEGREMONT Marie, GREMILLET Alice, **Objectif « Zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ?** [en ligne] octobre 2019, document de travail, n°2019-04 [consulté le 06/04/2021] < <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-dt-zero-artificialisation-nette-octobre-2019.pdf> >

- (52) Portail d'artificialisation des sols, **L'artificialisation et ses déterminants d'après les Fichiers fonciers** [en ligne] janvier 2018 [consulté le 24/06/2021] < <https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/determinants-artificialisation-2009-2018> >
- (53) Eaufrance, **Limiter les impacts de l'artificialisation : artificialisation des milieux pressions sur les milieux et risques** [en ligne] avril 2019 [consulté le 24/04/2021] < <https://www.eaufrance.fr/limiter-les-impacts-de-lartificialisation> >
- (54) INRA et IFSTTAR, **Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols : déterminants, impacts et leviers d'action** [en ligne] décembre 2017, Résumé de l'expertise scientifique collective [consulté le 24/04/2021] < <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/artificialisation-des-sols-synthese-en-francais-1.pdf> >
- (55) Portail de l'artificialisation des sols, **L'enquête Teruti-Lucas** [en ligne] [consulté le 15/04/2021] < <https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/bases-donnees/teruti-lucas> >
- (56) THEIA, **Carte d'occupation des sols de la France métropolitaine** [en ligne] 2017, données SIG format vecteur ESRI Shapefile [consulté le 11/05/2021] < <https://www.theia-land.fr/product/carte-doccupation-des-sols-de-la-france-metropolitaine/> >
- (57) CEREMA, **L'artificialisation et ses déterminants d'après les Fichiers fonciers** [en ligne] janvier 2018 [consulté le 14/04/2021] < <https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/sites/artificialisation/files/fichiers/2020/06/rapport%20V3%20complet.pdf> >
- (58) ECOLE NATIONALE DU GENIE RURAL DE L'EAU ET DES FORETS, BISSARDON Miriam et, GUIBAL Lucas, RAMEAU Jean-claude, **CORINE biotopes** [en ligne] CORINE biotope 1997 [consulté le 17/04/2021] < http://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Corine_biotopes_1997_cle7111a6.pdf >
- (59) Portail de l'artificialisation des sols, **Artificialisation ?** [en ligne] 20 décembre 2020 [consulté le 09/04/2021] < <https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/> >
- (60) La banque des territoires, **Aménagement : le gouvernement souhaite un lancement rapide de ses nouveaux outils** [en ligne] mars 2019 [consulté le 21/04/2021] < <https://www.banquedesterritoires.fr/amenagement-le-gouvernement-souhaite-un-lancement-rapide-de-ses-nouveaux-outils-ort-ppa> >
- (61) UNAM (Union National des Aménageurs), **Les français, les maires et l'objectif "Zéro Artificialisation Nette"** [en ligne] janvier 2021 [consulté le 07/04/2021] < <https://www.unam-territoires.fr/les-francais-les-maires-et-lobjectif-zero-artificialisation-nette/> >
- (62) FRANCE, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, **Plan national de lutte contre les logements vacants** [en ligne] juillet 2021 [consulté le 27/07/2021] < <https://www.ecologie.gouv.fr/plan-national-lutte-contre-logements-vacants> >
- (63) OFB, **Concevoir des suivis faune/flore : la fragmentation des habitats** [en ligne] 2020 [consulté le 07/04/2021] < <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/527> >
- (64) CEREMA, **Artificialisation des sols : quelle dynamique ?** [en ligne] juillet 2020 [consulté le 22/04/2021] < <https://www.cerema.fr/fr/actualites/artificialisation-sols-quelle-dynamique> >
- (65) UNIVERSITE DE NICE SOPHIA ANTIPOLIS, FOX Dennis, CERREGA Pierre, MORSCHEL Jean, EMSELLEM Karine, **La formation des sols** [en ligne] 2008 [consulté le 28/07/2021] < <https://unt.univ-cotedazur.fr/uoh/degcol/formation-sol.php> >
- (66) ENS, BAIZE Denis, **Les sols et leur formation sous climats tempérés** [en ligne] avril 2020 [consulté le 25/07/2021] < <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/les-sols-et-leur-formation-sous-climats-temperes> >
- (67) OBSERVATOIRE DES TERRITOIRES, **L'artificialisation des sols** [en ligne] 2021 [consulté le 22/04/2021] < <https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/kiosque/2014-environnement-02-lartificialisation-des-sols> >

COUCHES SIG

(68) INPN, **CARTES ET INFORMATION GÉOGRAPHIQUE** [en ligne] [consulté le 27/05/2021]

< <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique> >

(69) INPN, **Espaces protégés** [en ligne] [consulté le 27/05/2021]

< <https://inpn.mnhn.fr/programme/espaces-proteges/presentation> >

(70) INPN, **Trame verte et bleue : la carte nationale et les données régionales des SRCE** [en ligne]

[consulté le 07/06/2021] < <https://inpn.mnhn.fr/actualites/lire/8521/> >

(71) Géoportail, **Photographie aérienne**, [en ligne] 2018 [consulté le 25/06/2021]

< [https://www.geoportail.gouv.fr/carte?c=2,47&z=6&l0=ORTHOIMAGERY.ORTHOPHOTOS::GEOPORTAIL:OGC:WMTS\(1\)&permalink=yes](https://www.geoportail.gouv.fr/carte?c=2,47&z=6&l0=ORTHOIMAGERY.ORTHOPHOTOS::GEOPORTAIL:OGC:WMTS(1)&permalink=yes) >

