Étude de la trame noire à l'échelle communale

Commune de Pirou

Mai 2026



Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

Pirou

RÉGION NORMANDIE

Cofinancé par l'Union européenne

sdem50 Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche

DARK SKY LAB

Terr Oïko

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES **2**

A. INTRODUCTION **3**

1. La pollution lumineuse : un challenge pour le 21ème siècle 3
2. La pollution lumineuse et ses conséquences sur la biodiversité 4
3. La Trame Noire : définition et attendus 6
4. Mode de représentation des résultats de l'étude 9
5. Synthèse des données valorisées et produites dans le cadre de l'étude 10

B. INVENTAIRE DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL ET MODÉLISATION DE LA POLLUTION LUMINEUSE **11**

C. ÉTAT DES LIEUX DU PATRIMOINE NATUREL **15**

1. Informations sur la structure du paysage 15
2. Informations sur les espèces observées sur le territoire 18
3. Approche fonctionnelle : estimation de la fonctionnalité des continuités écologiques 19

i. Préambule sur l'approche fonctionnelle dans le cadre de l'étude *19*

ii. fonctionnalité des réseaux écologiques *21*

4. Approche des zonages institutionnels 41

i. Données compilées *41*

D. IDENTIFICATION D'UNE TRAME NOIRE **47**

E. IDENTIFICATION D'ACTIONS DE GESTION DE L'ÉCLAIRAGE **51**

1. illustration des principaux éléments à prendre en compte pour la gestion différenciée et préconisation générale 51

i. Axe spatiale *51*

ii. Axe temporel *55*

iii. Axe technique *58*

2. Préconisations ciblées sur des secteurs à enjeux 61

i. Pirou plage *63*

ii. Résidence « Les Maisons de la Plage » *65*

iii. D72 - La Croix *67*

iv. Le Pont *68*

v. Barberie *70*

vi. Pirou - Bourg *71*

vii. L'éventard *72*

F. PROPOSITION D'INDICATEURS DE SUIVI ET D'ÉVALUATION **73**

A. INTRODUCTION

1. LA POLLUTION LUMINEUSE : UN CHALLENGE POUR LE 21ÈME SIÈCLE

La lumière artificielle a permis d'étendre le temps dédié aux activités humaines en palliant la faiblesse qu'ont nos yeux à voir dans l'obscurité. Ce qui paraissait un avantage nous a fait oublier un paramètre essentiel : l'importance de la nuit. Aujourd'hui, un grand nombre de scientifiques tirent la sonnette d'alarme sur les conséquences de l'éclairage artificiel en termes de santé publique (problèmes de sommeil, fatigue chronique...) et d'astronomie (diminution de la visibilité des étoiles et autres astres). Par ailleurs, l'excès d'éclairage représente un coût important, aussi bien sur le plan financier pour les collectivités et les entreprises, que sur le plan écologique. Il est avéré que la lumière artificielle est un facteur de pression contribuant à la **perte d'habitat**, à la **fragmentation des réseaux écologiques** et in fine au déclin de la biodiversité (voir page suivante).

Actuellement, et dans le cadre plus global d'une politique de « **reconquête de la nuit** », une réponse opérationnelle à l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité s'organise autour de la politique **Trame Noire.**

Le Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, en partenariat avec le Syndicat Départemental d'Énergies du Calvados et le Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche souhaitaient tester l'élaboration de trame noire à l'échelle communale. Pour se faire, deux villes ont été proposées pour illustrer la diversité du territoire du parc : Pirou et Isigny-sur-Mer. Le présent rapport expose le cas d'étude de Pirou.

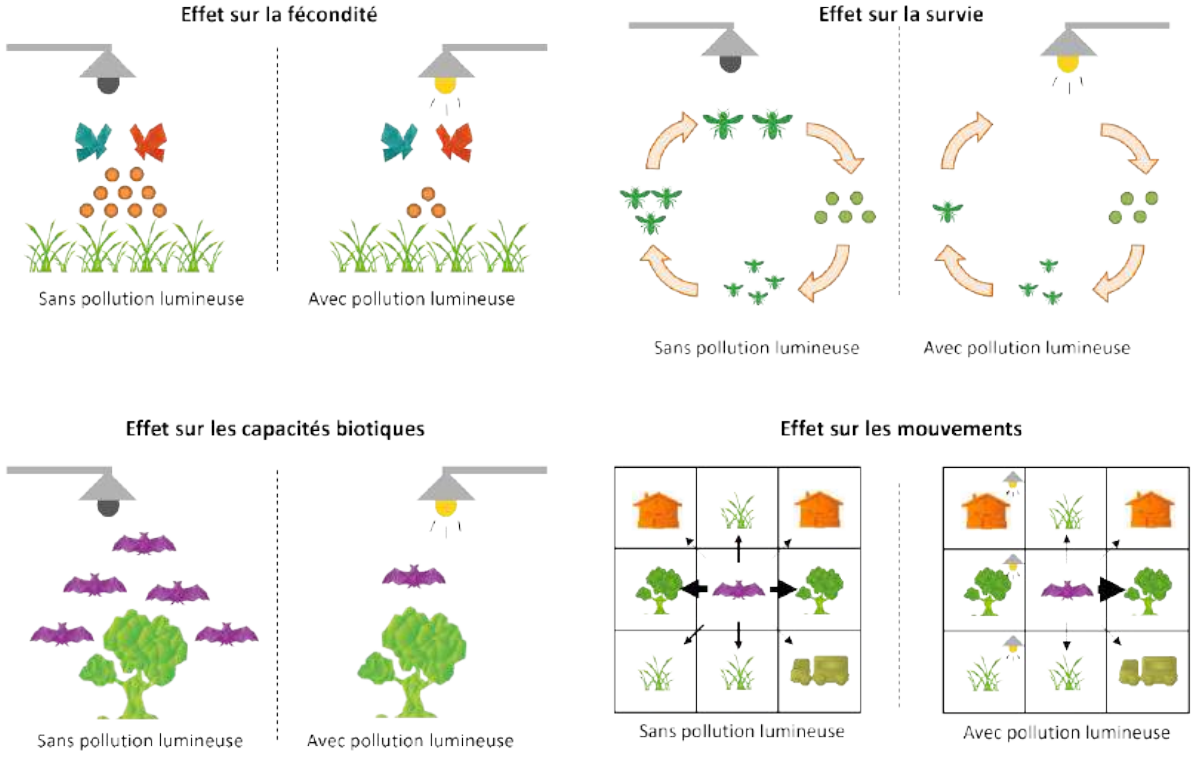


2. LA POLLUTION LUMINEUSE ET SES CONSÉQUENCES SUR LA BIODIVERSITÉ

La littérature scientifique documente très bien les différents effets de la pollution lumineuse sur la biodiversité. **Le guide trame noire** offre une synthèse pédagogique de ces connaissances, utilisable pour sensibiliser les usagers de l'éclairage[1]. Ainsi, nous disposons aujourd'hui d'un corpus de connaissance suffisamment large pour justifier la planification d'une gestion différenciée de l'éclairage, permettant d'articuler nos usages de l'éclairage et la préservation de la biodiversité[2].

L'analyse de la littérature scientifique permet notamment de réaliser que :

- l'ensemble des espèces peuvent être impactées par la pollution lumineuse, qu'elles soient **nocturnes ou diurnes**. Les effets peuvent être différents, notamment sur l'activité, avec une augmentation de l'activité la nuit pour les espèces diurnes et une diminution pour les espèces nocturnes soumises à la pollution lumineuse.
- la pollution lumineuse impacte le fonctionnement de la biodiversité, avec une réduction de la **qualité des milieux** (notion de diminution des capacités biotiques) qui conduit à réduire la **fécondité** et/ou la **survie** des animaux et des plantes. La pollution lumineuse altère également les **mouvements des individus.** C'est donc l'ensemble des processus démographiques qui peuvent être impactés (naissance, mortalité, immigration, émigration), ce qui à terme réduit considérablement le **maintien des populations** et les **flux en individus** sur les territoires.



[1] Sordello R, Paquier F, Daloz A. 2021. Trame Noire : Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre. OFB – UMS Patrinat. https://professionnels.ofb.fr/fr/node/831

[2] Sordello, R., Busson, S., Cornuau, J. H., Deverchère, P., Faure, B., Guetté, A., ... & Vauclair, S. (2022). A plea for a worldwide development of dark infrastructure for biodiversity–Practical examples and ways to go forward. Landscape and Urban Planning, 219, 104332.



Illustration de quelques effets de la pollution lumineuse sur la biodiversité.

1. Oiseaux
Pendant leur voyage, les oiseaux migrateurs se repèrent grâce au ciel étoilé. Déboussolés par les lumières des villes, ils peuvent tournoyer durant des heures autour de points lumineux et mourir d'épuisement ou de collision (tours éclairées, phares).
Les oiseaux urbains diurnes ont leur rythme jour/nuit perturbé par les éclairages artificiels. Ne sachant plus faire la différence entre l'aube et la nuit, les mâles chantent jusqu'à l'épuisement toute la nuit.

2. Insectes volants
Les insectes volants s'orientent la nuit grâce au ciel étoilé ou à la lune. Ils sont ainsi irrémédiablement attirés par tous les éclairages artificiels où la plupart d'entre eux meurent d'épuisement ou brûlés par la chaleur des lampes.

3. Chauves-souris
Exclusivement nocturnes, les chauves-souris européennes, insectivores, sont extrêmement sensibles à la lumière. Ce sont des animaux qui fuient la lumière, certaines espèces cessent même leur activité en période de pleine lune. Cependant, localement, certaines chauves-souris tolèrent la lumière car celle-ci attire les insectes.

4. Serpents
Les serpents utilisent en partie une vision infrarouge leur permettant de décrypter le rayonnement thermique dans leur environnement. Selon les ampoules utilisées, les éclairages artificiels peuvent donc être susceptibles de brouiller cette perception. Les jeunes serpents quant à eux fuient la lumière pour éviter d'être repérés par leurs prédateurs.

5. Lucioles
Les lucioles émettent de la lumière par leur abdomen (de même que les vers luisants). Cette lumière sert surtout à la communication entre mâles et f emelles. Leur communication étant brouillée par la pollution lumineuse, ces animaux désertent les espaces éclairés.

6. Plantes
Un excédent de lumière désynchronise fortement la saisonnalité des végétaux (apparition/disparition des fleurs et des feuilles) mais induit également un stress chez certaines espèces pouvant conduire à des maladies.
De plus, une partie des insectes qui pollinisent les plantes, et dont dépendent 90 % des plantes à fleurs, vivent la nuit et sont très impactés par la lumière artificielle. Les fleurs soumises à des éclairages sont moins visitées par les pollinisateurs nocturnes que dans une prairie dépourvue de lumière. Cette pollinisation réduite se répercute sur la production de fruits.

7. Araignées
Naturellement, une araignée tisse sa toile dans les zones obscures à l'abri des regards indiscrets. Un comportement qui tend à évoluer pour près de la moitié des espèces citadines. Ces dernières semblent tirer parti de la pollution lumineuse puisqu'elles installent désormais leur toile à proximité de sources de lumière pour avoir plus de chance de capturer de la nourriture.

8. Mammifères terrestres
Les cervidés (cerf, chevreuil…) ont des difficultés à franchir une route éclairée. Le rayon d'action de ces espèces animales est donc restreint par la lumière artificielle, limitant ainsi leur accès à la nourriture. Les éclairages affectent également le rythme de vie des mammifères (sommeil/temps d'activité).

9. Amphibiens
La lumière contraint les femelles d'amphibiens à s'accoupler avec le premier mâle venu pour éviter la prédation. Les mâles, d'ordinaire très vocaux et bien visibles, se font plus discrets. Conséquences : les accouplements se font plus rares chez certaines espèces.

10. Tortues marines
A leur naissance, les jeunes tortues s'orientent spontanément vers la lumière. Celle-ci les guide naturellement vers la mer, plus lumineuse que la terre grâce à la réverbération de l'eau et la blancheur de l'écume. Sur un littoral éclairé, ce contraste terre/mer est inversé, les petite tortues tout juste écloses sont désorientées et se dirigent vers l'intérieur des terres.

11. Poissons
Les poissons peuvent être très attirés par la lumière ce qui peut provoquer un épuisement ou une augmentation de la prédation. Les pêcheurs ont d'ailleurs certaines techniques qui utilisent la lumière pour attirer les poissons.

3. La Trame Noire : définition et attendus

La mise en évidence d'un lien entre pollution lumineuse et déclin de la biodiversité s'est traduite par une réponse législative et opérationnelle : la **Trame Noire**. Cette dernière reprend la réglementation relative à la Trame Verte et Bleue dont elle fait intégralement partie[3]. Sa spécificité est de se focaliser sur un facteur de pression particulier : la pollution lumineuse.

Concrètement, il est attendu des acteurs des territoires qu'ils identifient, caractérisent et spatialisent 5 objets particuliers[4]. Ces derniers correspondent aux secteurs où :

1. La pollution lumineuse n'impacte pas l'accomplissement du cycle de vie d'un maximum d'espèces des milieux boisés, ouverts, humides et du littoral. Il s'agit de l'objet **réservoirs de biodiversité** de la Trame Noire.
2. La pollution lumineuse n'impacte pas l'accomplissement du cycle de vie d'un maximum d'espèces des cours d'eau. Il s'agit de l'objet **cours d'eau** de la Trame Noire.
3. La pollution lumineuse n'impacte pas les déplacements d'un maximum d'espèces entre les réservoirs de biodiversité. Il s'agit de l'objet **corridors écologiques** de la Trame Noire.
4. La pollution lumineuse impacte l'accomplissement du cycle de vie des espèces et leurs mouvements. Il s'agit de l'objet **obstacles** de la Trame Noire.
5. Une gestion différenciée de l'éclairage doit être planifiée et mise en place afin de préserver les réservoirs de biodiversité, les cours d'eau et les corridors écologiques de la pollution lumineuse (restaurer l'obscurité sur les obstacles). Il s'agit de l'objet **actions** de la Trame Noire.

Le guide Trame Noire[5] fournit une synthèse pédagogique des différents axes de gestion de l'éclairage pour articuler nos usages de l'éclairage avec la préservation de la biodiversité. Un extrait utilisable pour sensibiliser au sujet est disponible à la page suivante.

Il est à noter que le décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019 cadre la déclinaison des Trames et notamment demande :

- De rattacher les objets de la Trame à 5 grands types de milieux : boisés, ouverts, humides, cours d'eau et littoral.
- D'intégrer ou examiner l'intégration des zonages réglementaires et d'inventaires particuliers aux objets de la Trame (exemple : Natura 2000, ZNIEFF...).
- D'affiner les Trames des documents de rangs supérieurs (exemple SRADDET).
- Que les objets de la Trame permettent un examen des réseaux écologiques a minima sur les grands groupes taxonomiques suivants : amphibiens, mammifères, reptiles, oiseaux, rhopalocères, orthoptères et odonates. Le guide Trame Noire préconise une expertise a minima sur les chiroptères, les insectes nocturnes, les oiseaux nocturnes, les mammifères terrestres et les amphibiens.

[3] Décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019, orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques

[4] Prescriptions nationales pour la dématérialisation des Continuités Ecologiques Régionales (CER) du 26 septembre 2018

[5] Sordello R, Paquier F, Daloz A. 2021. Trame Noire : Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre. OFB – UMS Patrinat. https://professionnels.ofb.fr/fr/node/831

Synthèse des recommandations sur la gestion de l'éclairage nocturne dans les continuités écologiques



Illustration Béatrice Saurel pour OFB

Synthèse des différents axes de gestion de l'éclairage artificiel dans les continuités écologiques. Exemple de l'éclairage d'une route en entrée d'agglomération. Source : d'après Sordello, 2018 [46].

Caractéristiques des luminaires

1- Éviter ou supprimer les lampadaires inutiles
2- Angle d'orientation : ne diffuser aucune lumière au-dessus de l'horizontale
3- Hauteur des mâts : les plus bas possible pour diminuer leur repérage de loin par la faune
4- Éclairer strictement la surface utile au sol
5- Lumière émise : émettre une quantité de lumière la plus faible possible, au spectre le plus restreint possible et situé dans l'ambre, réduire au maximum l'éblouissement pour la faune

Organisation spatiale des points lumineux

6- Ne pas éclairer les cours d'eau
7- Ne pas éclairer les espaces naturels adjacents
8- Distance entre les lampadaires : maintenir des espaces interstitiels sombres pour les traversées de la faune
9- Revêtement du sol avec un faible coefficient de réflexion sous les éclairages

Dimension temporelle

10- Détecteurs de présence

Temporalité réduite au minimum : Heure d'allumage, heure d'extinction, durée d'allumage, variation dans l'année

Rappelons que d'après :

- l'arrêté ministériel de décembre 2018, « les émissions de lumière artificielle des installations d'éclairage extérieur et des éclairages intérieurs émis vers l'extérieur sont conçues de manière à prévenir, limiter et réduire les nuisances lumineuses, notamment (...) à la faune, à la flore ou aux écosystèmes » ;
- l'article L371-1 du code de l'environnement, la TVB doit désormais tenir compte de « la gestion de la lumière artificielle la nuit » ;
- les orientations nationales Trame verte et bleue, la TVB doit préserver « de la pollution lumineuse les continuités écologiques ».

Une démarche proactive de maintien et de restauration de l'obscurité doit donc être mise en place partout. Cela passe en premier lieu par une sobriété de l'éclairage qui ne se limite pas à une sobriété énergétique. Au sein et en direction des continuités écologiques, mais de manière générale pour tout espace naturel, cette démarche consiste notamment à :

- éviter l'implantation d'éclairage ;
- supprimer au maximum les points lumineux ;
- favoriser les éclairages passifs (bandes et plots réfléchissants, catadioptres, etc.).

Certaines activités humaines particulières peuvent justifier exceptionnellement la présence d'éclairage au sein des continuités écologiques. Les caractéristiques et le fonctionnement des points lumineux devraient alors intégrer, au-delà du respect de la réglementation, l'ensemble des considérations suivantes :

- avoir une temporalité réduite au minimum, strictement nécessaire à l'activité humaine concernée, grâce à une démarche d'extinction et/ou de détecteurs de présence, et tenant compte des rythmes de la biodiversité nocturne (quotidiens, saisonniers, pluriannuels) ;
- ne diffuser aucune lumière au-dessus de l'horizontale et réduire le « cône » de diffusion de la lumière pour limiter les flux proches de l'horizontale ;
- éclairer strictement la surface utile au sol (par exemple le cheminement) ;
- ne pas éclairer directement les surfaces aquatiques comme le demande la réglementation mais aussi plus largement tout milieu naturel et habitat pour la biodiversité (végétation, arbres, cavités, etc.) ;
- émettre une quantité de lumière la plus faible possible ;
- produire une lumière au spectre le plus restreint possible et situé dans l'ambre (éclairage à vapeur de Sodium basse pression ou à vapeur de Sodium haute pression ou LED orangée/ambrée) ;
- ne créer aucun risque d'éblouissement pour la faune.

Ces préconisations peuvent s'appliquer aussi bien pour des éclairages privés que publics et quelle que soit la catégorie d'usage de l'éclairage (à ce titre, voir la Figure 32 pour l'exemple de l'éclairage d'une rue). Ces mesures peuvent aussi être appliquées et modulées en dehors des continuités écologiques dans le cadre d'une gestion différenciée de l'éclairage.

La déclinaison des objets d'une trame noire repose sur un état des lieux de l'éclairage artificiel et du patrimoine naturel. Ce dernier est une opportunité :

- **De valoriser un ensemble de données déjà disponible et consolidé par différentes politiques publiques** (Données de la Commune, Inventaire National du Patrimoine Naturel, Institut National de l'Information Géographique et Forestière, Observatoire National de la Biodiversité…). La compilation des données permet en outre de synthétiser les forces en présence en matière de connaissance et les lacunes encore existantes.
- **D'apporter de nouvelles connaissances notamment concernant la caractérisation de la pollution lumineuse (halo lumineux, éblouissement) et l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques.** Dans ce contexte l'étude a valorisé les plateformes Light Pollution Platform (https://darkskylab.com/light-pollution-platform/) et SimOïko (https://www.simoiko.fr).

La trame noire a été déclinée en suivant les recommandations du guide Trame Noire[6].

Tableau 1. Étape de la déclinaison d'une trame noire.

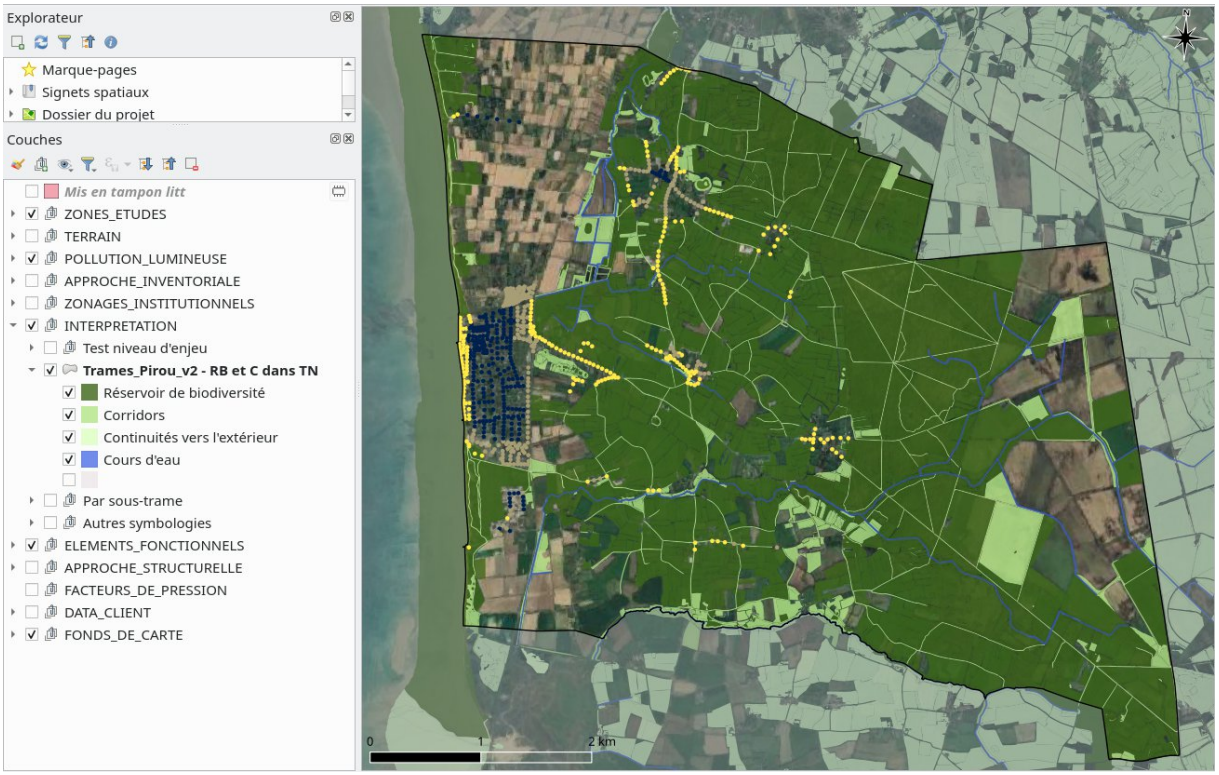
Étapes du guide trame noire		Description de ce qui a été fait	
1	Inventaire de l'éclairage artificiel et modélisation de la pollution lumineuse	DarSkyLab valorise les données existantes sur l'éclairage artificiel afin de caractériser et cartographier la pollution lumineuse	Cartographie des points lumineux existants, de la pollution lumineuse
2	État des lieux du patrimoine naturel	TerrOïko valorise SimOïko pour caractériser et cartographier l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité et le croise avec la TVB du Parc	Cartographie de l'impact de la pollution lumineuse sur la vie des espèces
3	Identification d'une Trame noire	TerrOïko propose une déclinaison de la trame noire telle que demandée par la loi (réservoirs de biodiversité, corridors écologiques) avec une représentation cartographique permettant d'intégrer les informations des étapes 1 et 2 dans les documents d'urbanisme ou de planification territoriale	Cartographie des objets
4	Identification de zones où une restauration de l'obscurité est nécessaire	TerrOïko identifie les obstacles et propose un mode de représentation cartographique opérationnel pour permettre le passage à l'action	
5	Identification d'actions de gestion de l'éclairage à mettre en œuvre afin de maintenir et restaurer l'obscurité	Sur la base des possibilités techniques et des informations des étapes précédentes, TerrOïko spatialise des actions de gestion de l'éclairage à mettre en œuvre pour la biodiversité	Cartographie des objectifs de la trame noire
6	Proposition d'indicateurs de suivi et d'évaluation	DarkSkyLab et TerrOïko proposent des indicateurs issus du projet France Data Réseau et du Guide trame noire, et des outils de métrologie en continu de la qualité du ciel nocturne (dispositif Ninox)	Analyse des indicateurs au regard des besoins

[6] Sordello R, Paquier F, Daloz A. 2021. Trame Noire : Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre. OFB – UMS Patrinat. https://professionnels.ofb.fr/fr/node/831

A noter que l'étude a bénéficié de plusieurs temps d'échange dont un atelier. En effet, à l'instar de la Trame Verte et Bleue, la Trame Noire est un outil au service de la planification territoriale. Elle nécessite donc un portage politique et citoyen. Dans ce contexte, il est fondamental de faire participer au maximum les acteurs du territoire à sa construction. La mission a bénéficié d'un temps d'échanges et de co-construction de la Trame Noire le 9 décembre 2024.

4. Mode de représentation des résultats de l'étude

À l'instar de la Trame Verte et Bleue, la Trame Noire vise à spatialiser des enjeux de biodiversité sur les territoires. Les cartographies réalisées dans le cadre de cette étude sont disponibles dans le projet QGIS, livré en fin de mission au maître d'ouvrage. Les cartes présentes dans le rapport servent uniquement d'illustration et non de support de travail. Les cartes ont également été livrées sous format png et pdf.



5. SYNTHÈSE DES DONNÉES VALORISÉES ET PRODUITES DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE

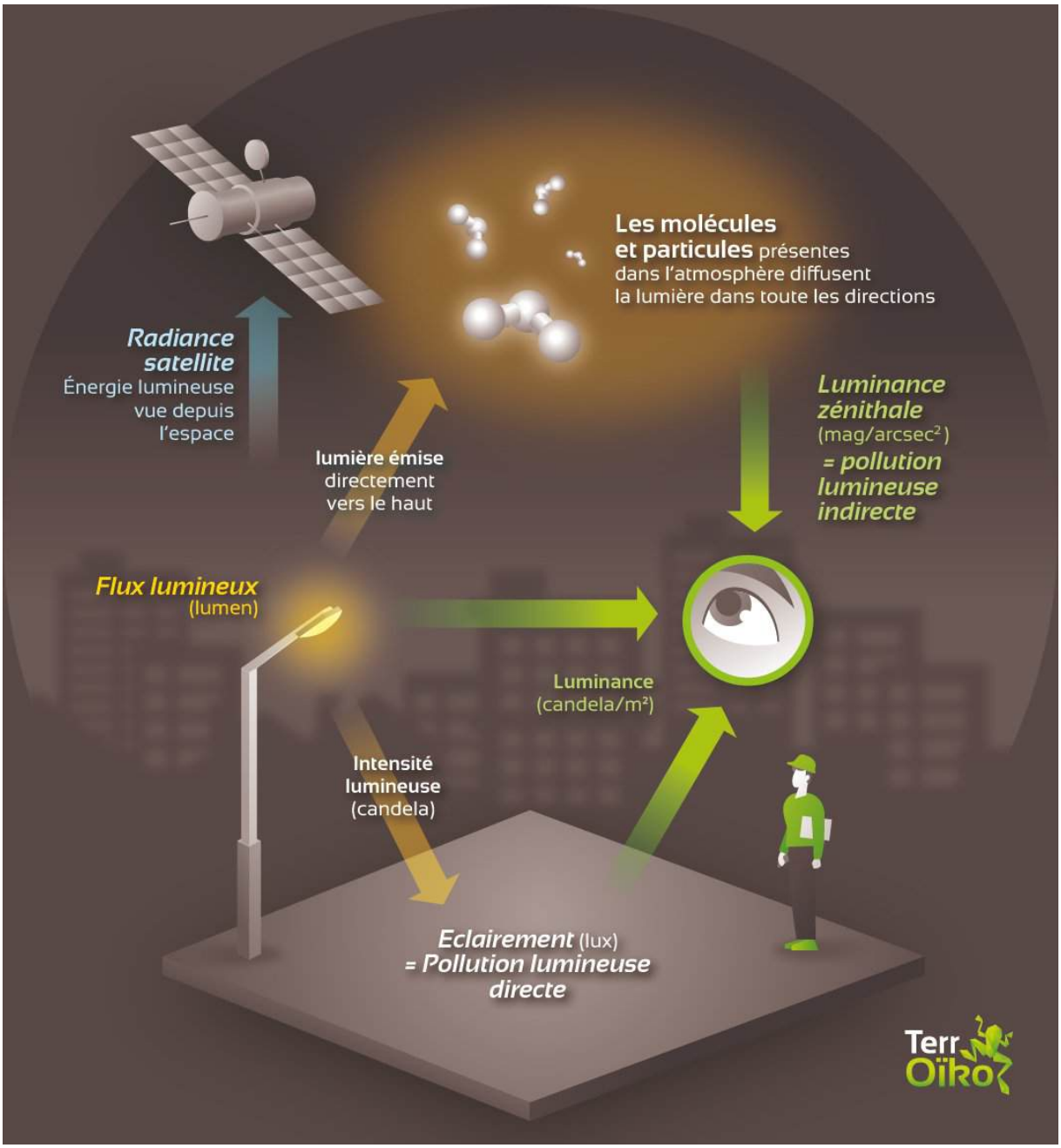
Tableau 2. Synthèse des données valorisées et des données produites au cours de la mission

Étapes de la mission		Données mobilisées		Données produites	
		Description	Sources	Descriptions et moyens matériels	Sources
Inventaire de l'éclairage artificiel et modélisation de la pollution lumineuse	Inventaire de l'éclairage artificiel	Points lumineux publics du territoire	SDEM	Bilan de l'éclairage avec les outils Lampyre et StatEp Simulation de points lumineux potentiels avec Asio	DarkSkyLab
	Modélisation de la pollution lumineuse diffuse	Composite annuel de radiance satellite (2023), points lumineux d'éclairage public	NASA (capteur VIIRS-DNB), DarkSkyLab	Cartographie de la luminance zénithale en cœur et extrémités de nuit (Otus)	
État des lieux du patrimoine naturel	Rassemblement des données structurelles	Modélisation de l'occupation du sol	PNR MCB	Cartographie de l'impact de la pollution lumineuse sur le maintien et les déplacements des espèces (SimOïko)	TerrOïko
	Simulation de la vie des espèces	Bibliographie scientifique sur l'impact de la pollution lumineuse sur les espèces	Alandb.darksky.org, web of science search, researchgate		
		Expertise des membres du groupement	TerrOïko - DarkSkyLab		
	Rassemblement des données institutionnelles	Zonages déjà existants décrivant la biodiversité des territoires et les aires protégées ou classées	Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques (ON-TVB)	Croisement avec les résultats de SimOïko	
	Inventaires faunistiques et vérification du modèle		Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), Open-Obs		
Identification d'une Trame Noire	Production de cartes d'interprétation des enjeux de préservation et restauration de la Trame Noire	Expertise des consultants du groupement TerrOïko-DarkSkyLab	TerrOïko - DarkSkyLab	Spatialisation des réservoirs de biodiversité, des corridors écologiques et des obstacles à la Trame Noire	TerrOïko
		Ensemble des données citées ci-dessus			
Identification d'actions de gestion de l'éclairage.		Retours d'expérience du groupement TerrOïko-DarkSkyLab ; Guide Trame Noire ; Terrain	TerrOïko – DarkSkyLab ; Sordello R, Paquier F, Daloz A. 2021. Trame Noire : Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre. OFB – UMS Patrinat. ; Pirou_Rapport_TN_Photo_terrain.zip	Adaptation des préconisations suite au terrains réalisés	DarkSkyLab
Proposition d'indicateurs de suivi et d'évaluation		Retours d'expérience du groupement TerrOïko-DarkSkyLab Bibliographie sur les indicateurs de suivi et d'évaluation	Sordello et al. 2018. Construire des indicateurs nationaux sur la pollution lumineuse : réflexion préliminaire. UMS PatriNat, Cerema, CESCO, DarkSkyLab, IRD, Irstea, juillet 2018, 48 p. https://jdb.francedatareseau.fr/groupes-projets/eclairage-public/indicateurs	Analyse des indicateurs au regard des données disponibles pour la ville de Saint-Louis et leur facilité de déclinaison	TerrOïko

B. INVENTAIRE DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL ET MODÉLISATION DE LA POLLUTION LUMINEUSE

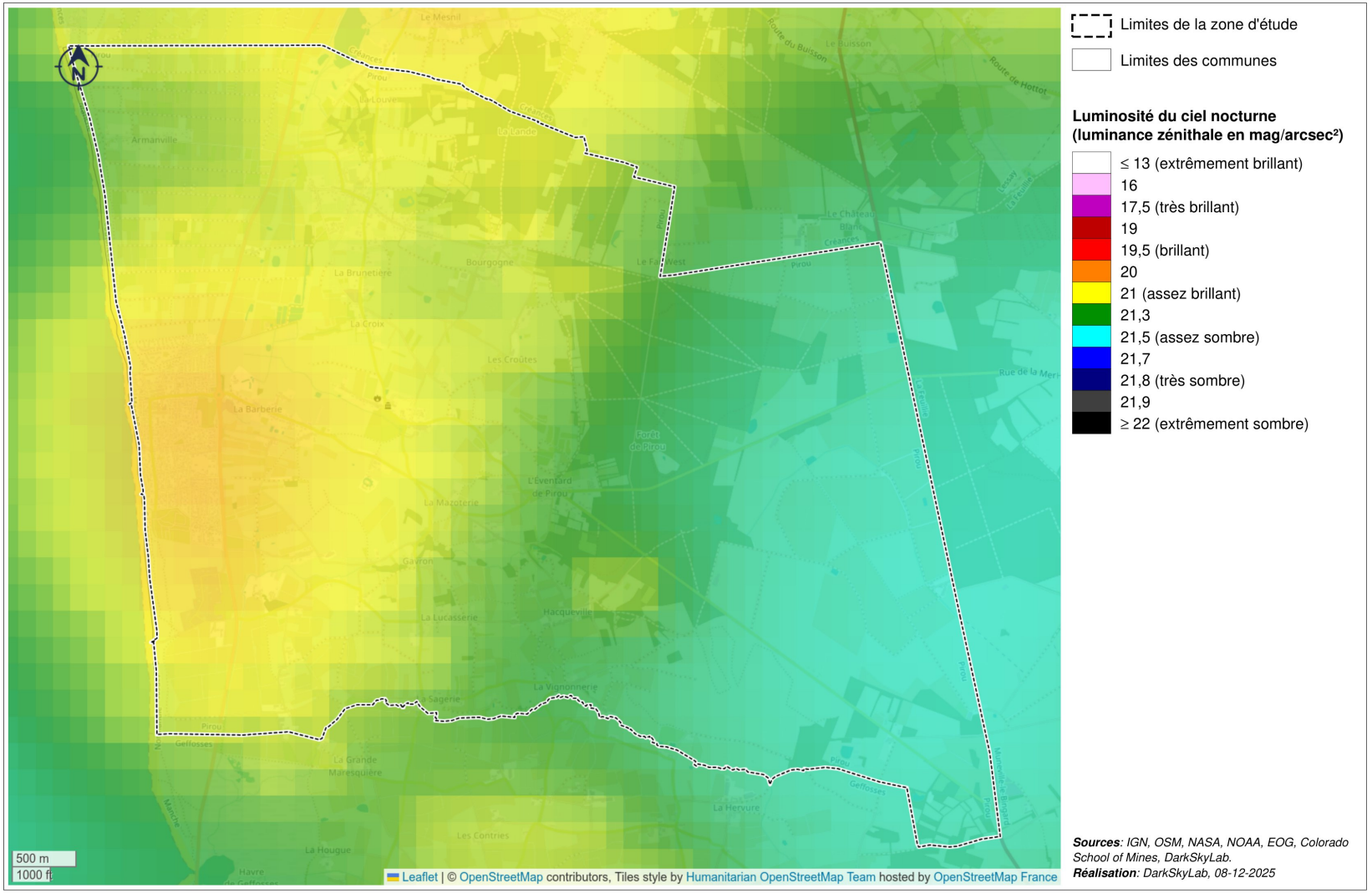
Les résultats de cette partie sont retranscrits en annexe du rapport d'étude. Nous décrivons ici uniquement leur utilisation pour caractériser leurs impacts sur la vie des espèces :

- La luminance zénithale a été retranscrite en pourcentage d'impact sur les traits d'histoire de vie des espèces (capacité biotique et capacité de déplacement)[7].
- Un impact maximal a été ajouté dans une zone tampon de 20 mètres autour des points lumineux connus.



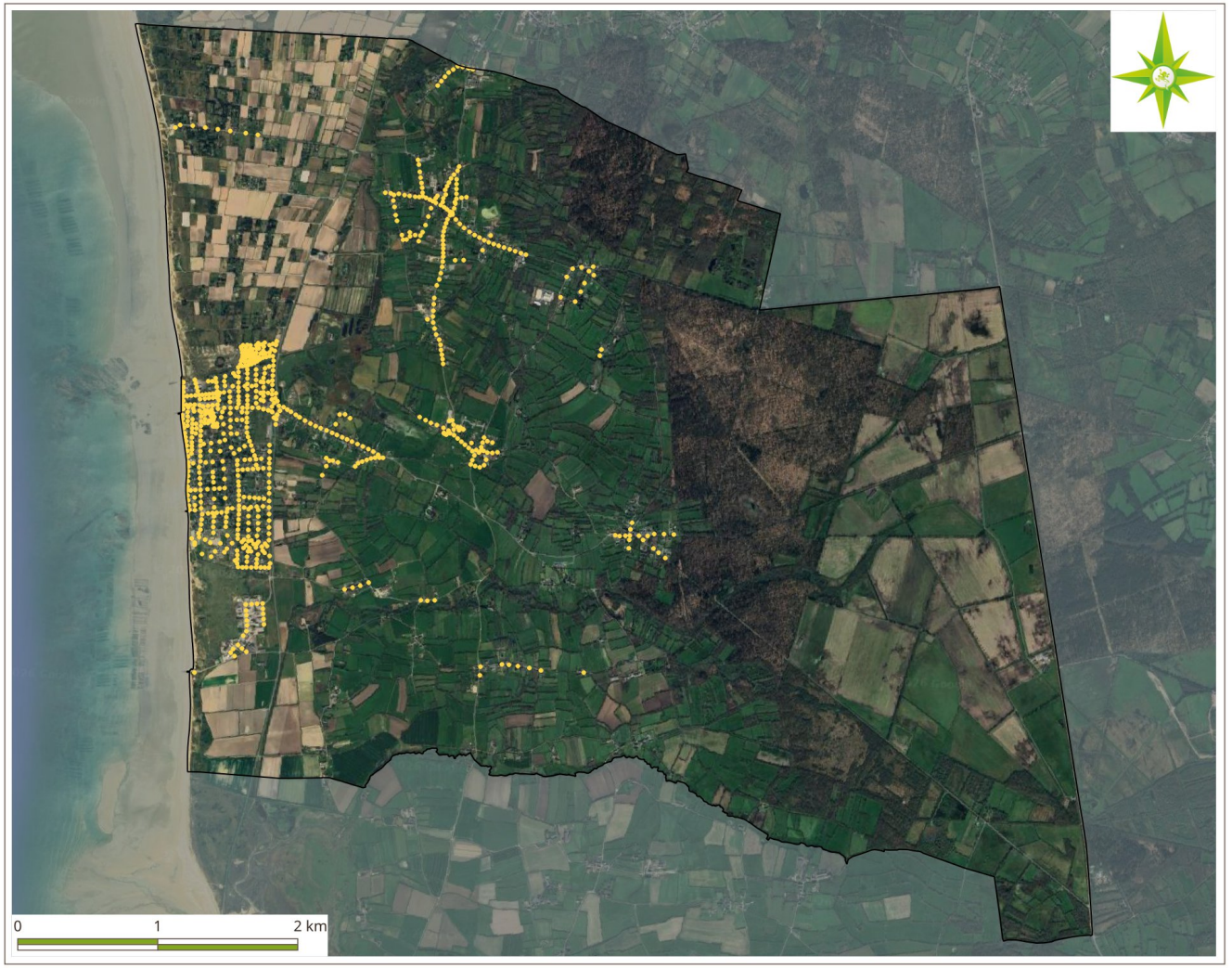
[7] Pourcentage d'impact = ((102.5*(1-(1/(1+(exp(5.5)*exp(-1*(10-((17-« LUMINANCE_ZENITHALE »)/(17-22)*(10-1)))))))))-(102.5*(1-(1/(1+(exp(5.5)*exp(-1*1)))))))/((102.5*(1-(1/(1+(exp(5.5)*exp(-1*10)))))))-(102.5*(1-(1/(1+(exp(5.5)*exp(-1*1)))))))

ÉTUDE DE LA POLLUTION LUMINEUSE
Commune de Pirou (PNR des Marais du Cotentin et du Bessin)
Pollution lumineuse diffuse en extrémités de nuit pour l'année 2024



Étude de la trame noire à l'échelle communale

Points lumineux - Commune de Pirou



Zone d'étude

Zone d'étude

En grisé : Aire de simulation

Obstacles

- Points lumineux

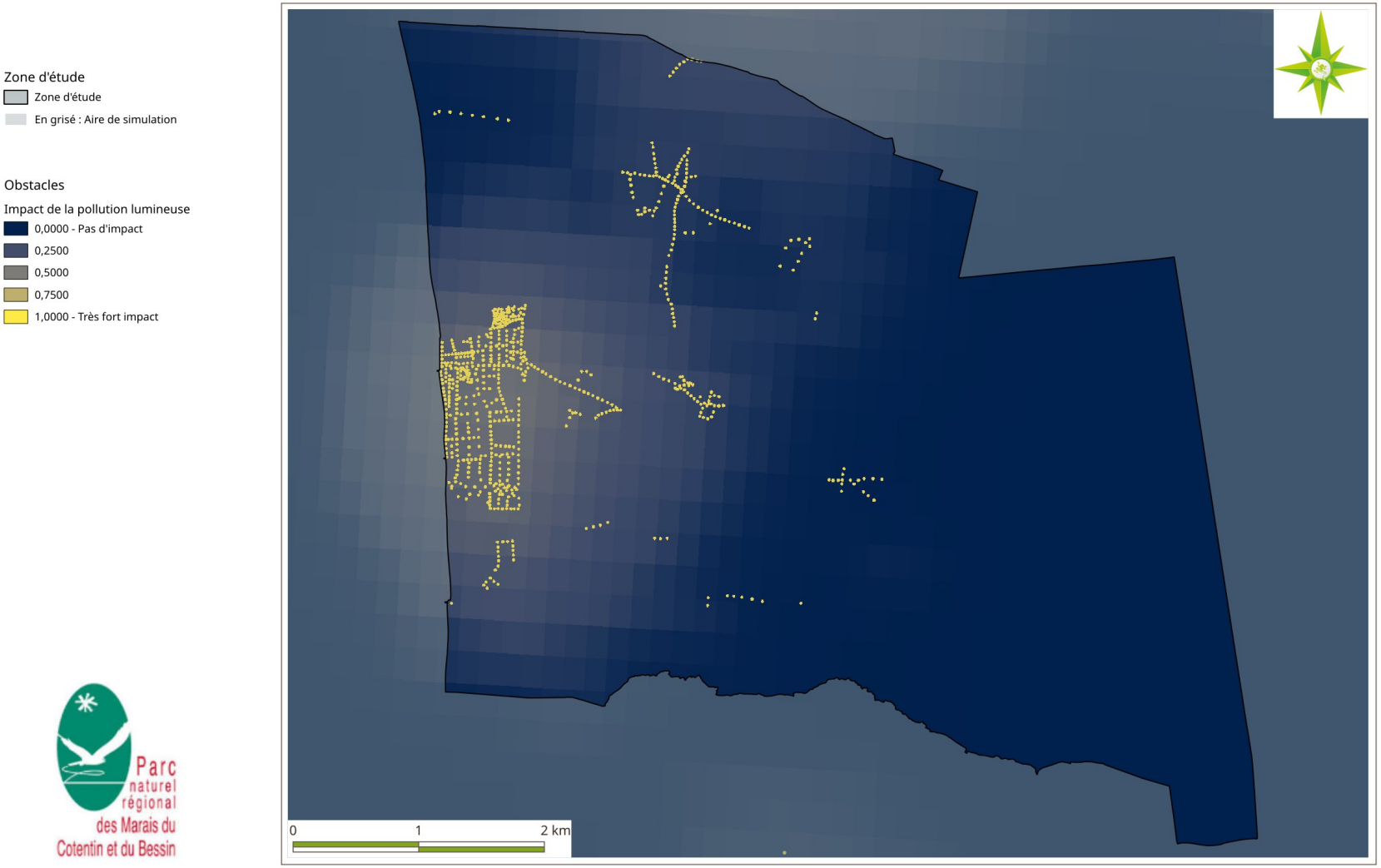
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

TerrOïko - 3/2/2026

Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Impact de la pollution lumineuse - Commune de Pirou



Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

TerrOïko - 3/2/2026

C. ÉTAT DES LIEUX DU PATRIMOINE NATUREL

1. INFORMATIONS SUR LA STRUCTURE DU PAYSAGE

La répartition des espèces sur un territoire ainsi que leur capacité à accomplir leur cycle de vie dépendent des habitats disponibles. Le décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019 cadre la déclinaison des Trames et demande a minima d'expertiser les milieux boisés, ouverts, humides, cours d'eau et littoraux. Il demande également d'expertiser la capacité des espèces à accomplir leur cycle de vie au regard de multiples facteurs de pression, et notamment les infrastructures de transports, le bâti ou les activités agricoles et sylvicoles. Aussi, dans un premier temps, il est nécessaire de disposer d'une définition structurelle de ces différents milieux et facteurs de pression.