Annexes

Annexe 1 : Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses, quelques informations (29)

Indicateur de mesure Type d'éclairage (usage)	Horaires d'éclairage			Prescriptions techniques éclairage sur le territoire*			
	Allumage (heure au plus tôt)	Extinction (heure au plus tard)	Allumage (heure au plus tôt)	URL	Code Flux CIE n°3	Température de couleur	Densité surfacique de flux lumineux en agglomération/hors agglomération
Eclairage extérieur (public ou privé sauf : Eclairage et signalisation véhicules, tunnels, éclairages impactant sécurité aéronautique, ferroviaire, fluviale et maritime)		Une heure après la fin d'activité	Une heure avant le début de l'activité ou 7h du matin	< 1 % (données fabricant) < 4% (sur luminaire installé)	> 95 %	≤ 3000 K	< 35 /< 25
Mise en lumière : patrimoine, cadre bâti, parcs et jardins	Coucher du soleil	1h du matin ou 1h après la fermeture					<25/<10
Equipements sportifs							
Vitrines magasins ou commerces		1h du matin ou 1h après la fermeture	Une heure avant le début de l'activité ou 7h du matin			≤ 3000 K	< 25/< 20
Bâtiments non résidentiels (éclairage des bâtiments sauf : gares de péage)	Coucher du soleil	1h du matin				≤ 3000 K	< 25/< 20
Bâtiments non résidentiels (éclairage émis vers l'extérieur)		Une heure après la fin d'occupation locaux	Une heure avant le début de l'activité ou 7h du matin			≤ 3000 K	< 25 /< 20
Parking, parc de stationnement	Coucher du soleil	2h après la fin d'activité	Une heure avant le début de l'activité ou 7h du matin	< 1 % (données fabricant) < 4% (sur luminaire installé)	> 95 %	≤ 3000 K	< 25 /< 20
Evènementiel extérieur temporaire (festival, ...)							
Chantier en extérieur	Coucher du soleil	1h après la fin d'activité					

* hors sites d'observation astronomique et à enjeux pour la biodiversité : réserves naturelles, parcs naturels régionaux, parcs naturels marins et parcs nationaux, en cœur de parc national

Annexe 2 : photographies aériennes des différents types de sites Suez R&V France -2018



Vue Géoportail du site de Villeneuve-Sur-Verberie (60) - site fermé - 2018



Vue géoportail du site de Villiers Saint Paul Esiane (60) - UVE - 2018



Vue Géoportail du site de Gueltas (56) - TRI - 2018



Vue Géoportail du site de Satolas (38) - ISDND - 2018



Vue Géoportail du site de Vallet-Fertiloire (44) - Installation de compostage - 2018

Les images satellites de 2021 (google map) de Villeneuve-sur-Verberie montrent un terrain plus végétalisé que celles de 2018 (géoportail). 2018 est aussi l'année de fermeture du site.

Annexe 3 : 10 principes communs EEN

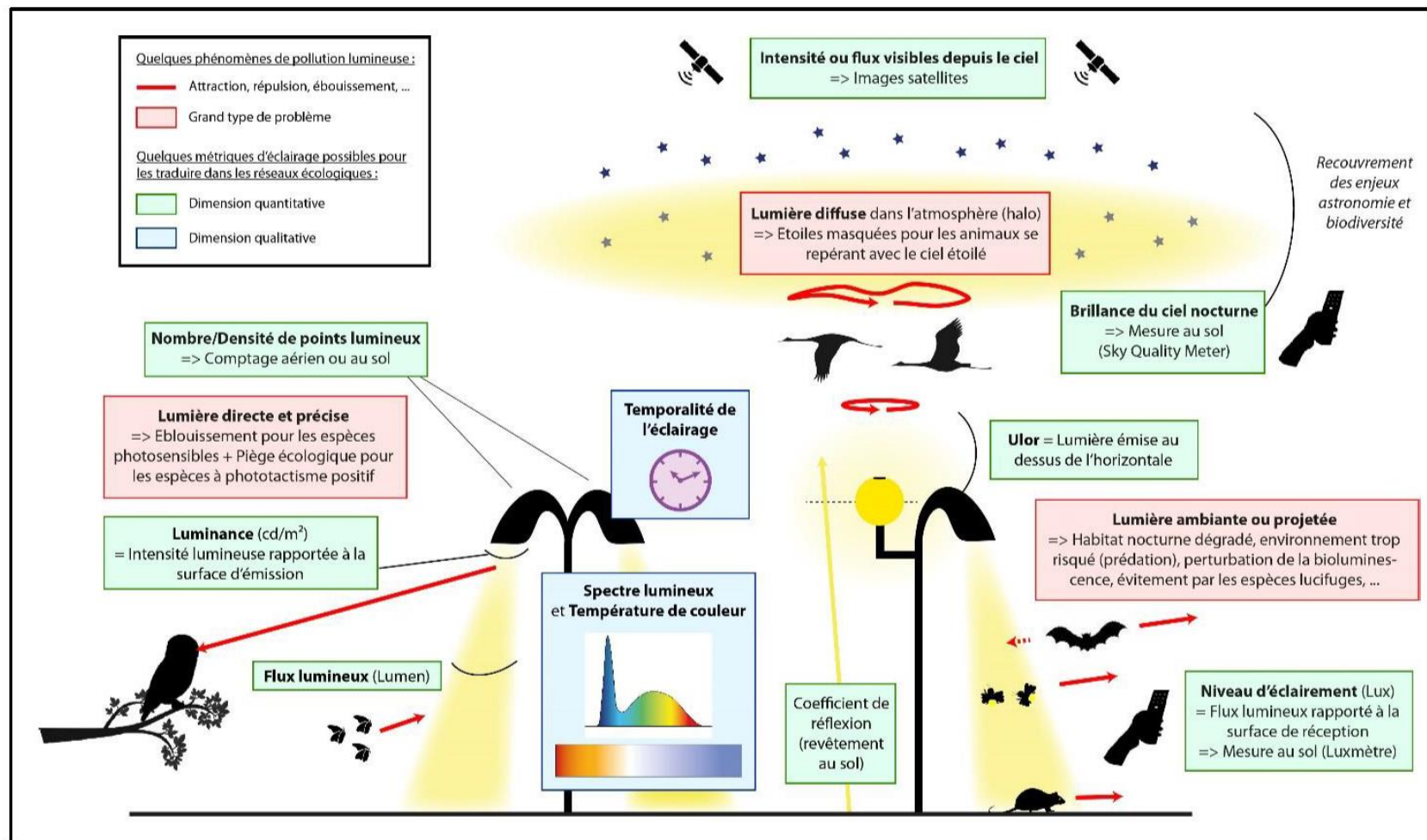
1. Intégrer la biodiversité dans notre stratégie d'entreprise en se fondant sur les connaissances scientifiques disponibles.
2. Dialoguer avec l'ensemble de nos parties prenantes sur leurs attentes, nos impacts, nos actions et nos progrès.
3. Évaluer les différentes composantes de la biodiversité qui nous concernent par des indicateurs d'impacts directs et indirects, de risques et de progrès et, lorsque c'est pertinent pour la prise de décision, évaluer économiquement nos impacts et notre dépendance au bon fonctionnement des écosystèmes.
4. Promouvoir l'intégration progressive de la biodiversité dans les décisions tout au long de nos chaînes de valeur, de la production des matières premières naturelles jusqu'à la fin de vie des produits après usage par les consommateurs.
5. Éviter en premier lieu, réduire et en dernier lieu compenser nos impacts, en visant au cas par cas au moins une absence de perte nette, voire un gain net de biodiversité, dans nos activités et zones géographiques d'influence, et en prenant en compte les besoins d'adaptation des écosystèmes au changement climatique.
6. Développer en priorité des Solutions fondées sur la Nature, en nous assurant que leur mise en œuvre est conduite de façon scientifiquement fondée et bénéfique pour la biodiversité, notamment en promouvant une certaine variété dans ces solutions.
7. Intégrer la biodiversité dans notre dialogue avec les pouvoirs publics, de manière à appuyer la prise en compte de cet enjeu dans les politiques publiques ; lorsque nous y sommes invités, contribuer aux stratégies nationales pour la biodiversité des pays dans lesquels nous intervenons.
8. Sensibiliser et former nos collaborateurs à la biodiversité et à sa relation avec leurs métiers ; promouvoir et encourager leurs initiatives en faveur de la nature et accorder une reconnaissance à ces actions et pratiques.
9. Mobiliser les ressources et établir les partenariats appropriés pour soutenir nos actions concrètes et en assurer le suivi.
10. Rendre compte publiquement de la mise en œuvre de ces engagements et de nos engagements individuels.

Auxquels s'ajoutent six engagements de SUEZ :

- Mesurer les impacts et promouvoir la biodiversité ;
- Renforcer la prise en compte de la biodiversité dans la chaîne de valeur des activités du Groupe ;
- Promouvoir des solutions d'économie circulaire favorisant la biodiversité ;
- Intégrer la biodiversité dans les programmes de recherche et d'innovation ;
- Promouvoir un cadre d'actions favorable à la biodiversité ;
- Partager les connaissances.

Annexe 4 : Phénomènes et indicateurs liés à la pollution lumineuse et effets sur la biodiversité (MNHN - Sordello, 2017)

(18)



Source : Construire des indicateurs nationaux sur la pollution lumineuse
Réflexion préliminaire – UMS Patrimoine Naturel

Annexe 5 : Indicateurs de la pollution lumineuse

Indicateurs qualitatifs :

Ils s'appliquent aux différents phénomènes liés à la pollution lumineuse et concernent tous les taxons	Temps d'éclairage sur 24h	Temps en h (ou mn)	À définir sur site	
	Horaires d'allumage et d'extinction	Heures début et fin, périodes	À définir sur site	Les espèces sont majoritairement avec une activité crépusculaire
	Température de couleur (en K) ou longueur d'onde émise (en nm) + spectre lumineux	Température en K, longueur d'onde en nm	Dépend des données constructeurs	Varie selon les taxons

Indicateurs quantitatifs : (30)