Les données compilées dans le cadre de cette étude sont décrites dans le tableau ci-dessous. Dans le cadre de cette étude, l'occupation du sol a été valorisée de deux manières :

- Elle a été intégrée directement comme aide à la décision pour spatialiser des objets de la Trame Noire, en particulier les **cours d'eau** et le **littoral**.
- Elle a été intégrée comme base structurelle dans les simulations de la vie des espèces inféodées aux milieux boisés, ouverts et humides (voir ci-après « approche fonctionnelle »).

Tableau 3 : Synthèse des données cartographiques utilisées pour l'occupation du sol de Pirou

FOURNISSEUR de la donnée	NATURE de la donnée	TYPE de donnée	Année	Commentaire
PNR MCB	OCS	Shapefile	-	
IGN	OCS GE	Shapefile	2022	
IGN	Registre parcellaire graphique Îlots (unité foncière de base de la déclaration des agriculteurs) munis de leur culture principale	Shapefile	2024	
IGN	BD Hydrographie Réseau hydrographique, surfaces en eau stagnante et courante	Shapefile	2025	
IGN	Réseau routier et réseau ferré	Shapefile	2025	
IGN	BD Bocage	Shapefile	2020	
IGN	CosIA	Shapefile	2022	Intégration de CosIA dans les codes eunis suivants : J1 , J1.4 x J2.3, J1.42 , J2, J4.7, X22 x X23

La répartition des différentes catégories de milieux est décrite dans le tableau ci-dessous. Elle permet de voir que :

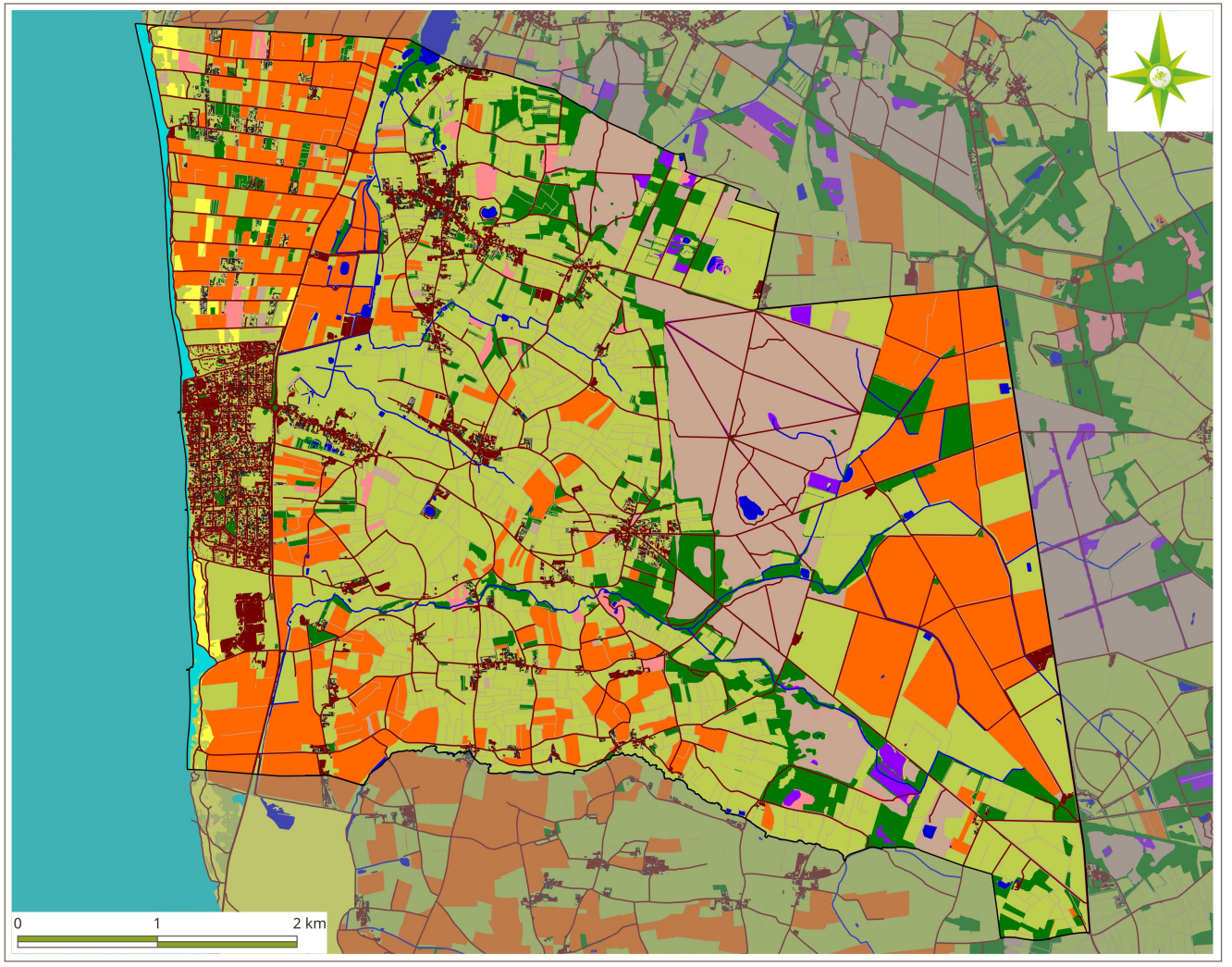
- Les milieux naturels représentent une majorité du territoire. Les milieux ouverts sont les plus nombreux, représentant ~ 42 % de la commune. Les milieux boisés sont aussi bien représentés avec ~ 19 % du territoire *(Nota Bene : les landes de l'occupation du sol sont considérées comme milieux boisés).* Ils se retrouvent notamment sur le site de Natura 2000 « Havre de Saint-Germain-sur-Ay et Landes de Lessay » et sur la réserve biologique de la « Tourbière de la Mare de Sursat ».
- On peut constater que le territoire présente beaucoup de milieux humides, en majorité en milieux boisés.
- Il existe divers facteurs anthropiques qui peuvent impacter la vie des espèces en plus de la pollution lumineuse. La politique Trame Verte et Bleue mentionne plusieurs éléments paysagers tels que l'urbanisation et les infrastructures de transports (~ 9 % du territoire) et les activités agricoles (21,5 % du territoire). Il était donc essentiel de caractériser leur effet cumulé sur la fonctionnalité des continuités écologiques au regard de la pollution lumineuse.

Tableau 4 : Description de la structure paysagère de la Commune de Pirou (surface totale = 2 926 ha).

Typologie	Boisés	Boisés humides	Ouverts	Ouverts humides	Cours d'eau, mares et marais	Marin et littoral	Urbains	Jardins urbains (cosia)	Agricoles
Code Eunis	G, F4.2, X13 x X14, X15	G*, F4.1, F4.1 x G X13 x X14* X15*	E, F, F3, F9, FA, FA x G et X16 sauf E3	E*, F* E3	C, D	A marin, A plage, B, B x C x H, X01	J sauf les 4 en jardins urbains	J x E, J x F, J x G1 , G2, J x G3	I
Surface estimée (ha)	162,4	396,04	1112,63	127,81	63	38	271,15	125,13	629,7
Pourcentage du territoire (%)	5,55	13,5	38	4,37	2,15	1,3	9,27	4,28	21,5

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Occupation du sol - Commune de Pirou



Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

TerrOïko - 15/1/2026

2. INFORMATIONS SUR LES ESPÈCES OBSERVÉES SUR LE TERRITOIRE

Le décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019 demande que l'identification des objets de la Trame soit réalisée en se basant sur une expertise des réseaux écologiques de plusieurs groupes taxonomiques, notamment les amphibiens, mammifères, reptiles, oiseaux, rhopalocères, orthoptères, odonates. Le guide Trame Noire préconise une expertise a minima sur les **chiroptères**, les **insectes nocturnes**, les **oiseaux nocturnes**, les **mammifères terrestres** et les **amphibiens**.

Depuis plusieurs années, un travail de consolidation des bases de données d'inventaires naturalistes a été réalisé à l'échelle nationale et des Régions. Il s'agit ici de les valoriser dans le cadre de l'état des lieux du patrimoine naturel. Les données valorisées dans le cadre de cette étude proviennent de l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) et ont été utilisées pour orienter le choix des espèces cibles de l'approche fonctionnelle (voir tableau ci-dessous).

Tableau 5. Description des guildes d'espèces utilisées pour les simulations de l'impact de la pollution lumineuse sur la vie des espèces. Un exemple d'espèce présente sur le territoire est fourni par guilde sauf pour les hétérocères.

Sous-trames	Guildes	Exemple	Groupe TVB	Cycle de vie	Dispersion	Densité	Déplacement
Boisés	Chauves-souris	*Grand rhinolophe*	Mammifères	Modéré	Forte	Faible	Aérien
	Oiseaux nocturnes	*Chouette hulotte*	Oiseaux	Modéré	Forte	Faible	Aérien
	Grands mammifères	*Chevreuil, blaireau*	Mammifères	Long	Forte	Faible	Terrestre
	Hétérocères	-	Papillons	Court	Modérée	Forte	Aérien
Ouverts	Rapaces	*Chouette chevêche*	Oiseaux	Modéré	Forte	Faible	Aérien
	Mammifères	*Hérisson*	Mammifères	Court	Faible	Modérée	Terrestre
	Orthoptères	*Grillon champêtre*	Orthoptères	Court	Faible	Forte	Terrestre
	Hétérocères	-	Papillons	Court	Modérée	Forte	Aérien
Humides	Chauves-souris	*Murin de Daubenton*	Mammifères	Modéré	Forte	Faible	Aérien
	Amphibiens	*Crapaud commun*	Amphibiens	Long	Modérée	Modérée	Terrestre
	Serpents	*Couleuvre d'eau*	Reptiles	Long	Faible	Faible	Terrestre
	Hétérocères	-	Papillons	Court	Modérée	Forte	Aérien

3. APPROCHE FONCTIONNELLE : ESTIMATION DE LA FONCTIONNALITÉ DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

i. PRÉAMBULE SUR L'APPROCHE FONCTIONNELLE DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de cette étude, la fonctionnalité des réseaux écologiques a été caractérisée en valorisant la plateforme de simulation de la vie des espèces SimOïko.

Concrètement, SimOïko reproduit sur ordinateur les processus à l'œuvre dans la vie des espèces (dynamique des populations, comportements, génétique). Une documentation technique sur les algorithmes utilisés par SimOïko pour reproduire la vie des espèces sur ordinateur est disponible en ligne (www.simoiko.fr/docs/service/book.pdf) ou via la thèse de Sylvain Moulherat (http://thesesups.ups-tlse.fr/2668/). Le réalisme des résultats de SimOïko a été éprouvé dans le cadre de nombreuses études menées depuis 2012 dans des Parcs Naturels Régionaux, Parcs Nationaux, EPCI et communes (https://www.terroiko.fr/fr/realisations). SimOïko permet pour la première fois d'analyser la connectivité fonctionnelle, tel que demandé par le décret n°2019-1400 du 17 décembre 2019 relatif à la politique Trame Verte et Bleue :

- Le décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019 définit les réservoirs de biodiversité comme « des habitats qui permettent aux espèces d'accomplir l'intégralité de leur cycle biologique ». En accord avec cette définition, SimOïko établit une hiérarchisation des habitats en fonction de leur capacité à permettre le maintien d'une population viable dans le temps. Cette donnée est fournie pour chaque espèce simulée. Elle constitue une première source de données à valoriser dans le cadre des politiques biodiversité du territoire.

Tableau 6. Légende et interprétation de l'estimation de la probabilité de maintien qui sert à caractériser la fonctionnalité des réservoirs de biodiversité.

Probabilité d'extinction	Couleurs associées	Interprétation	
		Fonctionnalité	Objets de la TVB
0		Ce patch d'habitat maintient une population stable qui est source d'individus dispersants pour le réseau écologique.	Réservoirs de biodiversité fonctionnels
Entre 0 et 1		Ce patch d'habitat est sujet à des épisodes d'extinction (absence d'individus en son sein). Il est peu fonctionnel en tant qu'habitat au sein duquel l'espèce peut réaliser son cycle de vie et est souvent très dépendant du réseau local pour se maintenir dans le temps.	Réservoirs de biodiversité non fonctionnels. Le patch peut faire partie d'un corridor en pas japonnais, être un habitat relais ou un habitat connexe de la TVB.
1		Ce patch d'habitat ne maintient pas d'individus en son sein, ou seulement de manière extrêmement sporadique. Il est non fonctionnel en tant qu'habitat au sein duquel l'espèce peut réaliser son cycle de vie.	

- Le décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019 définit les corridors écologiques comme des « structures paysagères qui permettent aux espèces de circuler entre les réservoirs de biodiversité ». En accord avec cette définition, SimOïko établit une

hiérarchisation des secteurs du paysage en fonction des déplacements simulés des individus ayant dispersé d'un patch d'habitat à un autre et ayant réussi à s'y installer (carte du trafic, exprimé en nombre de passages d'individus par unité de temps et de surface). Cette donnée est fournie pour chaque espèce simulée. Elle constitue une deuxième source de données à valoriser dans le cadre des politiques biodiversité du territoire.

Tableau 7. Légende et interprétation de l'estimation du trafic en individus qui sert à caractériser la fonctionnalité des corridors écologiques.

Trafic en individus	Couleurs associées	Interprétation	
		Fonctionnalité	Objets de la TVB[8]
Supérieur à un passage par mois (3 000)		Forte	Corridors très fonctionnels
Un passage par an (250)		Modérée	Corridor fonctionnel
Un passage tous les 4 ans (62,5)		Faible	Corridor peu fonctionnel, potentiel obstacle
Aucun passage (0)		Aucune	Corridor non fonctionnel, potentiel obstacle

- Le décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019 définit que les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques doivent être représentatifs pour le maximum d'espèces. Dans le cadre de cette étude, un indicateur global de la fonctionnalité a été calculé en sommant les probabilités de maintien et les déplacements de dispersion des individus des espèces inféodées à chaque guilde. Les déplacements de dispersion des individus sont préalablement bornés puis normalisés afin de donner autant de poids à chacune des espèces.

Les résultats sont fournis pour chacune 12 guildes d'espèces l'ensemble étant synthétisé à l'échelle des sous-trames boisées, ouvertes et humides. Une carte interprétée est fournie pour chaque sous-trames.

[8] Il est à noter que l'estimation du trafic en individu est à interpréter en fonction du nombre d'individus potentiellement disponibles. Ainsi, pour une espèce dont les densités sont faibles, le trafic le sera également aussi même si les structures du paysage sont bonnes. C'est notamment le cas des espèces comme les chauves-souris. Cela est pris en compte dans l'interprétation des résultats. Si besoin, il est possible de seuiller et normaliser les cartes de déplacements. La valeur de 2 fois la moyenne observée sur l'ensemble du territoire est un seuil pertinent.

ii. FONCTIONNALITÉ DES RÉSEAUX ÉCOLOGIQUES[9]

Les milieux boisés : Les principaux milieux boisés sur Pirou sont des landes (Forêt de Pirou et la partie sud de la Lande) situées au centre du territoire selon l'axe Nord-Sud. Dès que les simulations montraient que les landes permettaient à toutes les guildes inféodées aux milieux boisées de faire l'intégralité de leur cycle de vie celles-ci ont été considérées comme réservoirs de biodiversité. La majorité des landes ont donc été considérées comme réservoirs de biodiversité. Les autres types de milieux à proximité des landes sur l'axe Nord-Sud, dont les milieux ouverts, ont été considérés comme corridors écologiques, aux vues des fortes fréquences de passage sur ces zones. Nous avons également défini un corridor écologique reliant le sud des landes vers l'Est, au niveau de la Grande Cour. Ce corridor écologique est un ajout par rapport à la TVB du parc, mais se retrouve dans les zonages d'inventaires (comme ZNIEFF de type 2). L'ouest du territoire présente des boisements trop petits et isolés du reste des milieux boisés pour permettre le maintien de la sous-trame boisée sur cette zone. On peut donc dire que la fonctionnalité de la sous-trame boisée est forte sur la partie Est du territoire, et faible voire nulle sur la partie Ouest.

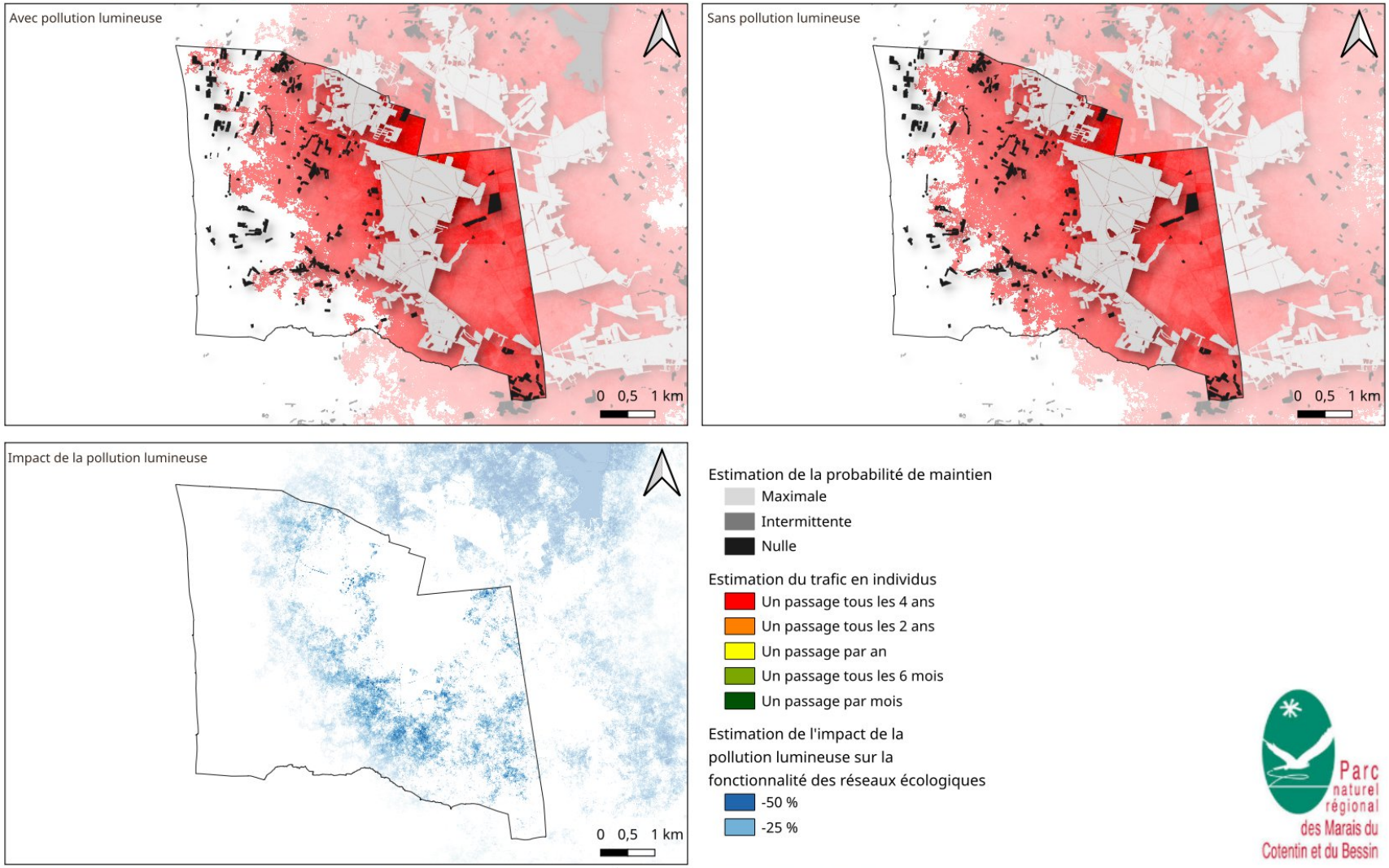
Les milieux ouverts : Pour cette sous-trame, aux vues des résultats très faibles des probabilités de maintien des rapaces des milieux ouverts, le seuil de probabilité de maintien de la sous-trame a légèrement était abaissé par rapport à celui de la sous-trame boisée. Les milieux ouverts autour des bourgs sur l'axe de la Louve jusqu'à la Bourgeoiserie, en passant par les alentours du Pont et de la Bourgogne, ainsi que les milieux ouverts du sud de la zone d'étude sont définis comme réservoirs de biodiversité. On retrouve une partie des landes comme corridor écologique de la sous-trame ouverte. Les connexions vers l'est du territoire sont plus importantes que pour les milieux boisés, avec plus d'endroits qui connectent, au Nord et au Sud de la D94 par exemple. La sous-trame ouverte est fonctionnelle, excepté le secteur de Pirou-Plage et tout le Nord qui n'est pas fonctionnel. En effet, à l'Est de Coutances, la petitesse et le manque de connexion des milieux ouverts de cette zone avec le reste du territoire ne permet pas le maintien des populations des guildes inféodées aux milieux ouverts dans ce secteur.