Type de lumière	Indicateur	Unité de mesure	Appareil ou outil de mesure	Plage de données ou explication des valeurs	Mode de représentation des données	Groupe/taxon le plus impacté
Lumière précise et/ou ambiante	Nombre de points lumineux par unité de surface	nb/m ²	Comptage		Cartes de pollution lumineuse locale estimée avec points lumineux, nombre et densité de points	Espèces attirées par la lumière (insectes) ou inversement lucifuges et aussi espèces nyctalopes : avifaune, chiroptères + amphibiens
Lumière directe (voire précise) ; Niveaux d'éblouissements	Luminance	cd/m ²	Luminancemètre (ou spotmètre)	10 000 à 30000000 lm/m ² au max pour les LED à forte puissance et nue	Cartes de niveaux de luminance (dégradé en fonction du niveau)	Espèces nyctalopes : avifaune, chiroptères + amphibiens (espèces photosensibles)
	Flux lumineux	lm	Données constructeur	Pour une LED, il varie entre 30 et 110 lm/W.		Espèces nyctalopes : avifaune, chiroptères + amphibiens (espèces photosensibles)

Lumière diffuse	Flux visible depuis le ciel (images satellites) : halo lumineux	Images satellites, pollution lumineuse vue du ciel			Cartes déjà existantes	Avifaune (surtout migratrice), chiroptères et autres espèces migratrices
	Brillance du ciel nocturne	mag/arcsec²	SQM (Sky quality meter) - sorte de photomètre	16 unités (très brillant) et 23 unités (très noir)	Mesures des valeurs, possibilité de réaliser des cartes de brillance du ciel à partir de celles-ci.	Tous les groupes sensibles à la pollution lumineuse
	Brillance du ciel nocturne	mag/arcsec ²	Ninox (Dark Sky Lab)	18 unités (très brillant) et 22 unités (très noir)		Tous les groupes sensibles à la pollution lumineuse
Lumière diffuse, ambiante ou projetée : lumière perçue	ULR = ULOR/(ULOR + DLOR)	Sans unité (%)	Calcul caractéristiques constructeur		Données sur site	Avifaune (surtout migratrice), chiroptères et autres espèces migratrices
Lumière diffuse, ambiante ou projetée : lumière perçue au sol	Code flux CIE n°3		Code flux CIE : obtention possible auprès d'un fournisseur de matériel d'éclairage		Données sur site	Avifaune (surtout migratrice), chiroptères et autres espèces migratrices
Lumière diffuse, ambiante ou projetée : lumière perçue au sol	DSFLI	Lux (lm/m ²)	Luxmètre		Données sur site	Tous les groupes notamment : amphibiens et espèces au sol
Lumière ambiante ou projetée	Niveau d'éclairement	Lux (lm/m ²)	Luxmètre			Tous les groupes notamment : amphibiens et espèces au sol
	Coefficient de réflexion au sol	Sans unité (ou %)	Optique ?	0 < Cr < 1		Avifaune (surtout migratrice), chiroptères et autres espèces migratrices : effets moins connus

Annexe 6 : Températures de couleurs et tolérance des groupes biologiques (X = longueur d'onde moins impactante pour ce groupe)

	Violet : 380 à 450 nm	Bleu : 450 à 500 nm	Vert : 500 à 550 nm	Jaune : 550 à 600 nm	Orange : 600 à 650 nm	Rouge : 650 à 750 nm
Amphibiens				X	X	
Reptiles					X	X
Avifaune	X			X	X	
Mammifères non volants	X		X			
Chiroptères	<i>Affectées par la majorité des longueurs d'onde sur horloge circadienne (jour/nuit) + UV</i>					
Insectes	X				X	

Annexe 7 : Espaces artificialisés ou non présentant une ambiguïté dans son classement – CEREMA

Type d'espaces ambigus	Classement dans les chiffres produits	Commentaires
Aéroport ou aérodrome	Artificialisé	Certaines parcelles des aéroports peuvent changer de classement (passage à artificialisé) sans changement physique de la parcelle. Un retraitement manuel a été réalisé
Bâtiments agricoles (sauf serres)	Non artificialisé	Les bâtiments agricoles ne payent pas de taxe foncière. Ceux-ci ne sont donc pas présents dans les Fichiers fonciers.
Camping et centre de loisir	Artificialisé	
Canaux	Artificialisé	Sauf si le canal est non cadastré.
Carrière	Artificialisé	A la fin de l'exploitation, les carrières peuvent retourner à l'état naturel.
Centrale solaire photovoltaïque	Artificialisé	
Chantiers et dépôts de marchandises	Artificialisé	
Chemins ruraux	Non artificialisé	
Éolienne	Non artificialisé	
Golf	Non artificialisé	En 2015, une réforme fiscale a classé l'intégralité des golfs en terrains artificialisés. Un retraitement manuel a été réalisé pour les retirer du calcul et avoir la même définition sur tous les millésimes.
Jardins	Artificialisé	
Parkings (y compris végétalisés)	Artificialisé	
Terrain militaire	Non artificialisé	Les terrains militaires sont des espaces mal définis dans les Fichiers fonciers, pour lesquels l'occupation des sols peut changer sans changement d'usage. Un traitement à la main est réalisé pour les retirer du calcul.
Serres		Les serres soumises à une taxation foncière sont considérées comme artificialisées.
Zoos et parcs urbains	Artificialisé	

Liste des principaux espaces ambigus

Annexe 8 : Surfaces artificialisées en hectares par type d'usage du sol (années 1982, 2002, 2018) INSEE

<i>Evolution de l'artificialisation en ha</i>			
Année :	1982	2002	2018
Sols artificialisés	2 842 483	4 042 349	4 958 766
Terres agricoles	31 204 472	29 449 192	28 294 439
Zones boisées, naturelles, humides ou en eau	20 872 296	21 427 711	21 666 046
Territoire national	54 919 251	54 919 252	54 919 251