Les milieux humides : La construction de la sous-trame humide suit une logique différente, puisque les différentes guildes des milieux humides ont des habitats différents. Les habitats définis comme réservoirs de biodiversité sont ceux qui permettent à la guilde concernée de réaliser son cycle de vie. Une immense partie des landes se retrouvent comme réservoirs de biodiversité de la sous-trame humide, étant des boisements humides (habitats des chiroptères et des insectes hétérocères – les chauves-souris et papillons des milieux humides). Les mares sont considérées comme réservoirs de biodiversité (habitat des amphibiens anoures – les crapauds et les grenouilles). Les milieux naturels à proximité des cours d'eau sont considérés comme réservoirs de biodiversité ou comme corridors écologiques selon leur niveau de fonctionnalité. Ces milieux sont des corridors écologiques notamment au niveau du cours du Pont de la Reine ou du Douit. Le Pont de la Reine permet une circulation selon un axe Est-Ouest. L'axe Nord-Sud est permis grâce aux landes humides, ou aux marais vers Le Brac et les divers cours d'eau au Sud de celui-ci. La majorité des mares sont connectées avec le reste du réseau, sauf celles situées au Sud de la Barberie, qui sont enclavées dans la zone urbaine. La restauration voire la création de mares pour les relier au reste du réseau écologique des milieux humides pourrait être envisagée.

[9] Les milieux littoraux et les cours d'eau sont traités page 15.

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Chauves-souris des milieux boisés

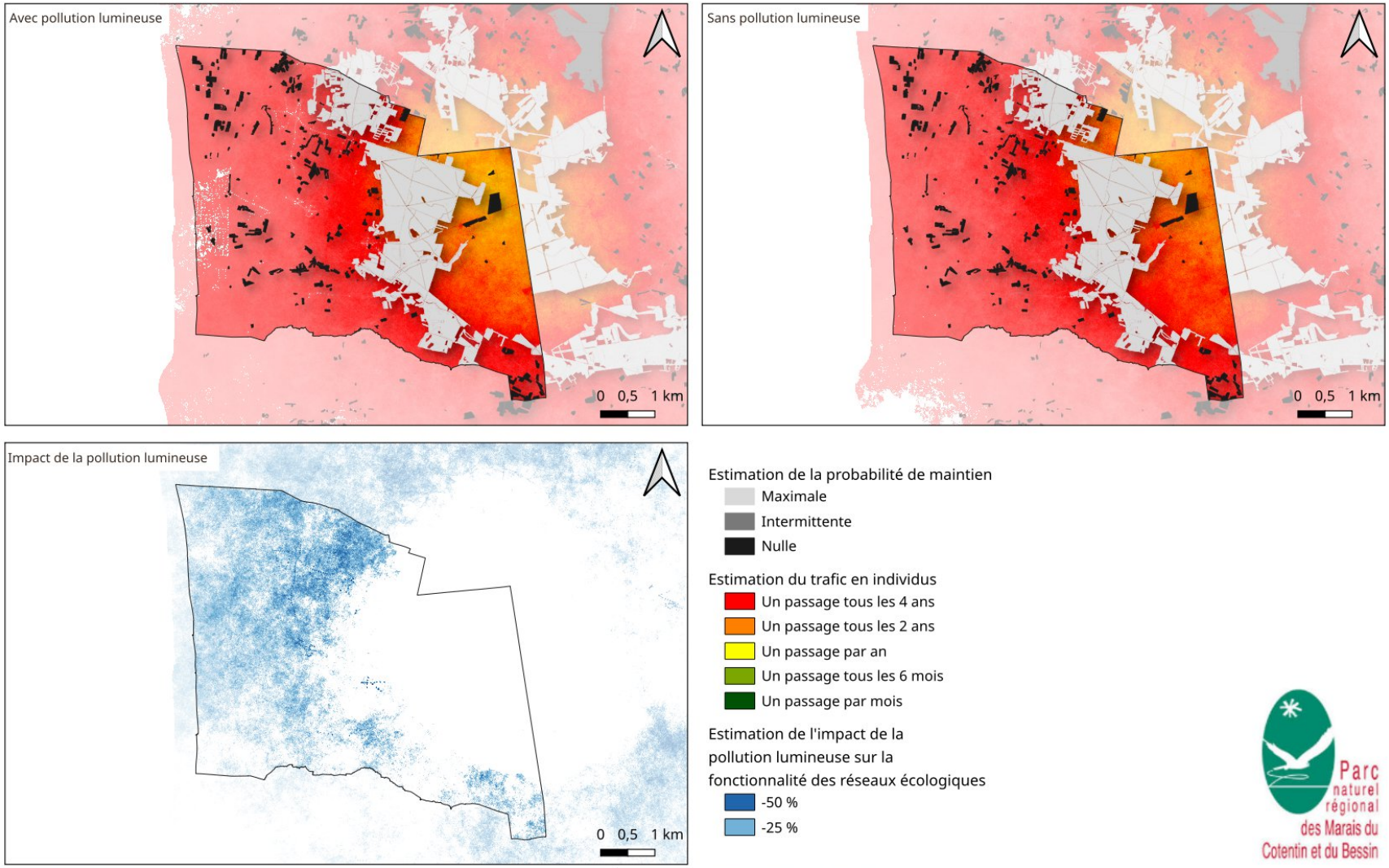


Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Oiseaux nocturnes des milieux boisés

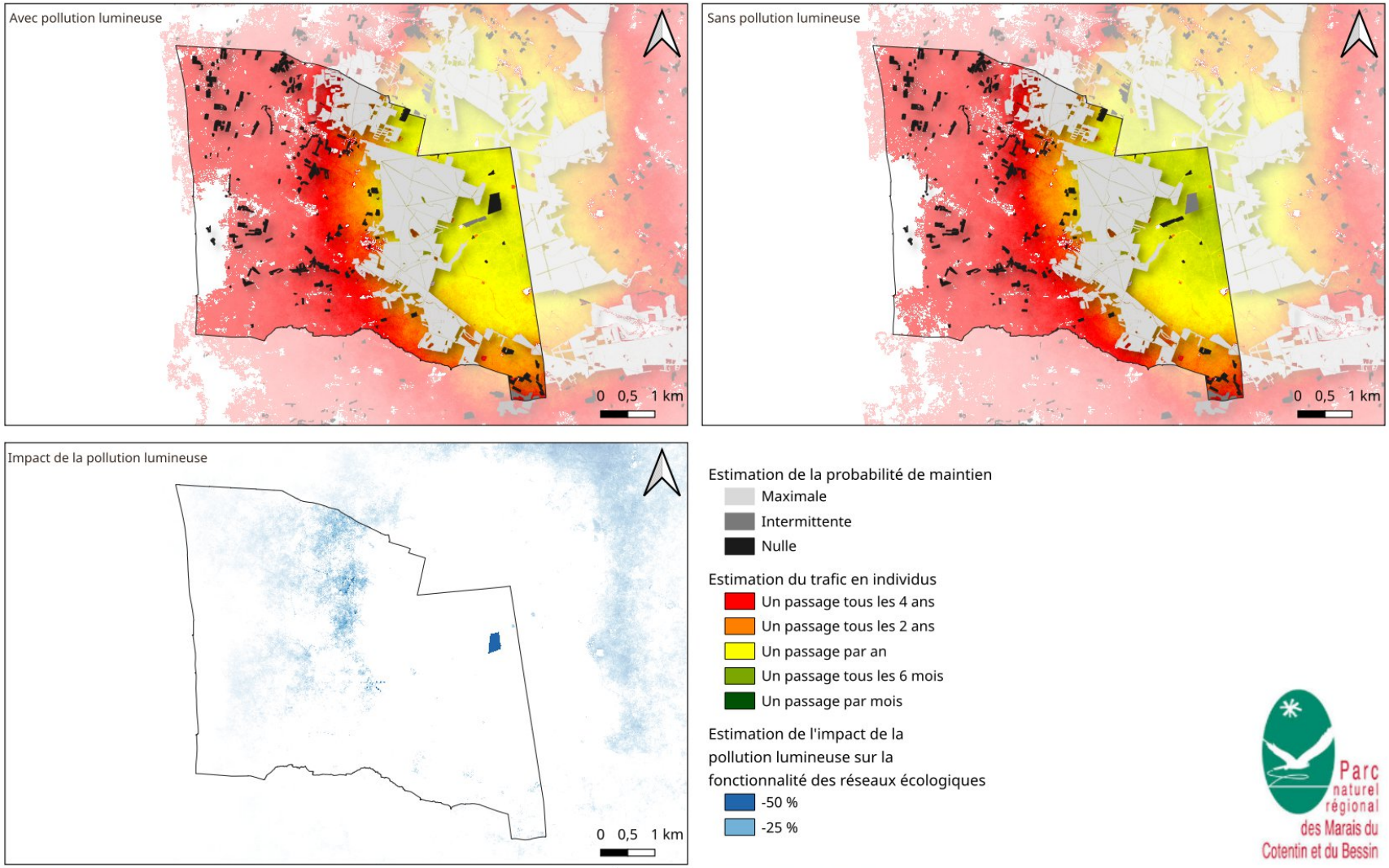


Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Grands mammifères des milieux boisés



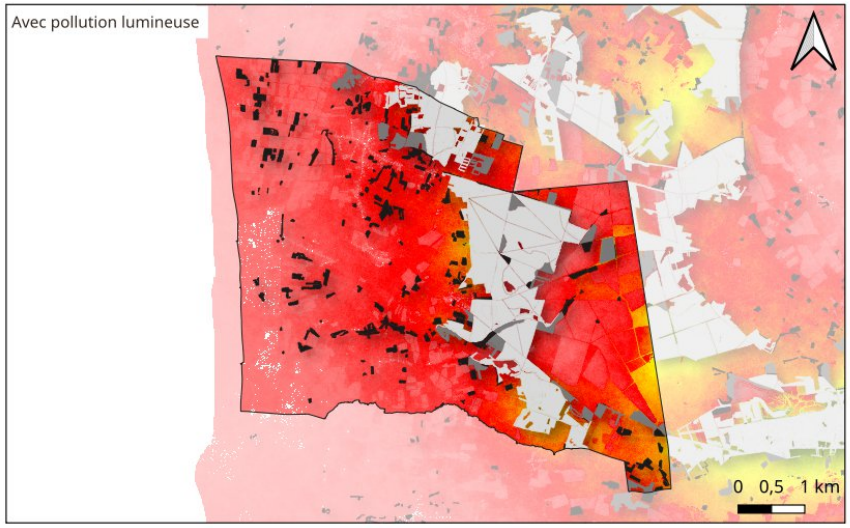
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

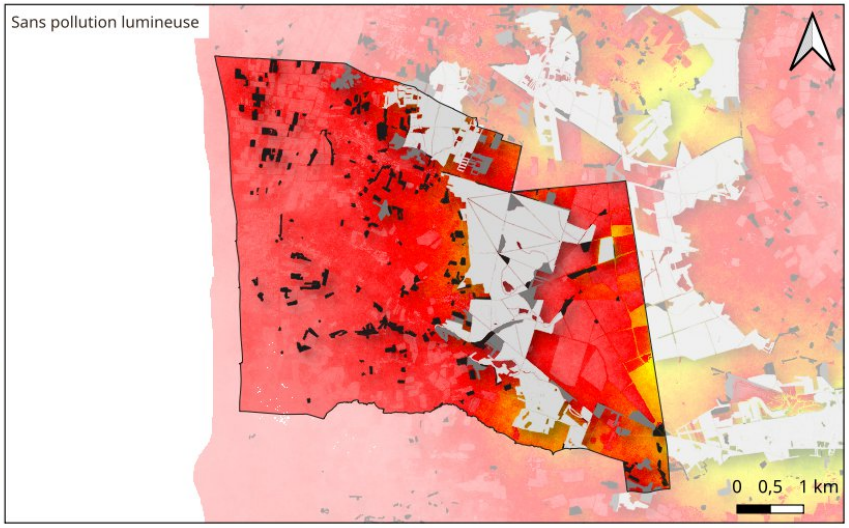
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

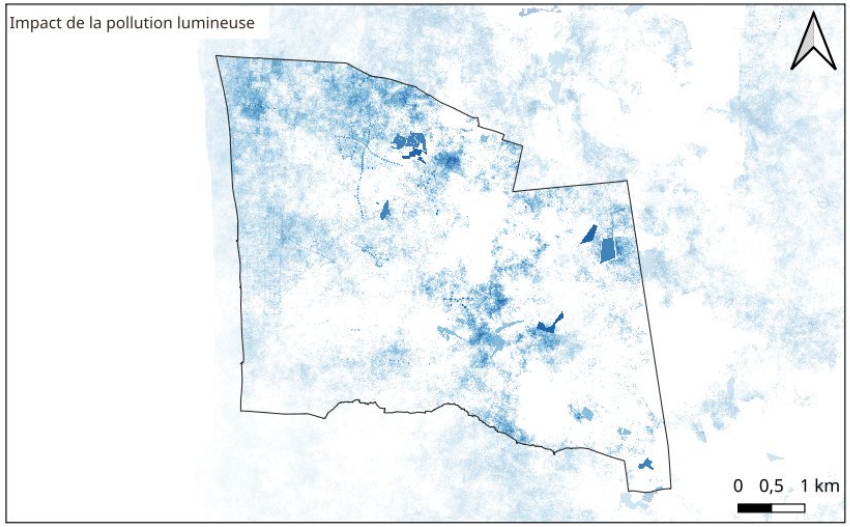
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Hétérocères des milieux boisés







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

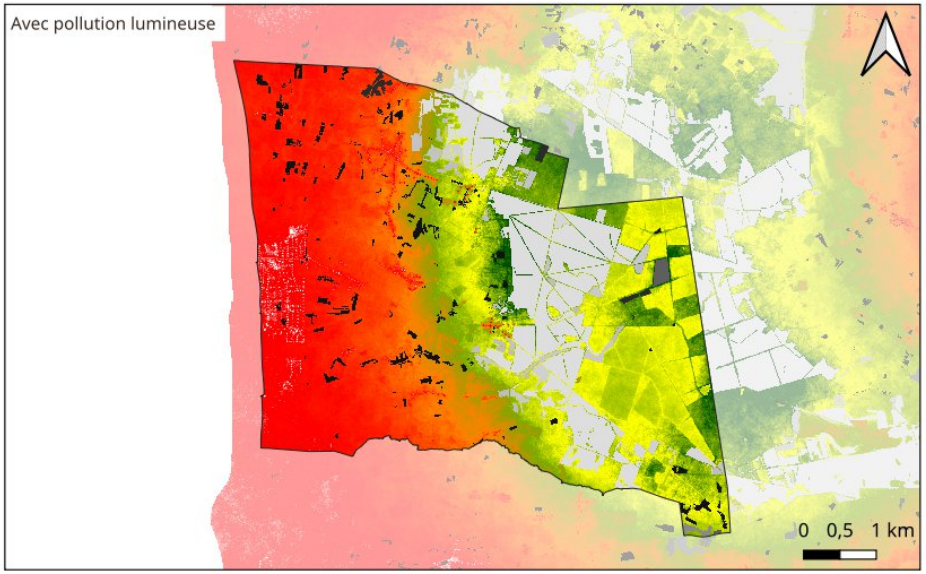
Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

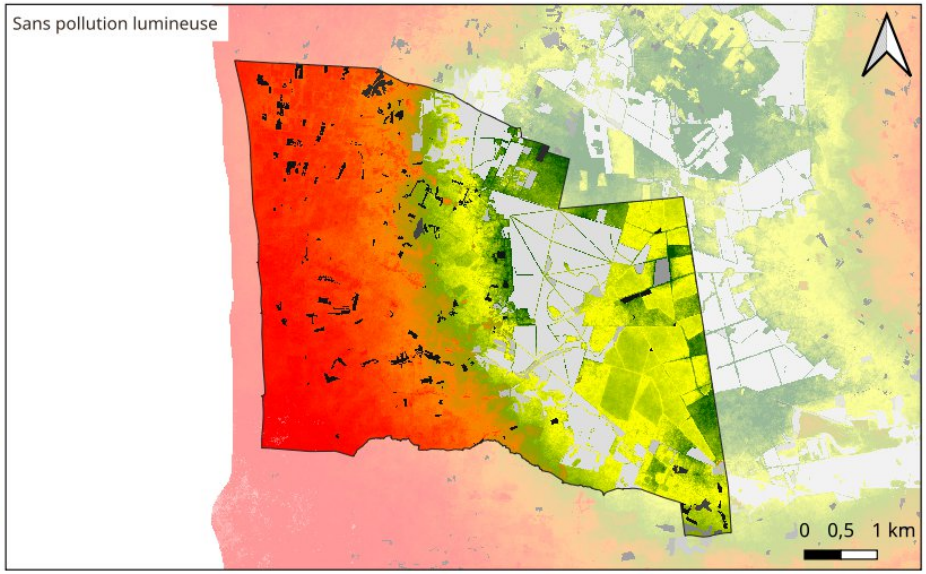
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

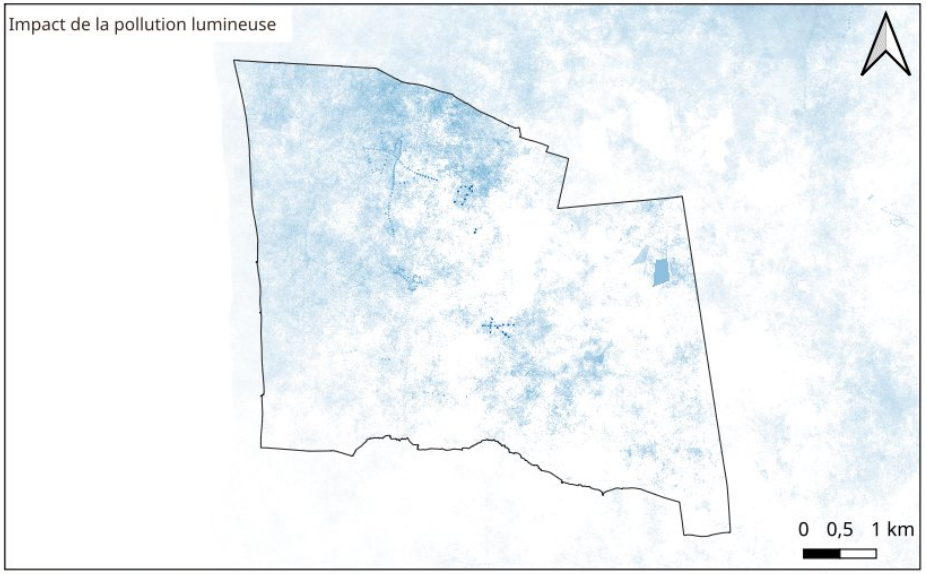
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Synthèse pour les milieux boisés







Estimation de la fonctionnalité des habitats
à permettre le maintien des espèces
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation de la fonctionnalité de la matrice paysagère
à permettre les mouvements de dispersion
- 1 %
- 25 %
- 50 %
- 75 %
- 100 %

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

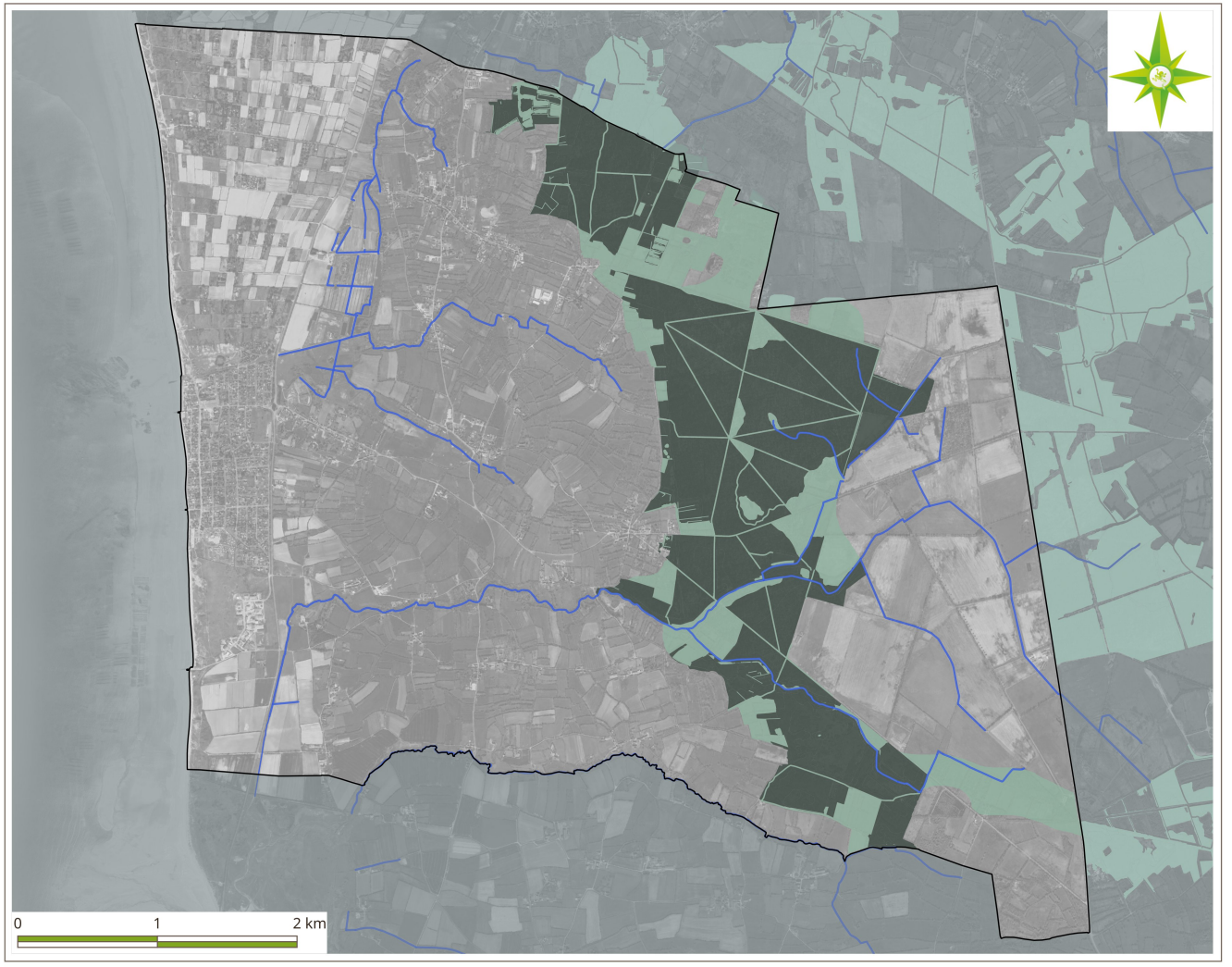
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

24/3/2026

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Sous-trame boisée - Commune de Pirou

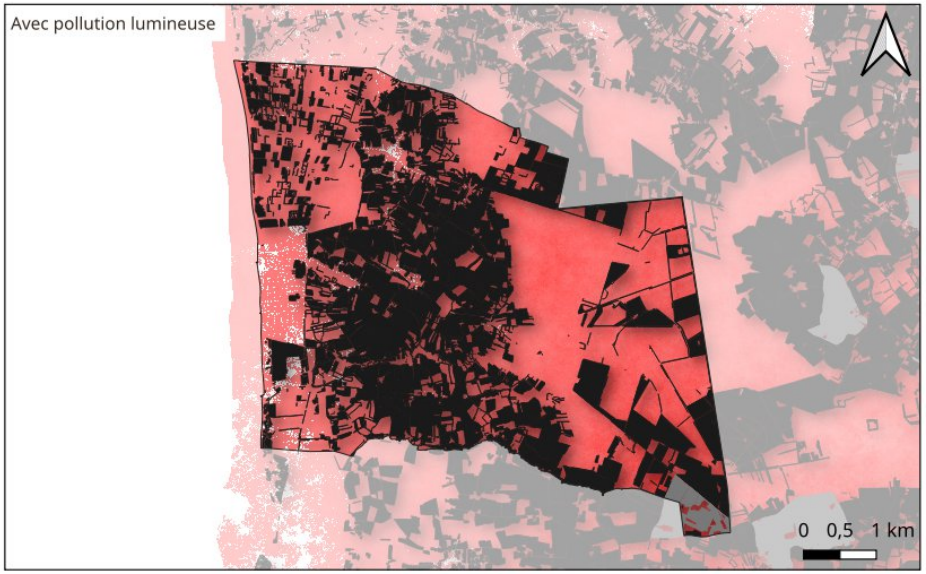


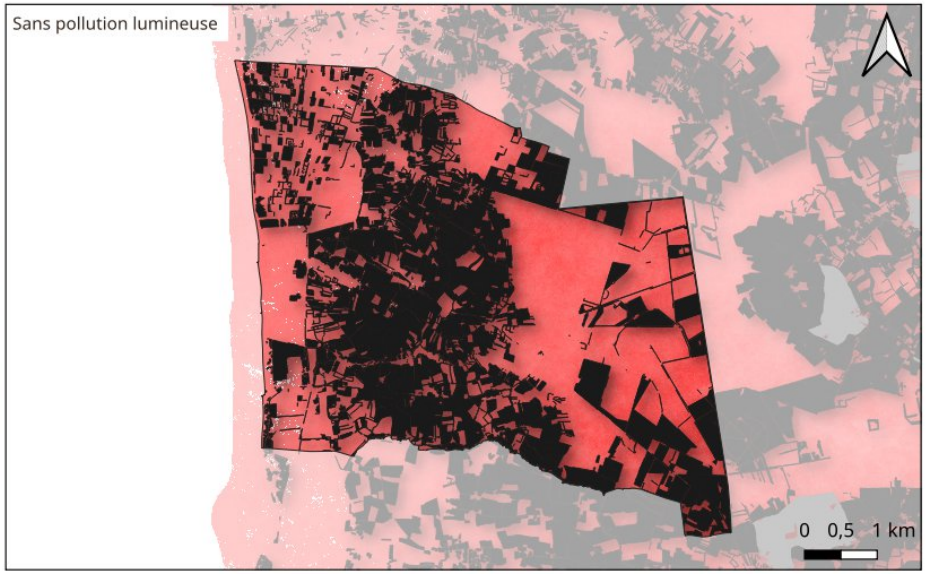
Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

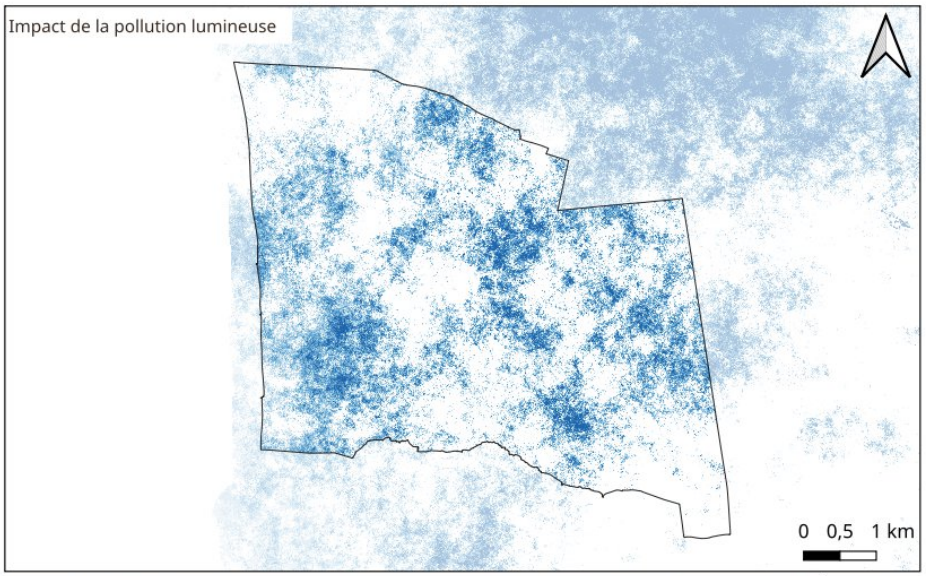
TerrOïko - 15/1/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Oiseaux nocturnes des milieux ouverts







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

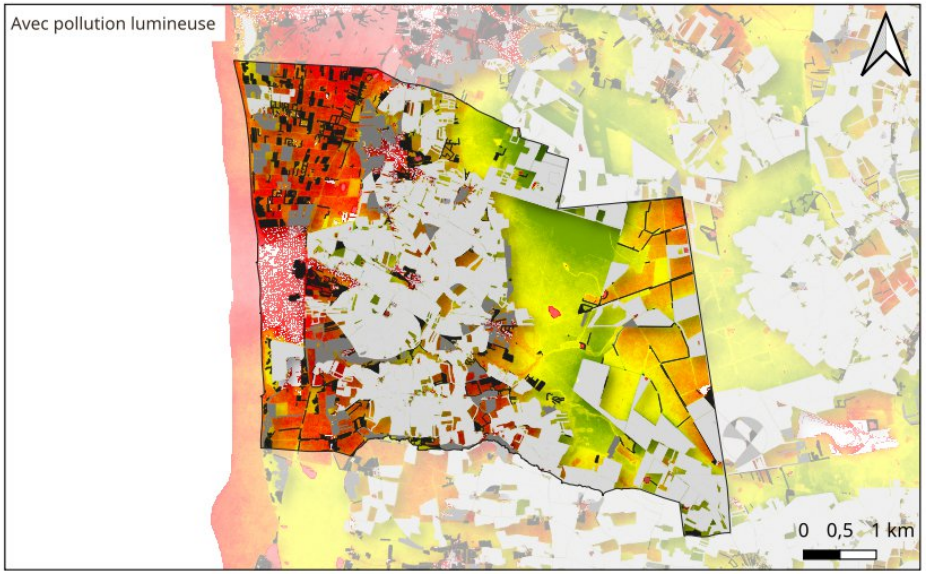
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

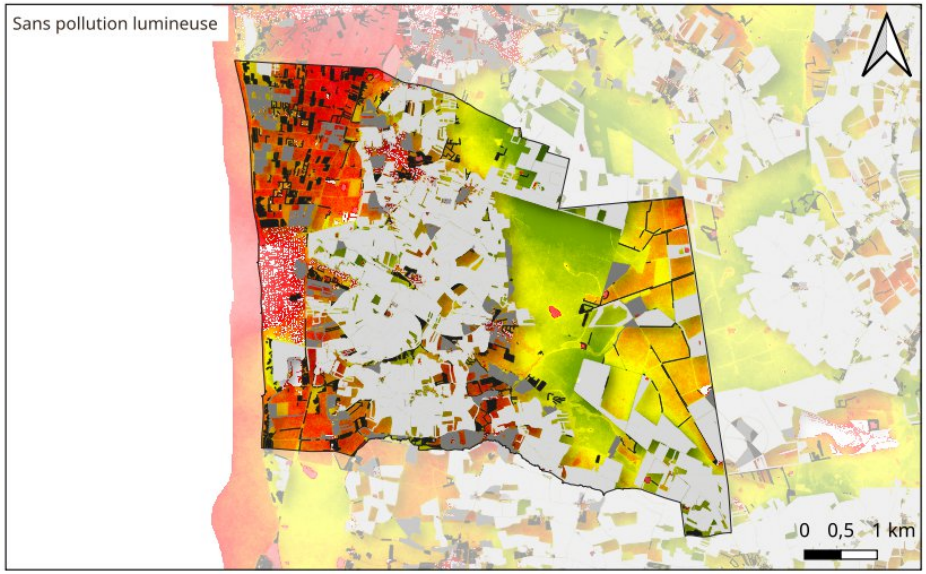
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

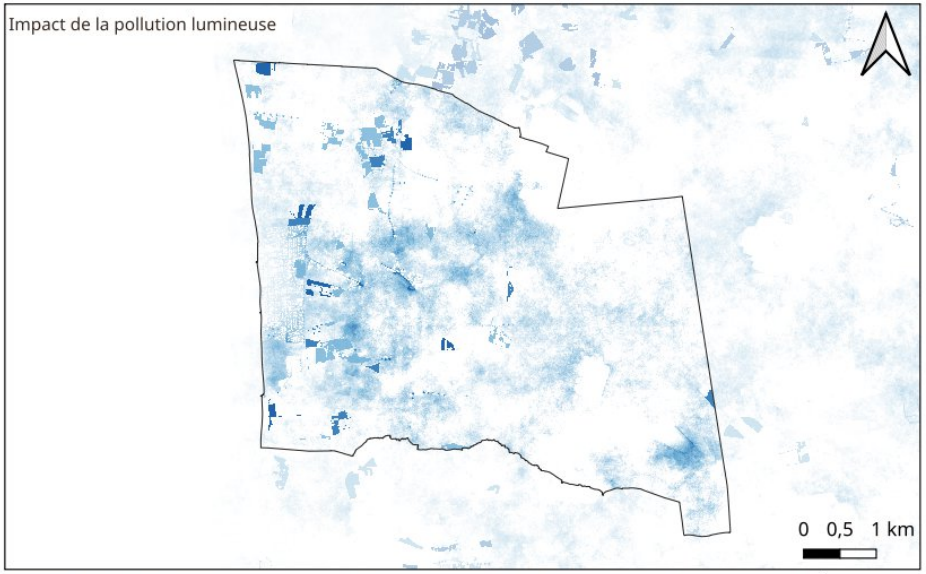
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Petits mammifères des milieux ouverts







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

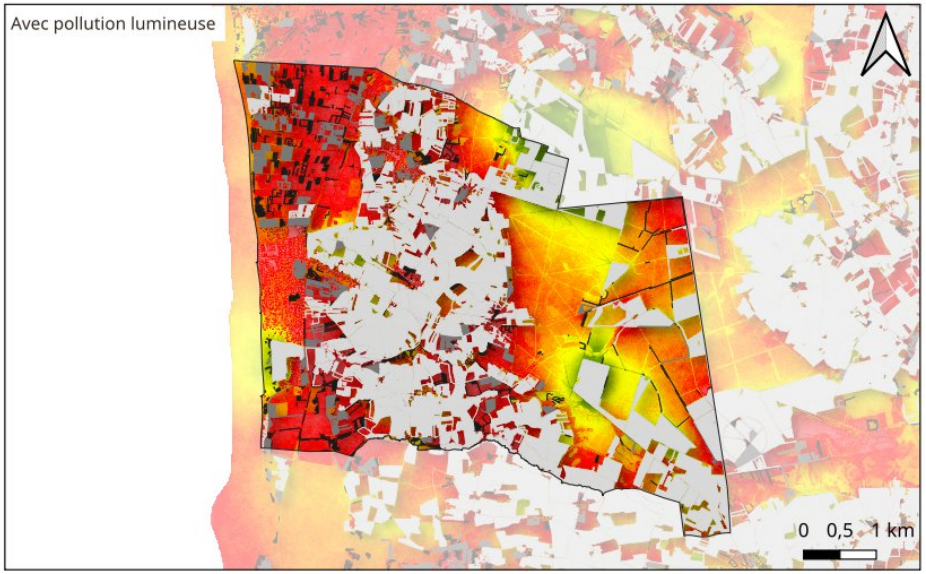
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

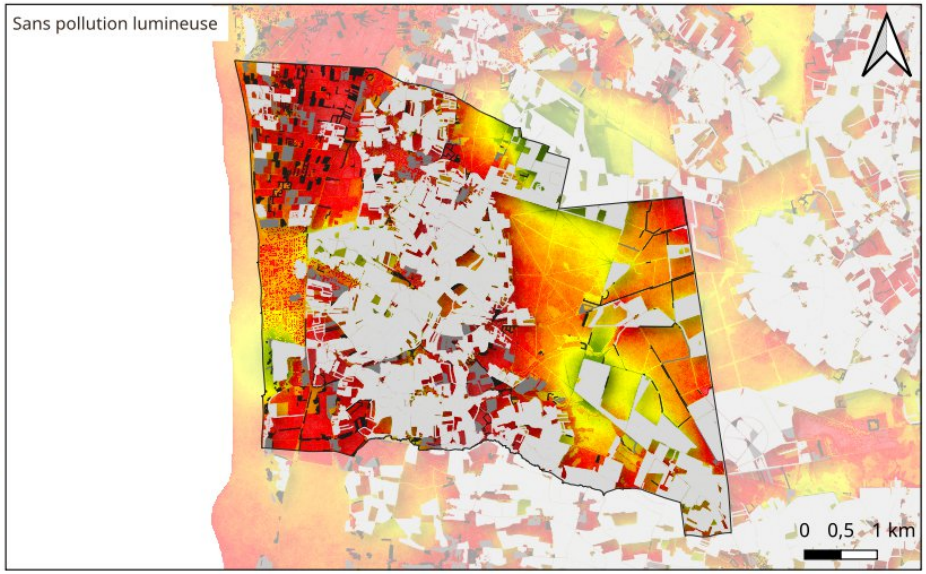
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

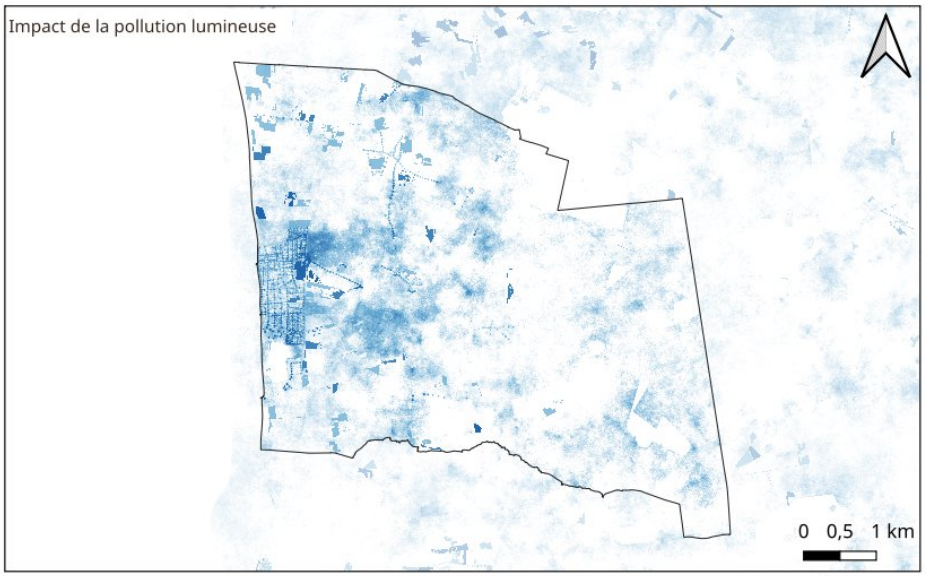
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Hétérocères des milieux ouverts







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

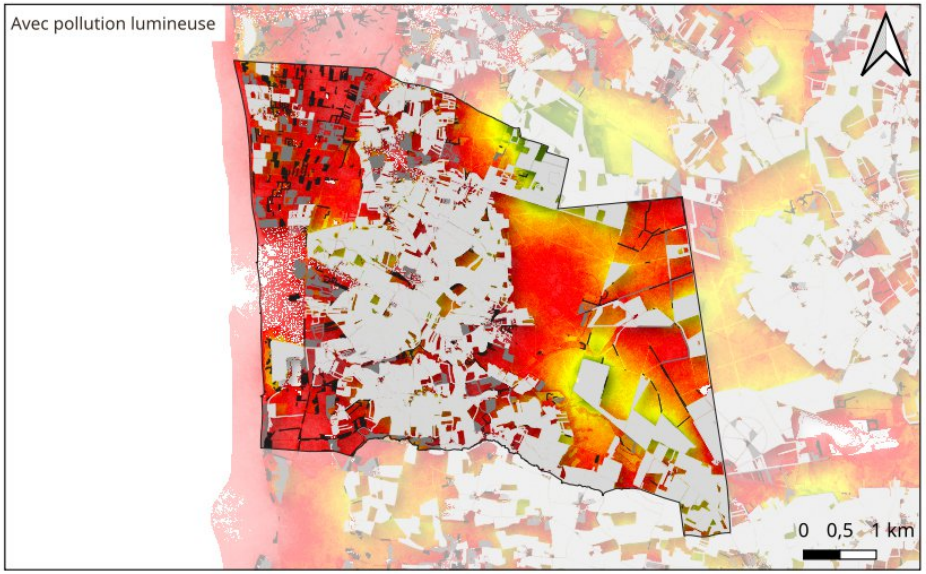
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

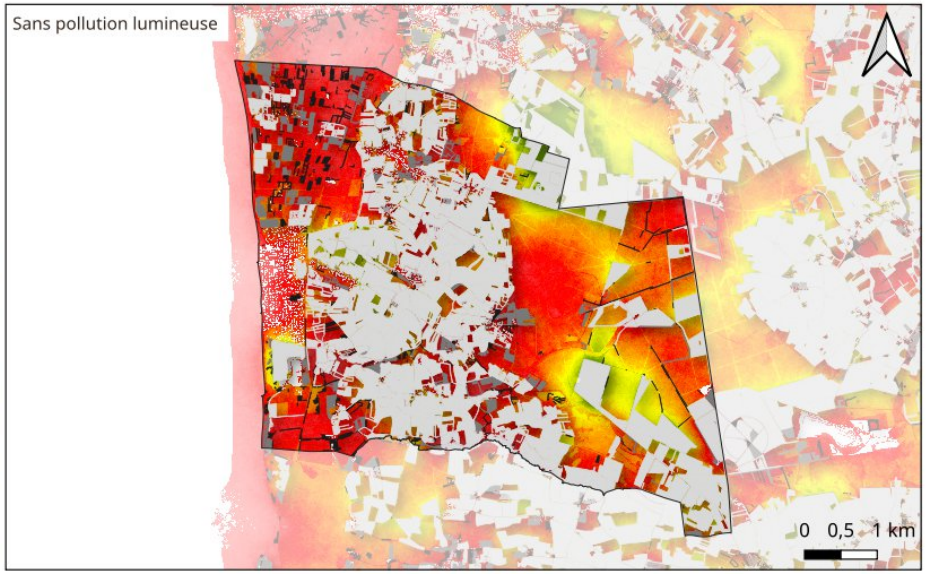
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