Annexe 9 : Répartition des surfaces artificialisées par type d'occupation des sols (2014)

		Total des surfaces artificialisées (en ha)	Part du secteur dans le total des surfaces artificialisées		Volumes construits (en ha)	Sols revêtus ou stabilisés (en ha)	Sols enherbés ou nus artificialisés (en ha)
Foncier économique	Infrastructures agricoles	423 560	8,3 %	13,7 %	111 731	306 733	5 096
	Infrastructures sylvicoles	61 513	1,2 %		537	60 976	0
	Infrastructures industrielles	212 455	4,2 %		63 970	82 274	66 211
Infrastructures de transport	Réseaux routiers	1 219 671	23,9 %	27,8 %	3 327	1 100 812	115 532
	Autres infrastructures de transports	198 982	3,9 %		23 006	126 842	49 134
Infrastructures de services et loisirs	Services publics	235 157	4,6 %	16,2 %	44 887	107 861	82 409
	Autres services	241 457	4,7 %		85 121	106 586	49 750
	Sports et loisirs	340 684	6,7 %		19 265	110 595	210 824
	Espaces verts	7 280	0,1 %		0	7 280	0
Habitat		2 136 326	41,9 %		561 432	428 667	1 146 227
Autres usages		27 187	0,5 %		9 710	17 477	0
Ensemble		5 104 272	100 %		922 986	2 456 103	1 725 183

Source : données issues des extractions de l'enquête Teruti-Lucas portant sur un échantillon de 309 080 points et croisant occupation et utilisation des sols

Annexe 10 : Evaluation de l'artificialisation des terres en France – Sources de données possibles pour son estimation (51)

	CORINE Land Cover	Teruti-Lucas	Fichiers fonciers
Méthodologie	Interprétation d'images satellitaires, permettant de mesurer les stocks et les changements d'occupation des sols tous les six ans	Enquêtes terrain ponctuelles croisées avec les données PAC sur un échantillon de parcelles, permettant d'estimer par extrapolation les stocks et l'occupation des sols chaque année	Traitement des données cadastrales, permettant d'évaluer les changements d'occupation des sols chaque année, les infrastructures routières et les propriétés du domaine public étant exclues
Niveau de résolution spatiale	Carré de 25 ha	Points échantillonnés, dont les extrapolations donnent des estimations pour des carrés compris entre 40 et 178 ha ¹	Parcelle cadastrale
Nomenclature des terres artificialisées comptabilisées	Distinction entre zones urbanisées, industrielles ou commerciales, infrastructures de transport, mines, décharges et chantiers, espaces verts artificialisés	Nomenclature croisant le type de sols (sols bâtis, sols revêtus ou stabilisés, sols nus ou enherbés artificialisés) et leur utilisation	Nomenclature fondée sur la déclaration d'usage des sols
Fréquence	Tous les six ans depuis 1990	Annuel depuis 1982	Annuel
Surface totale artificialisée	3 millions ha en 2012, soit 5,5 % du territoire métropolitain	5,1 millions ha en 2014, soit 9,3 % du territoire métropolitain	3,5 millions ha en 2016, soit 7,1 % du territoire couvert par le cadastre et 6,3 % du territoire métropolitain
Augmentation des surfaces artificialisées	12 200 ha / an de 1990 à 2000 33 000 ha / an pour la période 2000 -2006 16 000 ha / an pour 2006-2012	61 200 ha / an entre 2006 et 2014	23 000 ha / an entre 2006 et 2016

Source : France Stratégie

Annexe 11 : Différentes techniques de dépollution des sols artificialisés (50) (51) avantages et inconvénients

Nom de la méthode	Procédé	Cas concernés	Avantages	Inconvénients	Coût	
Incinération	Destruction ou volatilisation des polluants par combustion aérobie à 870 -1 200 °C	Concentrations importantes en polluants,	Efficace (destruction des polluants) ; rapide ; grande variété de polluants (tous sauf radioactifs) ; traitements sur sites possibles grâce à des unités mobiles	Excavation des sols ; énergivore ; production de cendres fortement contaminées ; émissions de CO ₂ importantes	120 à 455 €/t*	
Vitrification	Transformation du sol (partie non saturée en eau) par la chaleur en un matériel fondu qui, après refroidissement, devient un verre encapsulant les polluants	Large spectre de contaminations organiques et inorganiques	In situ, potentiel de lixiviation très faible	Perte de toutes les caractéristiques et fonctions du sol ; consommation énergétique ; métaux immobilisés mais toujours présents dans le sol	400 à 900 \$/m ³	
Désorption thermique	Volatilisation des polluants lors d'un chauffage à 400 - 600°C	Méthode physique ex situ ; sites pétroliers, pétrochimiques (raffineries), cokeries et usines à gaz (charbon) et grands complexes chimiques (engrais, explosifs, pesticides): terres excavées	Tout type de sol et de polluant organique ; élimination définitive de la pollution ; efficace rapide	Altération du sol (matière organique, texture minéralogie et pH), et de l'activité biologique ; consommation énergétique importante ; nuisances des installations	« Élevé » (consommation énergétique)	
Atténuation naturelle	Ensemble de processus naturels (sorption, dilution, biodégradation) sans intervention humaine	Pas de risque de contamination ; pollutions anciennes ; disponibilité des contaminants faibles	Pas d'affectation des propriétés des sols ; recolonisation biologique spontanée	Temps long	12 à 65 €/m ²	
Phytoremédiation	Phyto-stabilisation	Réduction de la mobilité et de la disponibilité des polluants dans le sol grâce à une couverture végétale qui maintient les métaux au niveau de la rhizosphère	Revégétalisation et valorisation de sites rendus inutilisables par les contaminations ; mesure temporaire pour les sites à risque en attendant remédiation définitive	Méthode in situ (réduit les risques de dispersion et de pollution) ; grandes surfaces ; amélioration de la qualité des sols	Techniques lentes (quelques années à quelques dizaines d'années) ; dépollution limitée à la profondeur des racines	2 à 12 €/m ²
	Phyto-extraction	Captation, transport et accumulation des métaux dans les tiges et feuilles des végétaux	Utilisation limitée car faible production de biomasse			18 à 40 €/m ²
	Phytomining (agromining)	Phytoremédiation avec extraction des métaux accumulés par les plantes en vue d'une commercialisation	Pas encore en application ?	Intéressant économiquement	-	Dépend de la valorisation