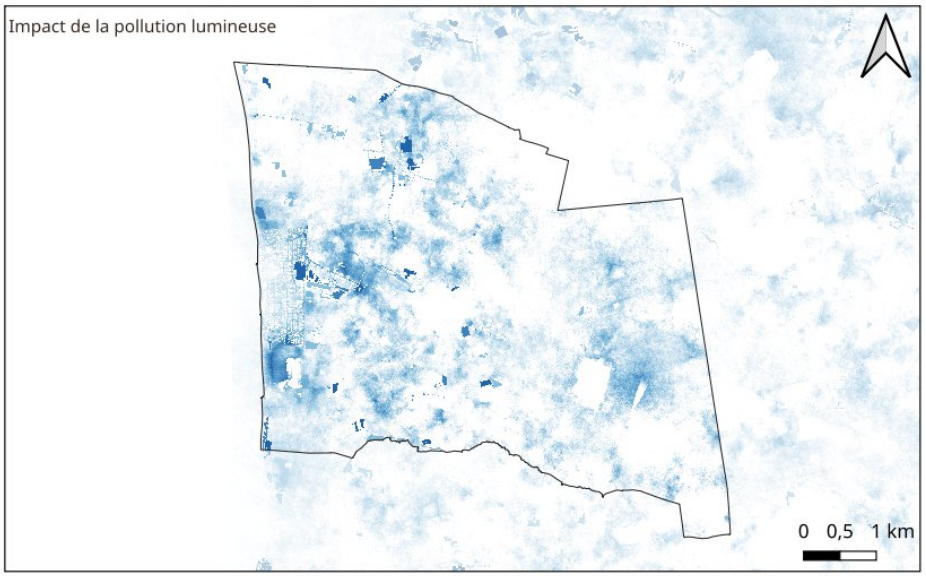
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Orthoptères des milieux ouverts







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

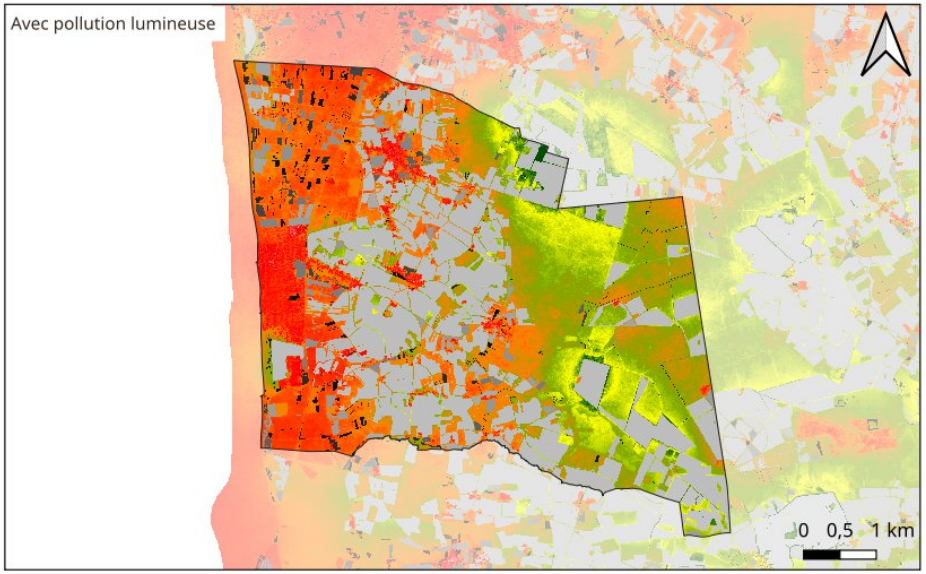
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

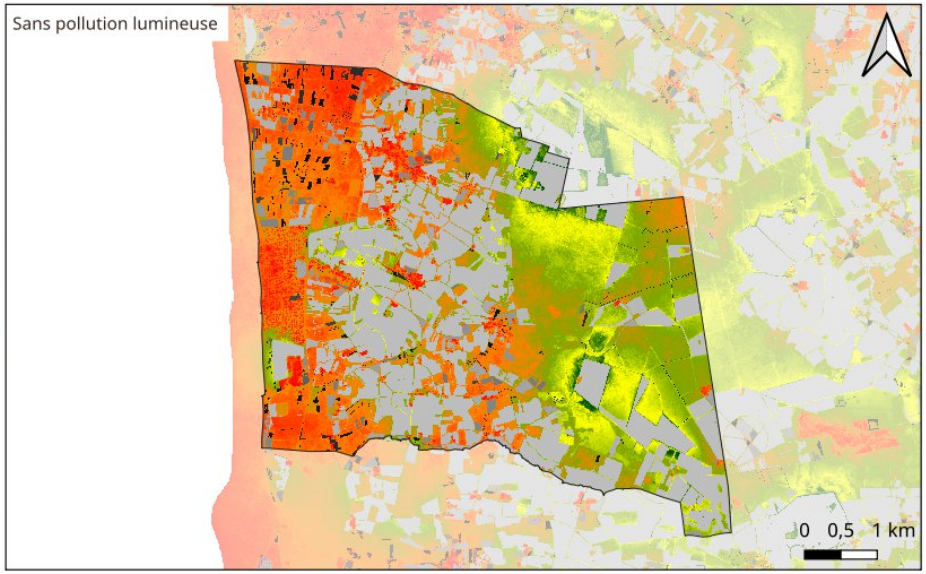
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

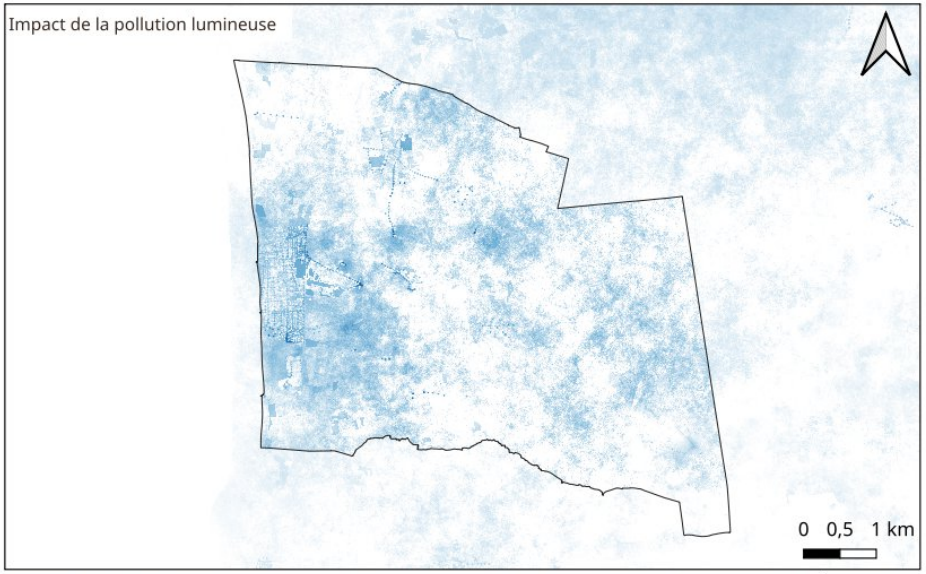
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Synthèse pour les milieux ouverts







Estimation de la fonctionnalité des habitats à permettre le maintien des espèces
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation de la fonctionnalité de la matrice paysagère à permettre les mouvements de dispersion
- 1 %
- 25 %
- 50 %
- 75 %
- 100 %

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

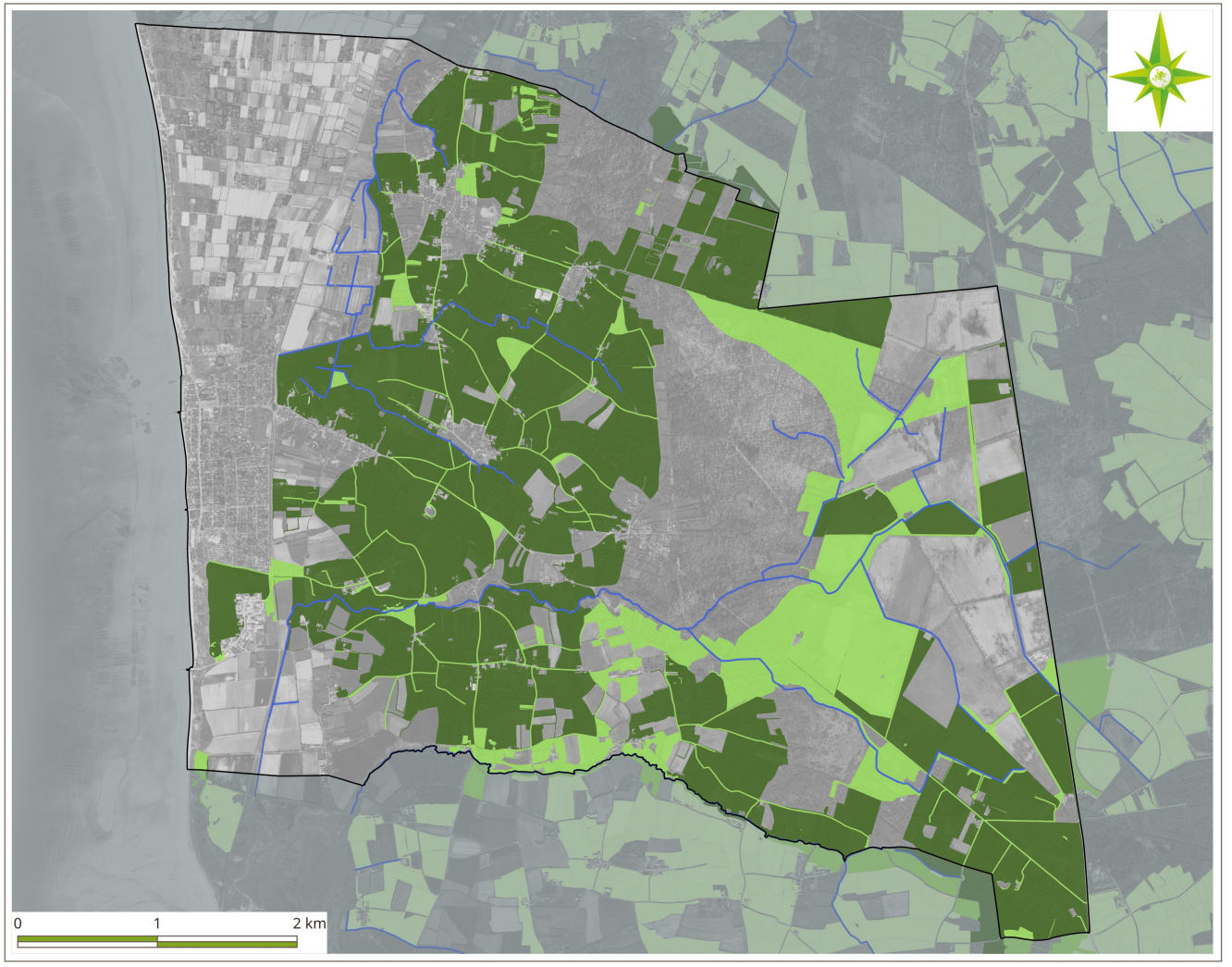
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

24/3/2026

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Sous-trame ouverte - Commune de Pirou



Zone d'étude

Zone d'étude

En grisé : Aire de simulation

Eléments de la sous-trame ouverte

Réservoir de biodiversité ouverts

Corridors ouverts

Continuités vers l'extérieur

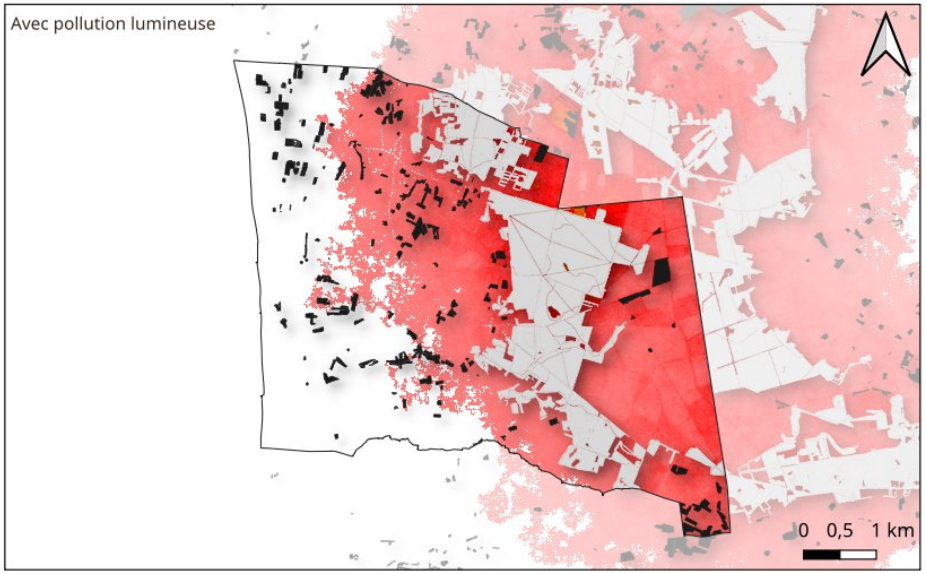
Cours d'eau

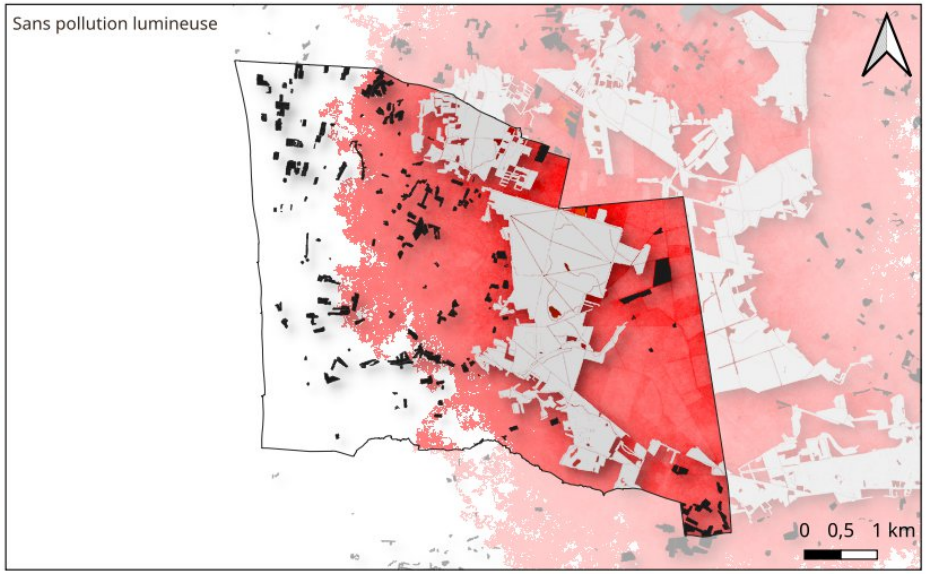
TerrOïko - 15/1/2026

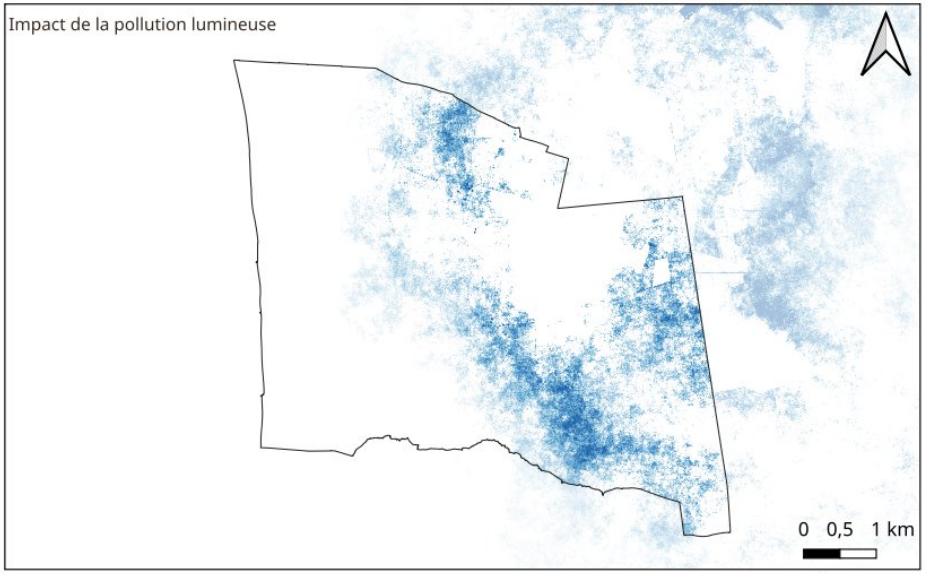
Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Chauves-souris des milieux humides







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

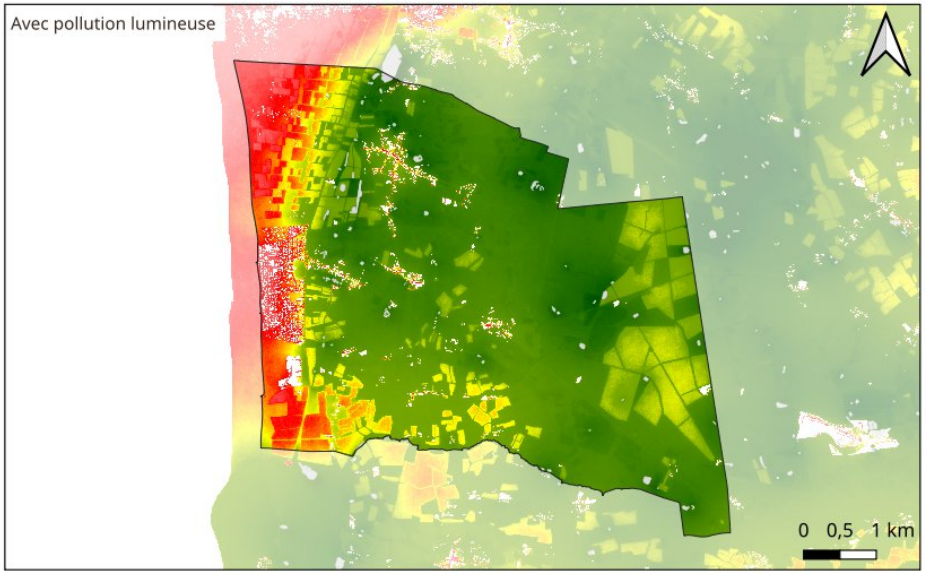
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

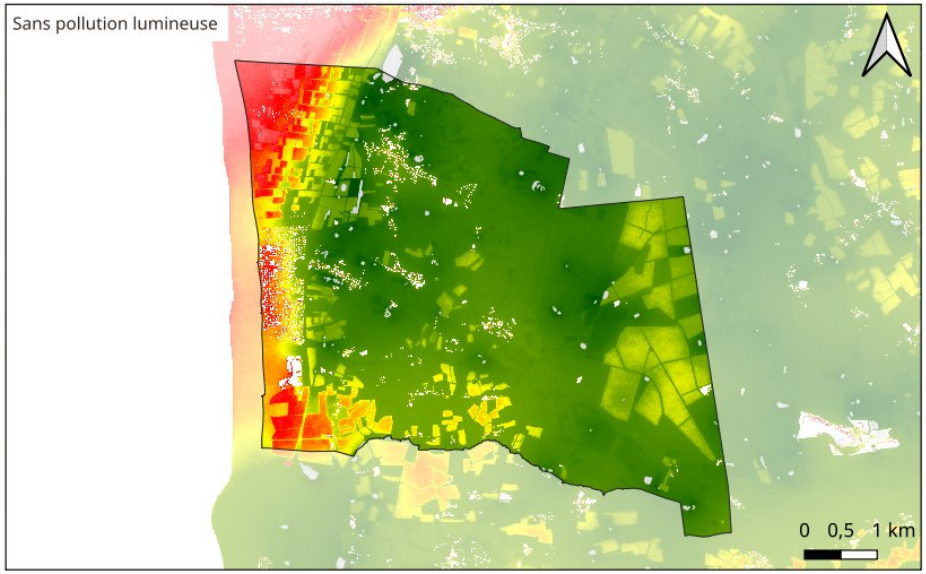
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

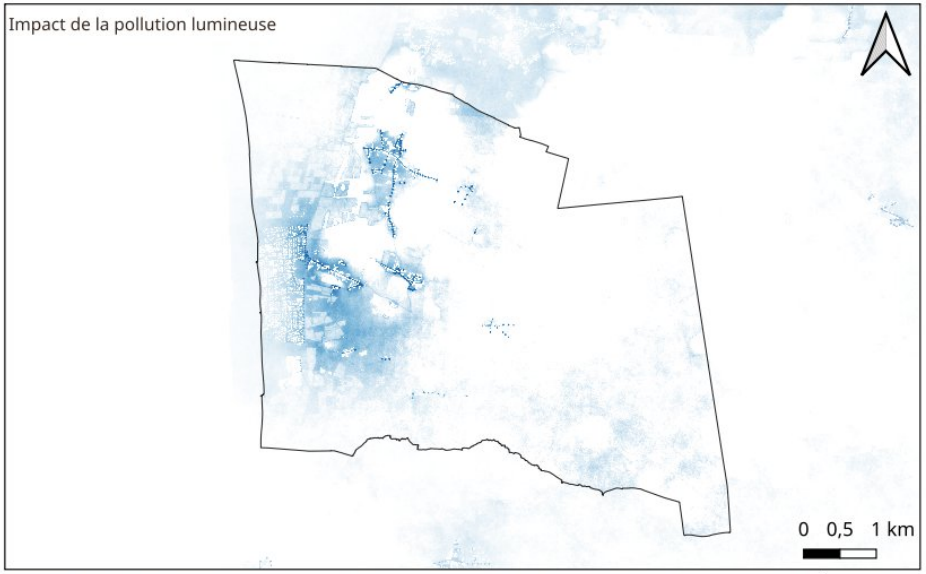
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Amphibiens des milieux humides