* coûts d'énergie nécessaires au fonctionnement, de traitement des rejets gazeux et de l'exutoire final des terres brûlées mais hors coûts de transport et d'excavation.

Source : France Stratégie

Annexe 12 : exemple de réponse au questionnaire et d'export de données du questionnaire d'auto-diagnostic

Nom	Nom du site	Activité du site	Région administrative du site	Qui répond au questionnaire : noms prénoms	Qui répond au questionnaire : adresses mails	Le site a-t-il déjà fait l'objet d'une étude, d'un inventaire des espèces présentes sur site ?	Si oui, quels groupes biologiques sont représentés ?	Avez-vous connaissance de l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses ?	Le site est-il soumis à cette réglementation ?	Si non, pourquoi le site n'y est-il pas soumis ?	Le site est-il conforme à l'arrêté du 27 décembre 2018 ?
X	Site test			GUSTIN Bérengère	berengere.gustin@suez.com	OUI	Oiseaux;	OUI	OUI		NON
X	Lesménils			GOURLIN Bénédicte	benedicte.gourlin@suez.com	OUI	Chiroptères;Amphibiens;Oiseaux;Insectes;mammifères terrestres;	OUI	OUI		OUI
Laure Clerc	Pontarlier	TRI;UVE;	Bourgogne-Franche-Comté	X. Bonnet	X.B@suez.com	OUI	Oiseaux;Insectes;	OUI	OUI		OUI

Le site fait-il l'objet d'un éclairage nocturne ?	Si oui, pour quelles raisons ?	Des mesures de gestion de l'éclairage étaient-elles déjà mises en œuvre avant la publication de l'arrêté du 27 décembre 2018 ?	Lesquelles ? (mesures d'éclairage)	Quelles mesures ont été mises en place suite à la publication de l'arrêté du 27 décembre 2018 ?	Existe-t-il une disposition spécifique dans l'arrêté à appliquer sur votre site ?	Laquelle ?	La respectez-vous ?	Si non, pourquoi ?	Si d'autres mesures que celles des questions précédentes ont été mises en place les	Si vous disposez de fichiers pour préciser vos actions, merci de les joindre ici.
OUI	Risques d'accidents;	NON		Extinction totale la nuit;						
OUI	Sécurité;Présence sur site la nuit;Accès en cas d'urgence;Risques d'accidents;	NON		Allumage 1h avant le début d'activité;	OUI	Plan de gestion des mesures ERCA du site de Lesménils avec MR4 : Réduire la pollution lumineuse Le plan d'actions	NON			
OUI	Sécurité;Risques d'accidents;Présence sur site la nuit;Accès en cas d'urgence;Habitude;	NON		moins) après la fin d'activité ;Allumage 1h avant le début d'activité;	NON				certains lampadaires ont un système de détection	

Quel est le nombre de sources lumineuses sur site ?	Quel est l'espacement des sources lumineuses en moyenne ? (en mètres)	Les sources lumineuses peuvent impacter les chiroptères jusqu'à 50 m de ces sources (attraction/évitement). L'espacement des sources lumineuses d'au moins 50 m permet de préserver des couloirs sombres : Combien de sources lumineuses sont espacées de 50 m ?	Quels sont les horaires d'éclairage du site : A quelle heure le site allume son éclairage ? hh : mm	Quels sont les horaires d'éclairage du site : A quelle heure le site éteint son éclairage ? hh : mm	Combien de types de sources lumineuses différentes sont présentes sur le site ?	Température de couleur Type lampadaire 1	Température de couleur Type lampadaire 2	Température de couleur Type lampadaire 3	Température de couleur Type lampadaire 4	Température de couleur Type lampadaire 5
2	1m	0	17:00	21:00	2	Lampadaire absent	Lampadaire absent	Lampadaire absent	Lampadaire absent	jaune
15 (test questionnaire)	30 (test)	9 (test)	06 : 00 (test)	21 : 30 (test)	3 (test)	orange	bleu	bleu	jaune	jaune
65	21	2	le site est actif 24h/24 et éclaire donc toute la nuit	le site est actif 24h/24 et éclaire donc toute la nuit	5	bleu	vert	jaune	bleu	orange