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

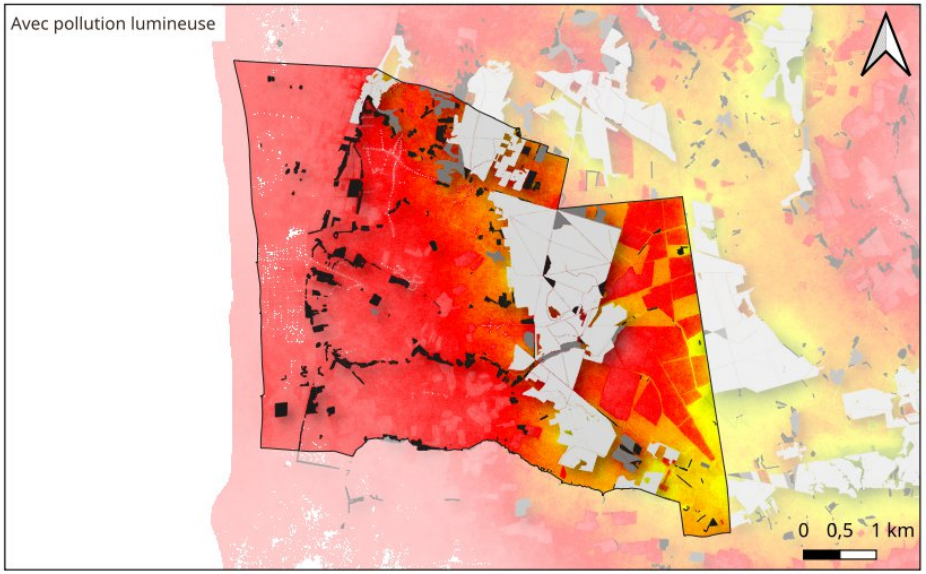
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

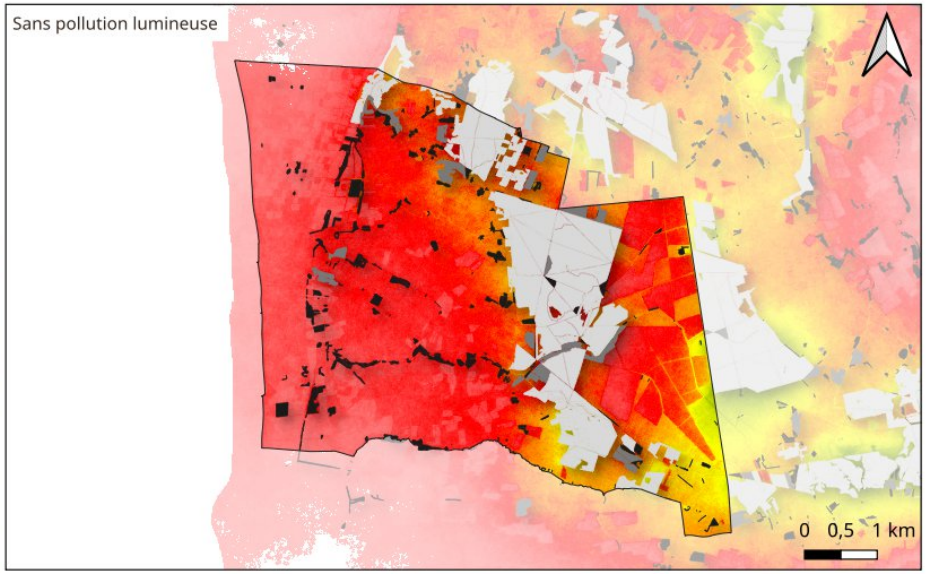
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

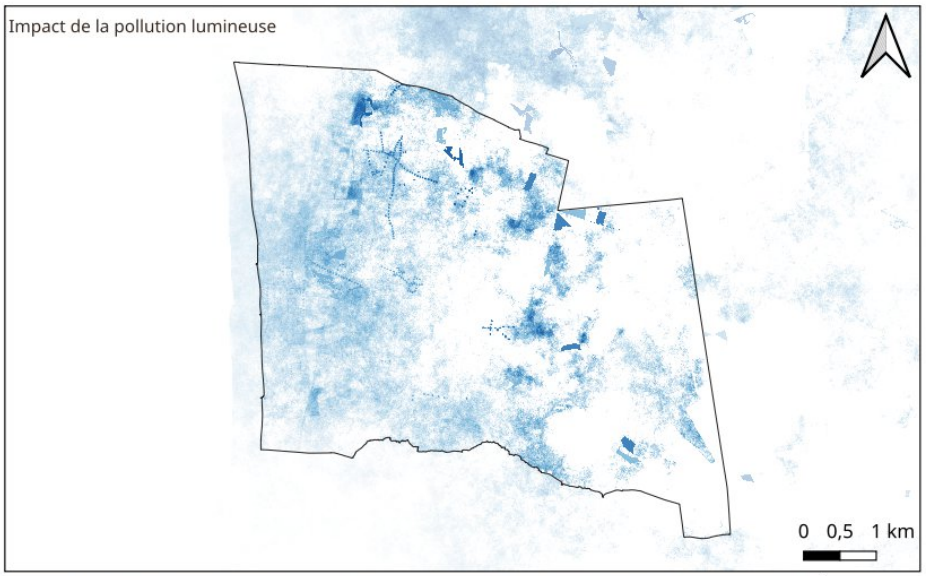
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Hétérocères des milieux humides







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

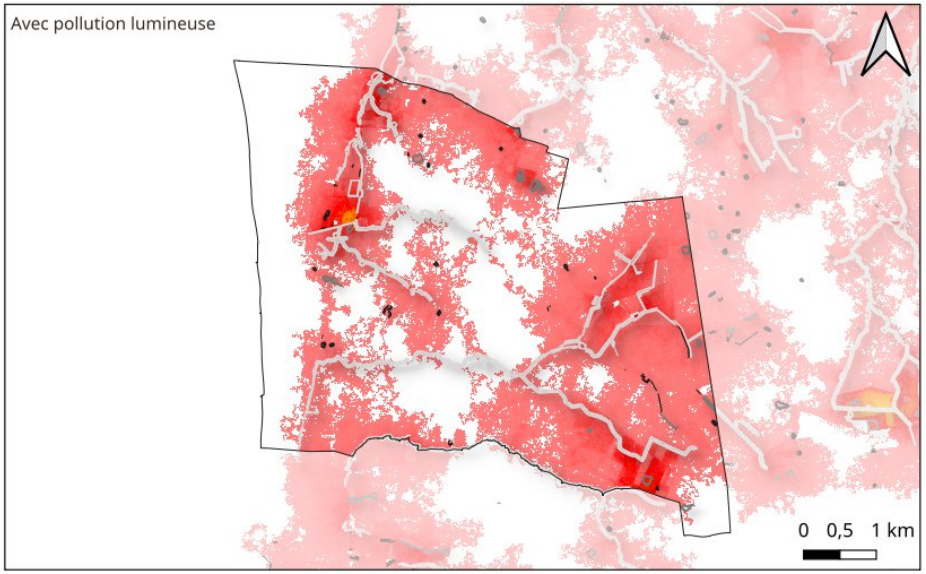
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

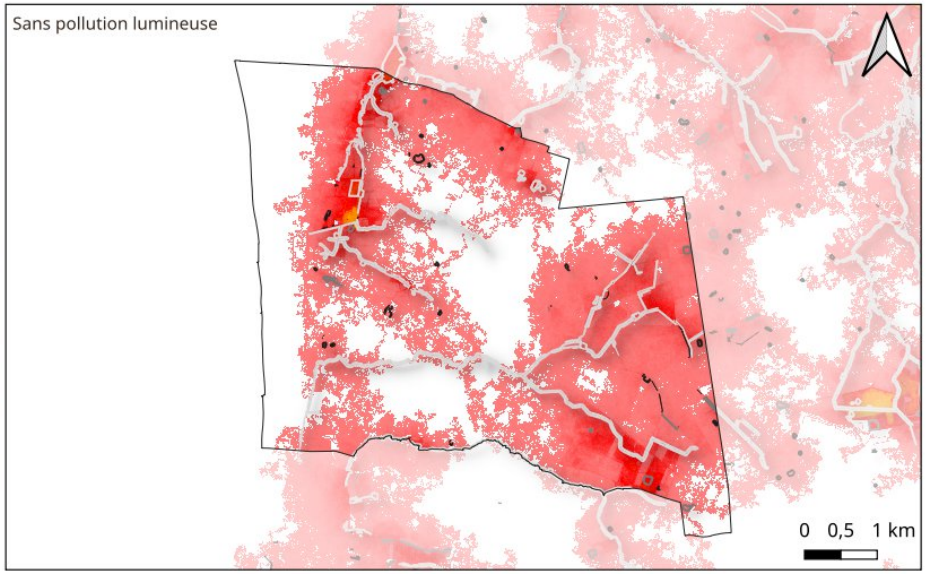
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

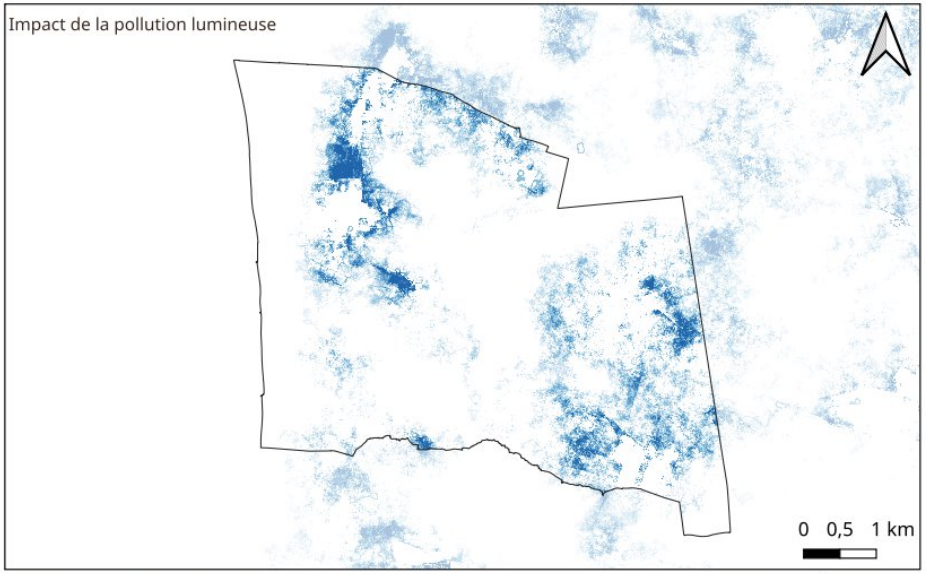
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Serpents des milieux humides







Estimation de la probabilité de maintien
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation du trafic en individus
- Un passage tous les 4 ans
- Un passage tous les 2 ans
- Un passage par an
- Un passage tous les 6 mois
- Un passage par mois

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

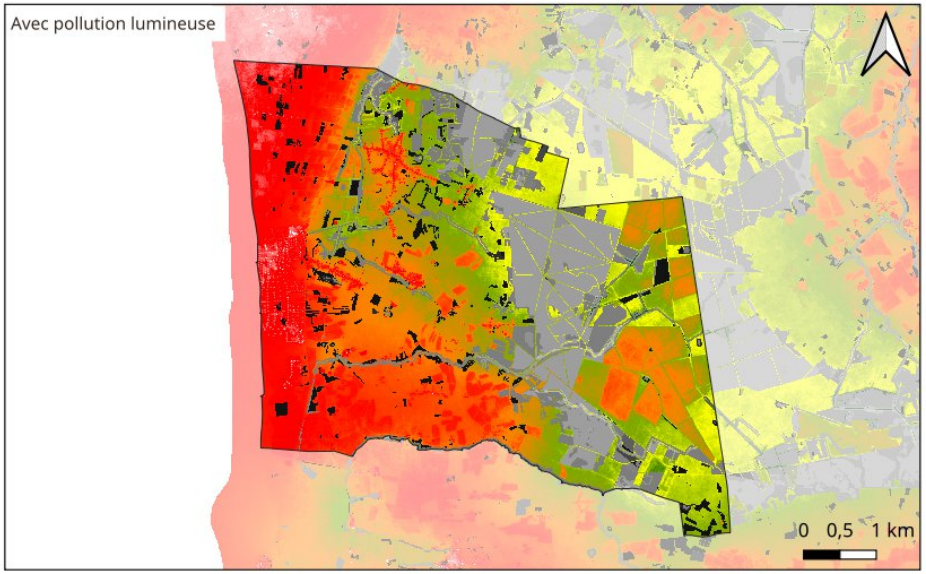
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

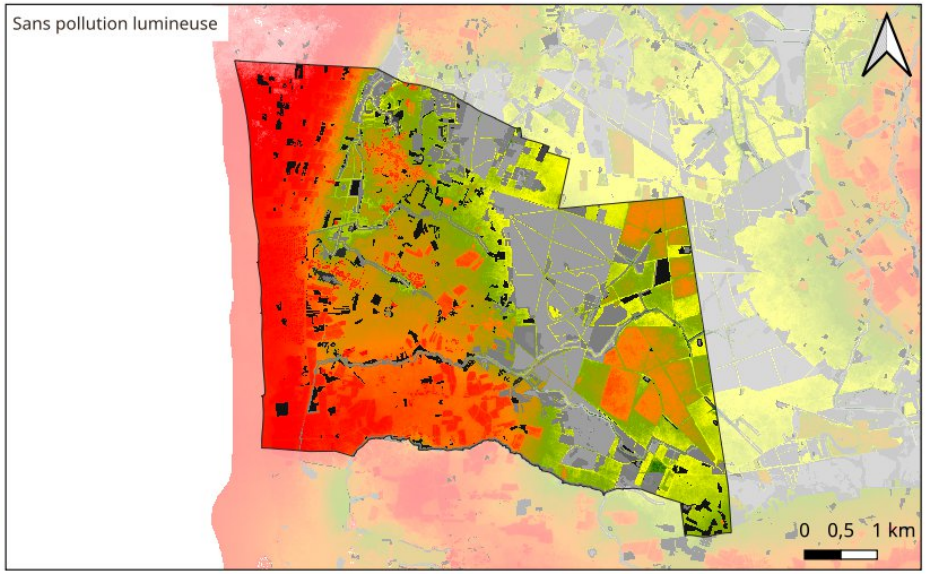
Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

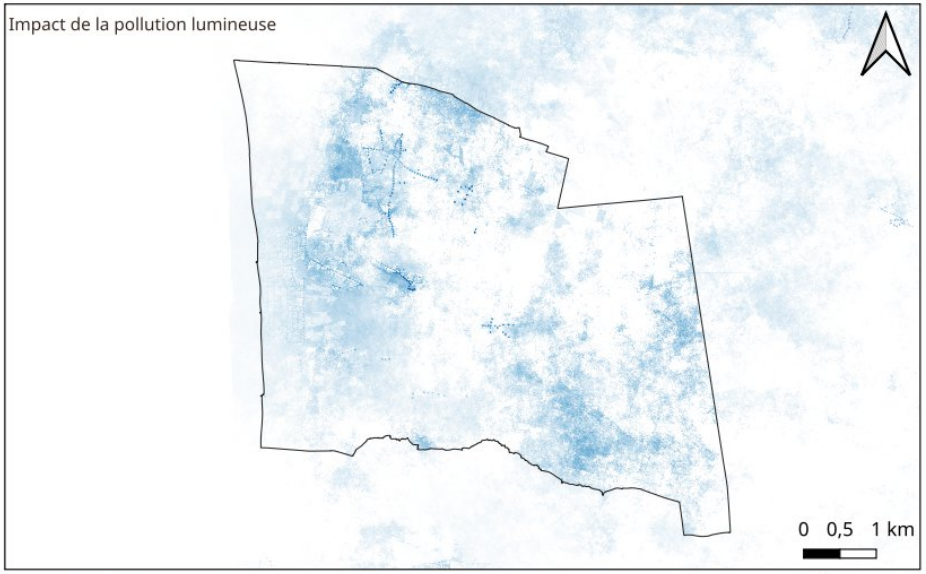
24/3/2026

Étude de la trame noire - Commune de Pirou

Synthèse pour les milieux humides







Estimation de la fonctionnalité des habitats
à permettre le maintien des espèces
- Maximale
- Intermittente
- Nulle

Estimation de la fonctionnalité de la matrice paysagère
à permettre les mouvements de dispersion
- 1 %
- 25 %
- 50 %
- 75 %
- 100 %

Estimation de l'impact de la pollution lumineuse sur la
fonctionnalité des réseaux écologiques
- -50 %
- -25 %

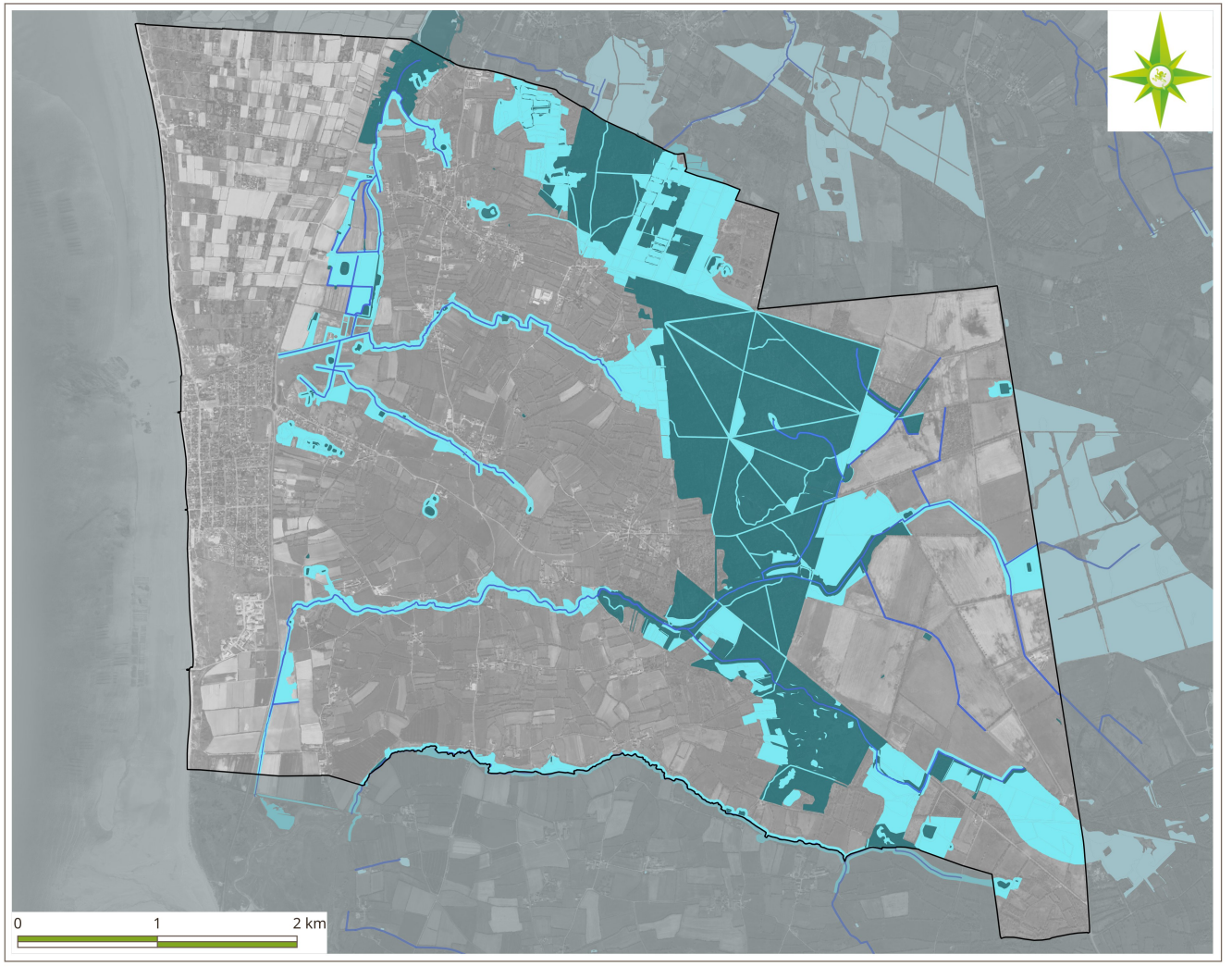
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

Sources : IGN, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, DarkSkyLab, TerrOïko.