Quel est l'ULR (diffusion au-dessus de l'horizontale) ? l'ULR n'est pas à calculer, il est issu des données constructeur/catalogue) Cette question sera remplacée par u...	Quel est le flux lumineux (en lumens) ? (information issue des données constructeur)	Quelle est la densité surfacique de flux (DSFLI) ? (Question non obligatoire, répondre à la question uniquement si le DSFLI a déjà été calculé sur site)	Quelle est la hauteur des mats (ou hauteur de la source lumineuse par rapport au sol) des lampadaires présents sur site ? (en mètres) Format attendu : Type de lampadaire : hauteur en mètres	Quelle est la consommation électrique liée à l'éclairage ? Est-ce une estimation ou une valeur précise ?	Quel est le coût annuel de l'éclairage ? Est-ce une estimation ou un coût précis ?	Après avoir répondu à ce questionnaire votre site est-il considéré comme non soumis à l'arrêté du 27 décembre 2018 ?	Après avoir répondu à ce questionnaire votre site est-il conforme à l'arrêté du 27 décembre 2018 ?	Remarques
/		/	type 5: 4m	/	/	OUI;	NON	
aa	aa	aa	aa	aa	aa	Le site était déjà considéré comme soumis à cet arrêté;	Le site était déjà considéré comme conforme à cet arrêté	
type 1 : 3% type 2 : 7 % type 3 : 30 % (lampes au sol sous abris) type 4 : 1% type 5 : 5%	20 lm		type 1 : 6 type 2 : 2 type 3 : 0 type 4 : 2 type 5 : 3-6	10 MWh pour l'UVE	1300 € uniquement pour l'UVE (estimation)	Le site était déjà considéré comme soumis à cet arrêté;	NON	

Annexe 13 : Cartes réalisées par le MNHN en 2015 et occupation du sol issue des données OSO THEIA de l'ISDND de Gueltas

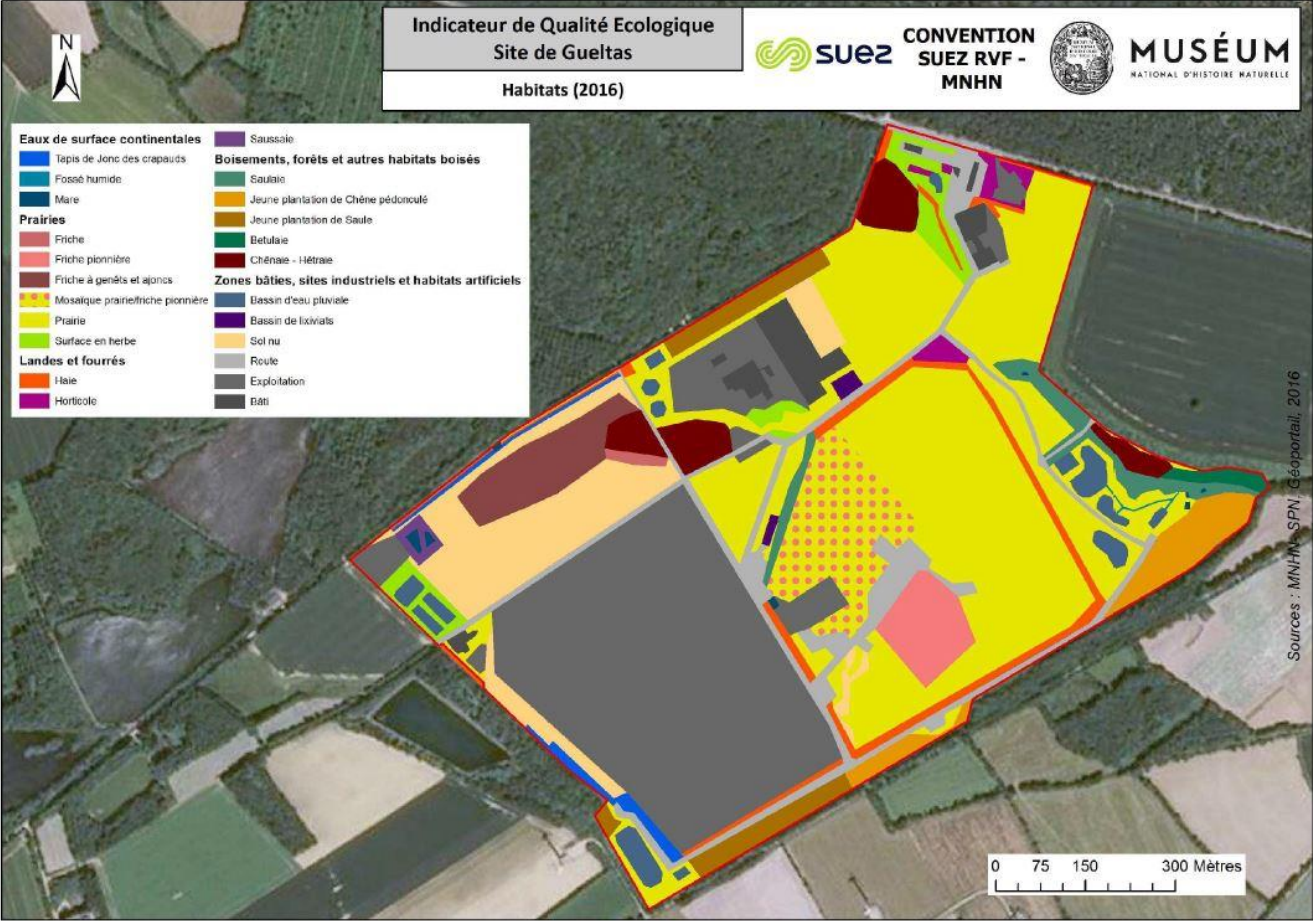


Figure 5 – Cartographie des habitats du site de Gueltas – Etat lors des inventaires de juillet 2016



Occupation du sol des ISD (OSO THE

- Cultures été
- Cultures hiver
- Forêt de feuillus
- Forêt de conifères
- Landes ligneuses
- Urbain diffus
- Zones industrielles et commerciales
- Plages et dunes
- Eau
- Prairies

Photographies aériennes

Annexe 14 : Tableau de suivi de l'avancement du Plan d'action EEN, exemple pour l'action « réduire la pollution lumineuse »

Sous Actions identifiées :	Objectifs du plan + attentes	Nombre de sites concernés (mettre la liste ou lien vers liste)	Description de la sous-action	Pilotes et contributeurs	Moyens à dispositions	Budget alloué aux actions	Temps alloué à la sous action (en h)	Résultat attendu	Echéance de l'action	Mise en place des actions déclinées par site	Consommation du budget en %	Indicateurs de résultats : présentation des indicateurs par sous actions	Critère de réussite n°1 (taux d'avancement : % d'actions réalisées ; nbr actions faites/nbr actions totales)	Critère de réussite n°2 : efficacité des actions mises en place (suivi des actions et impacts positifs sur la biodiversité)	Commentaires
Justification de l'action : enjeux associés															
Sous action 1 : Etude bibliographique	Fait / non fait	Nombre de sites + liste	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait			Date de début/date de fin	Commencées ou non		Description des indicateurs	% d'actions réalisées ; nbr actions faites/nbr actions totales	Résultats de l'IQE suivant (ou autres indicateurs de suivi)	
Sous action 2 : Identification des sites prioritaires/à enjeux															
Sous action 3 : répertorier les points lumineux les plus impactants	Fait / non fait	nombre de sites + liste	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait			date de début/date de fin	Commencées ou non		Description des indicateurs	% d'actions réalisées ; nbr actions faites/nbr actions totales	Résultats de l'IQE suivant (ou autres indicateurs de suivi)	
Sous action 4 : faire un diagnostic d'éclairage / la pollution lumineuse	fait / non fait	nombre de sites + liste	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait			date de début/date de fin	Commencées ou non		Description des indicateurs	% d'actions réalisées ; nbr actions faites/nbr actions totales	Résultats de l'IQE suivant (ou autres indicateurs de suivi)	
Sous action 5 : Récolte de données par site	fait / non fait	nombre de sites + liste	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait			date de début/date de fin	Commencées ou non		Description des indicateurs	% d'actions réalisées ; nbr actions faites/nbr actions totales	Résultats de l'IQE suivant (ou autres indicateurs de suivi)	

Sous action 6 : Sensibilisation / formation des exploitants	fait / non fait	nombre de sites + liste	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait			date de début/date de fin	Commencées ou non		Description des indicateurs	% d'actions réalisées ; nbr actions faites/nbr actions totales	Résultats de l'IQE suivant (ou autres indicateurs de suivi)	
Sous action 7 : Mettre en place des mesures de réduction de la pollution lumineuse	fait / non fait	nombre de sites + liste	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait			date de début/date de fin	Commencées ou non		Description des indicateurs	% d'actions réalisées ; nbr actions faites/nbr actions totales	Résultats de l'IQE suivant (ou autres indicateurs de suivi)	
Total global	fait / non fait	nombre de sites + liste	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait	Fait/Non fait			date de début/date de fin	Commencées ou non		Description des indicateurs	Pourcentage global	Résultats de l'IQE suivant (ou autres indicateurs de suivi)	

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Diplôme(s) : Ingénieur ENGEES

Spécialité : Ecologie

Auteur : CLERC Laure

Année : 2021

Titre

Plan d'action Biodiversité 2020 – 2025 de Suez Recyclage et Valorisation en France « Entreprise Engagée pour la Nature » : préparation à la mise en œuvre des actions sur la pollution lumineuse et l'artificialisation et dispositif de suivi

Nombre de pages Texte 59 Annexes 18

Nombre de références bibliographiques : 71

Structure d'accueil : SUEZ R&V FRANCE / Courbevoie / Hauts-de-Seine

Maître de stage : CONDAL Valentin

Résumé

Suez R&V France a élaboré en 2020 un plan d'actions biodiversité pour son engagement « Entreprise engagée pour la Nature » intégrant des objectifs de réduction de la pollution lumineuse et de l'artificialisation des sols. Des études bibliographiques soulignant impacts sur la biodiversité et propositions de solutions pour les limiter sont réalisées.

Pour la pollution lumineuse, 84 sites à enjeux pour la biodiversité sont identifiés par un protocole comprenant un travail SIG. La pollution lumineuse de ces sites est évaluée par la création d'un auto-diagnostic testé.

Le caractère artificiel/naturel des sites Suez est estimé sur QGIS par cartographie OSO THEIA.

Mots-clés : pollution lumineuse – artificialisation des sols – auto-diagnostic – sites à enjeux – suivi – Trame Verte et Bleue – Trame Noire – SIG - biodiversité