24/3/2026

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Sous-trame humide - Commune de Pirou



Zone d'étude

Zone d'étude

En grisé : Aire de simulation

Eléments de la sous-trame humide

Réservoir de biodiversité humides

Corridors humides

Continuités vers l'extérieur

Cours d'eau

Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

TerrOïko - 15/1/2026

Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Sous-trames littorale et aquatique - Commune de Pirou

Zone d'étude

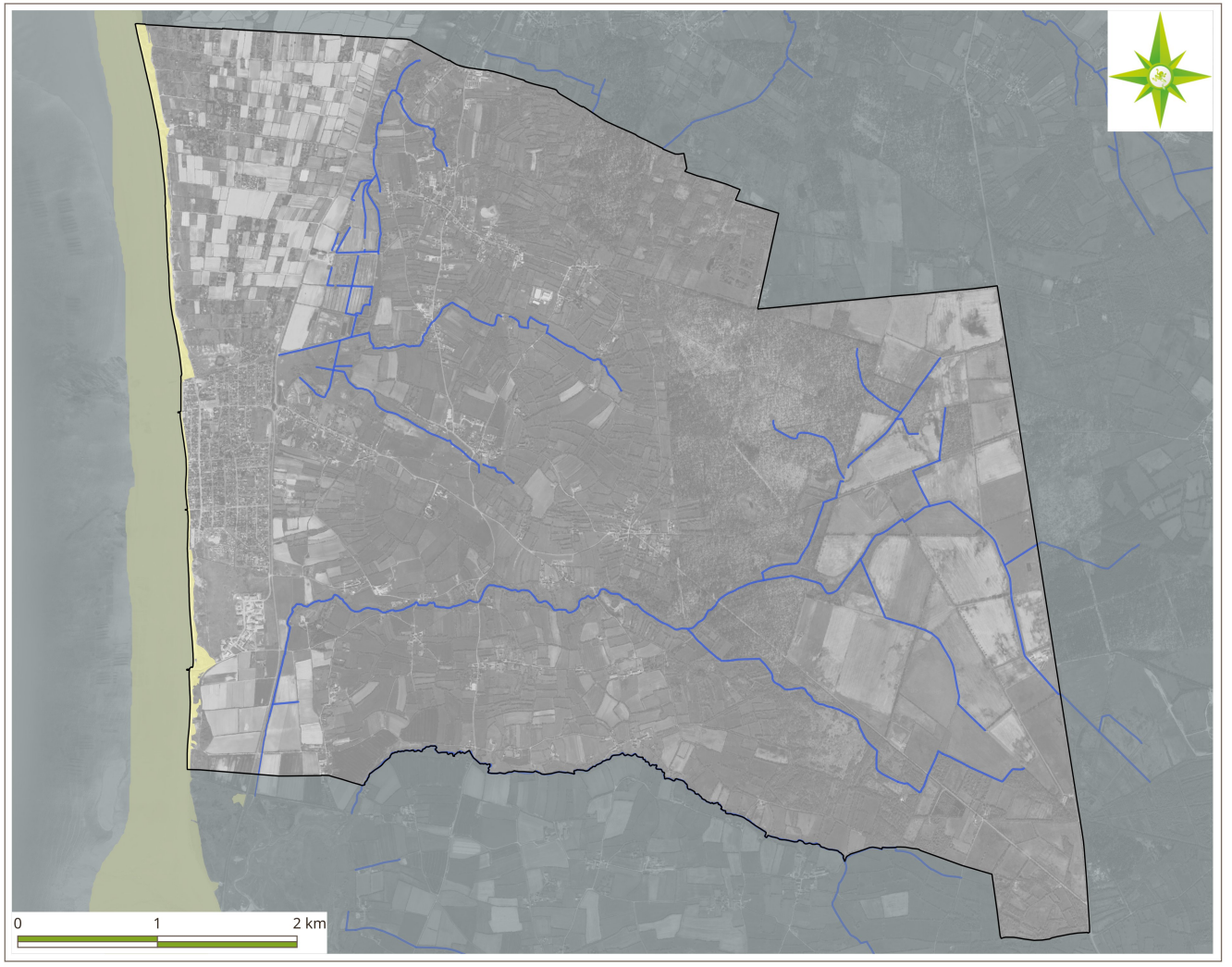
Zone d'étude

En grisé : Aire de simulation

Eléments des sous-trames du littoral et aquatique

Réservoir de biodiversité littoraux

Cours d'eau



Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

TerrOïko - 15/1/2026

4. APPROCHE DES ZONAGES INSTITUTIONNELS

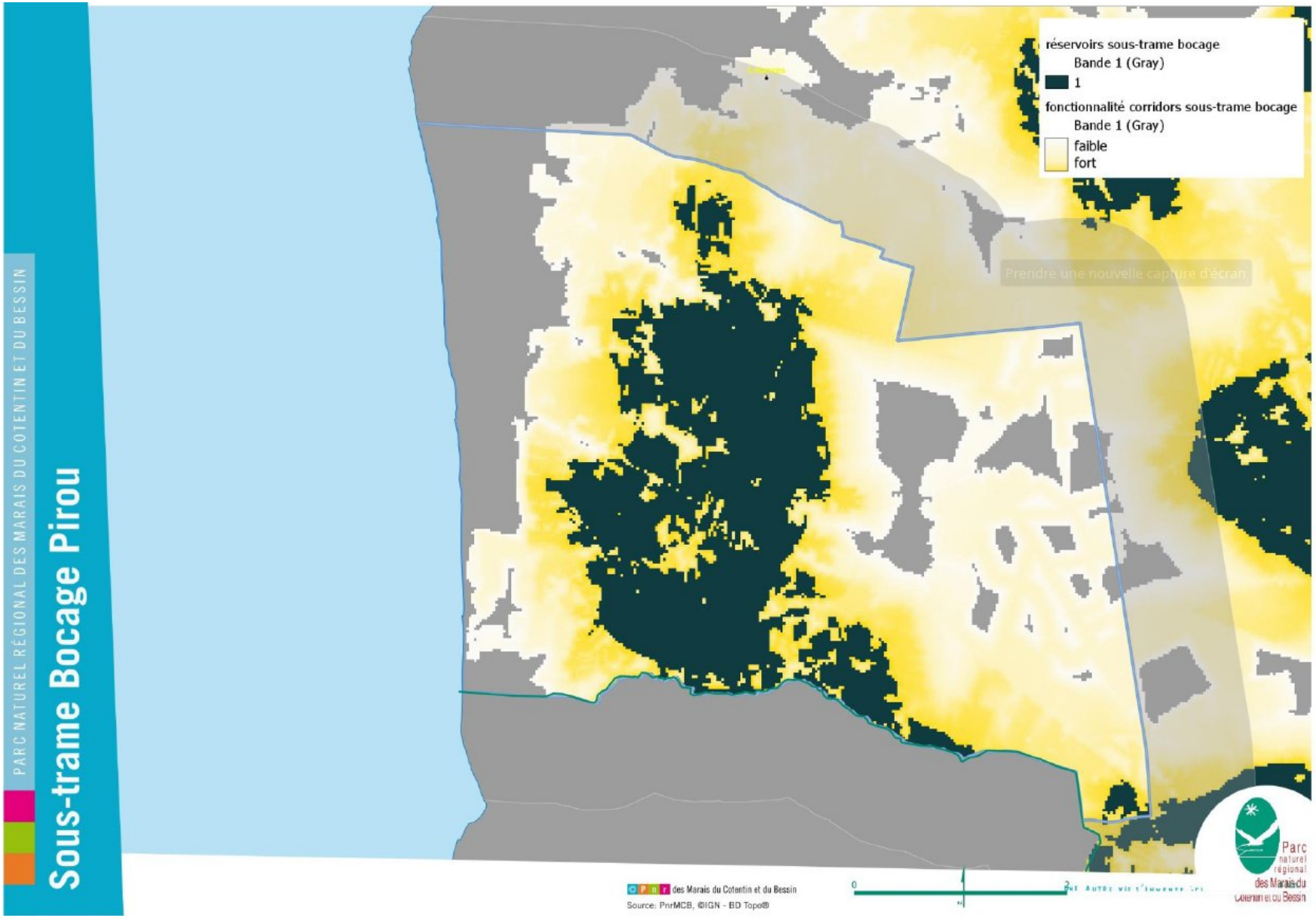
i. DONNÉES COMPILÉES

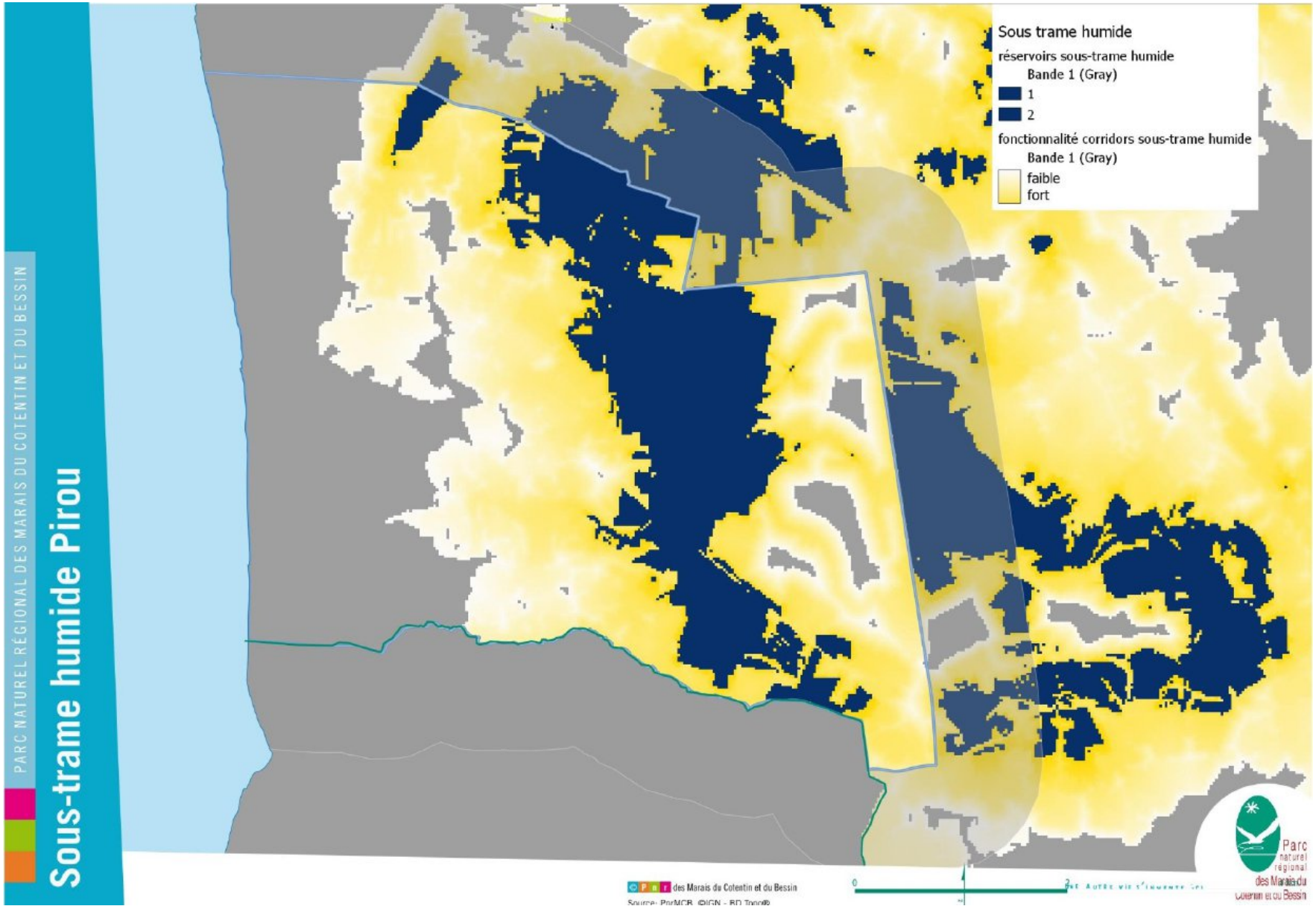
Conformément au décret n° 2019-1400 du 17 décembre 2019, les objets de la trame ont été identifiés et spatialisés en intégrant et/ou examinant les zonages institutionnels mentionnés ci-après. De plus, les objets de la trame noire ont été identifiés au regard des déclinaisons réalisées dans les documents de rangs supérieurs (SRADDET, TVB locale). Dans le cadre de cette mission, les zonages suivants ont été valorisés :

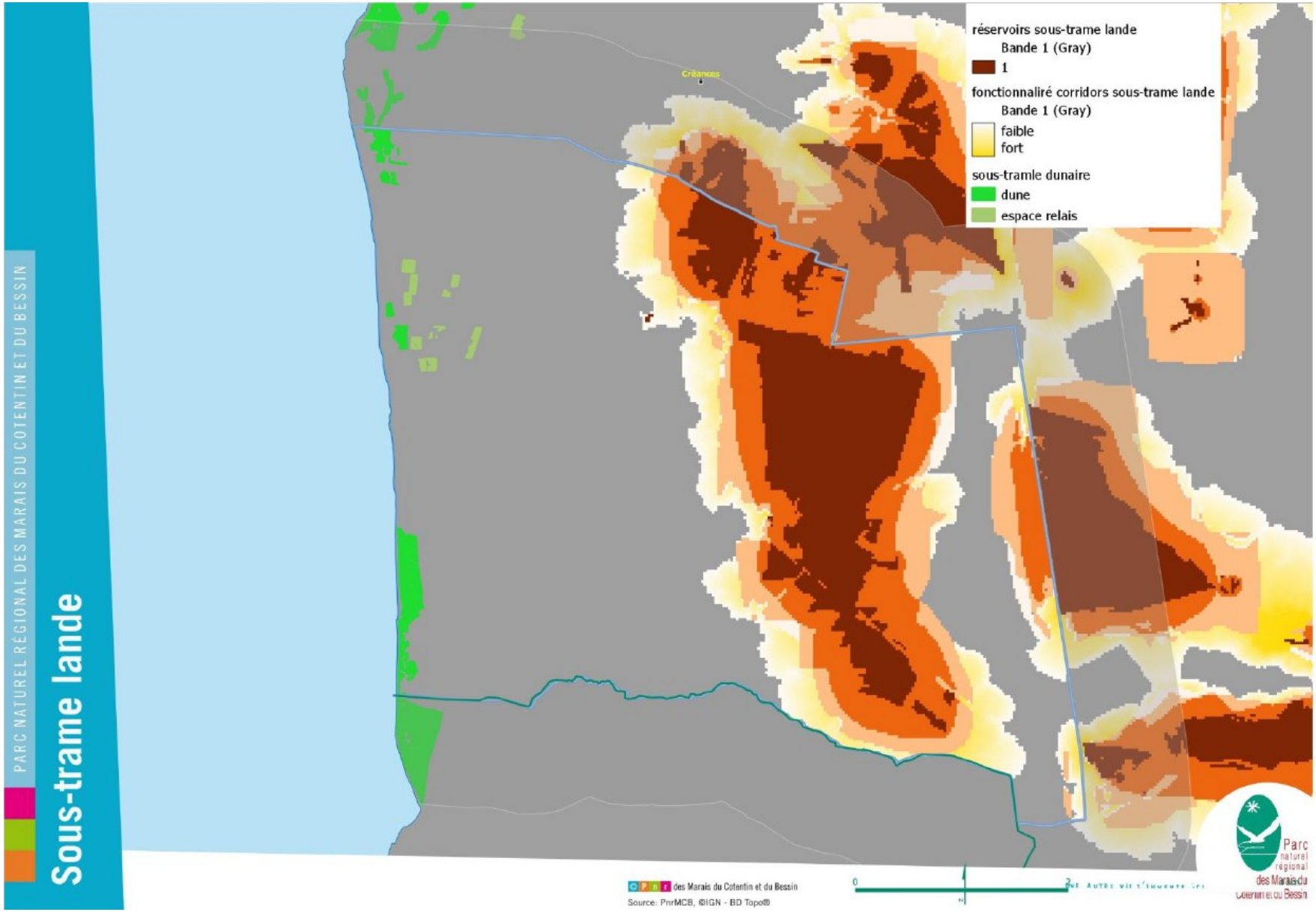
- Les zonages réglementaires
- Les zonages d'inventaires
- La TVB du PNR MCB

Tableau 8. Liste des zonages réglementaires et d'inventaires existants à l'échelle de la Commune.

Zonage / Type (acronyme)	Zonage / Type (nom long)	Zonage / Nom	Surface dans la zone d'étude (ha)
RB	Tourbiere De La Mare De Sursat (De La)	21,04	Pirou
BL	Bande littoral de 100 m	53,81	Créances, Geffosses, Pirou
Sites ENS	Ens - Dunes De Pirou	46,03	Pirou
Sites ENS	Réserve Foncière Ens Hors Schéma	0,65	Pirou
Sites ENS	Réserve Foncière Ens Hors Schéma	0,57	Pirou
Sites acquis du CEN	far west	0,45	Créances, Pirou
Sites gérés du CEN	far west - parcelle en maitrise d'usage	38,40	Créances, Pirou
Sites gérés du CEN	lande de la tournerie	41,90	Pirou
Natura 2000 - SIC	Havre de Saint-Germain-sur-Ay et Landes de Lessay	528,78	Créances, Pirou
Natura 2000 - SIC	Littoral Ouest du Cotentin de Bréhal à Pirou	24,45	Geffosses, Pirou
PNR	Marais du Cotentin et du Bessin	2912,03	Créances, Geffosses, La Feuillie, Muneville-le-Bingard, Pirou
ZNIEFF 1	DUNES DE PIROU	83,22	Créances, Pirou
ZNIEFF 1	FORET DE PIROU	56,30	Pirou
ZNIEFF 1	FORET DU HAUT-MESNIL	20,62	Créances, Pirou
ZNIEFF 1	HAVRE DE GEFFOSSES	31,25	Geffosses, Pirou
ZNIEFF 1	LANDE HUMIDE DE LA TOURNERIE	22,58	Pirou
ZNIEFF 1	MARAIS DE PIROU	47,45	Pirou
ZNIEFF 1	MARE DE SURSAT	1,79	Pirou
ZNIEFF 1	TOURBIERE DU RUISSEAU DE LA REINE	6,92	Pirou
ZNIEFF 2	LANDES DE LESSAY ET VALLEE DE L'AY	633,45	Créances, La Feuillie, Muneville-le-Bingard, Pirou

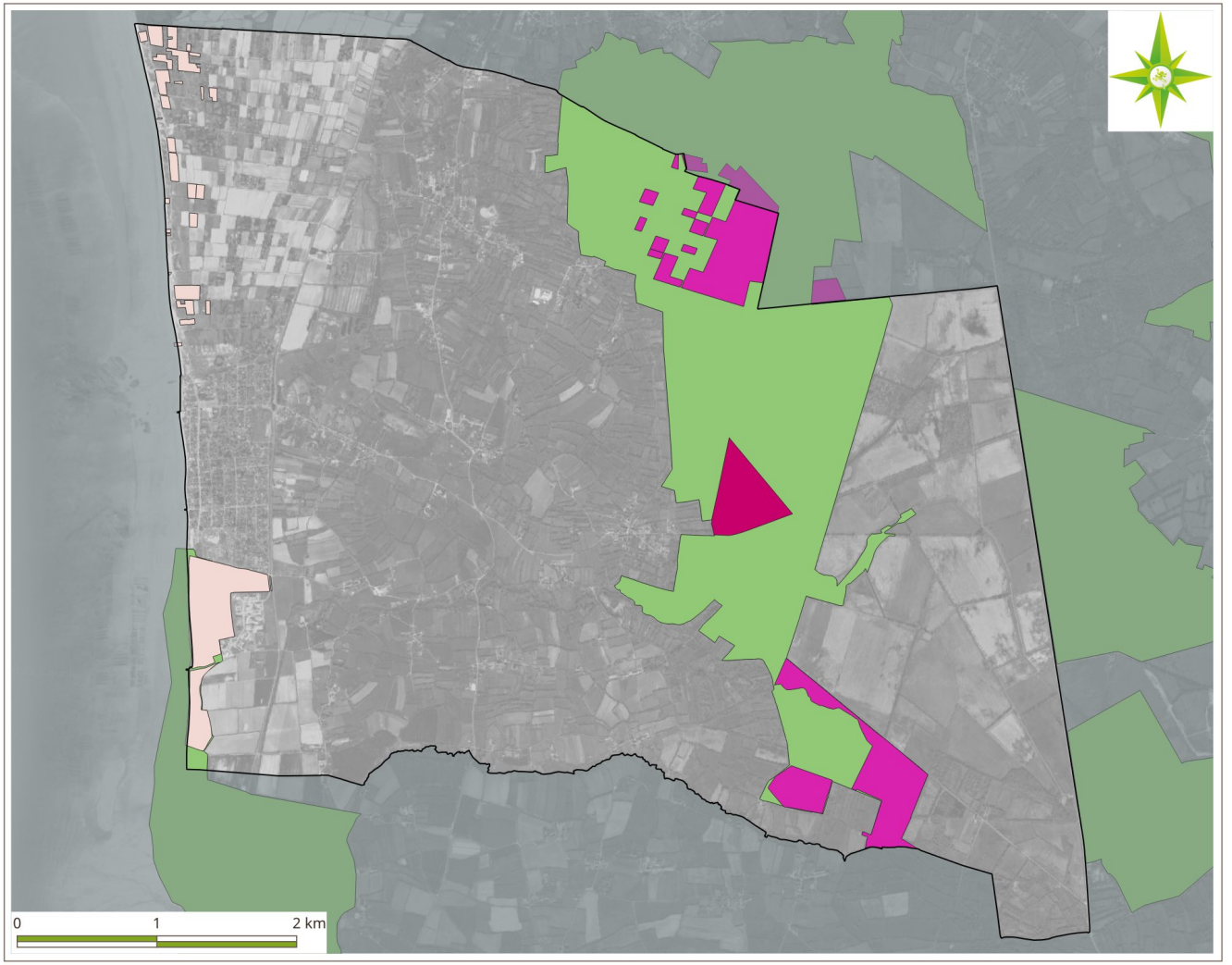

PARC NATUREL RÉGIONAL DES MARAIS DU COTENTIN ET DU BESSIN
Sous-trame Bocage Pirou
réservoirs sous-trame bocage
Bande 1 (Gray)
1
fonctionnalité corridors sous-trame bocage
Bande 1 (Gray)
faible
fort
Prendre une nouvelle capture d'écran
des Marais du Cotentin et du Bessin
Source: PnrMCB, ©IGN - BD Topo®
0
2
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin


Sous-trame humide Pirou
PARC NATUREL RÉGIONAL DES MARAIS DU COTENTIN ET DU BESSIN
Sous trame humide
réservoirs sous-trame humide
Bande 1 (Gray)
1
2
fonctionnalité corridors sous-trame humide
Bande 1 (Gray)
faible
fort
des Marais du Cotentin et du Bessin
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin


PARC NATUREL RÉGIONAL DES MARAIS DU COTENTIN ET DU BESSIN
Sous-trame lande
réservoirs sous-trame lande
Bande 1 (Gray)
1
fonctionnaliré corridors sous-trame lande
Bande 1 (Gray)
faible
fort
sous-tramle dunaire
dune
espace relais
Créances
des Marais du Cotentin et du Bessin
Source: PnrMCB, ©IGN - BD Topo®
0
2
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Zonages réglementaires - Commune de Pirou



Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

TerrOïko - 15/1/2026

Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Zonages d'inventaires - Commune de Pirou



Zone d'étude

Zone d'étude

En grisé : Aire de simulation

Zonages d'inventaires

Zones d'importance pour la conservation des oiseaux

Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique de type 1

Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique de type 2

Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

TerrOïko - 15/1/2026

Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.
Simulations : SimOïko

D. IDENTIFICATION D'UNE TRAME NOIRE

L'identification de la trame noire demande de passer des cartographies techniques de l'impact de la pollution lumineuse sur les réseaux écologiques (état des lieux du patrimoine naturel) à une cartographie sous forme d'objets délimités (réservoirs de biodiversité, cours d'eau, corridors écologiques, obstacles) auquel des objectifs sont associés (à préserver, à remettre en bon état). Il s'agit d'une étape importante puisque l'on passe d'un travail technique à une vision politique qui s'intègre dans les outils de planification territoriale[10].

Dans le cadre de cette étude 2 grandes règles de décision ont été suivis pour décliner la trame noire :

1. **L'identification de la trame noire a été réalisée en suivant le cadre proposé par le standard CNIG-CER-2018 et le décret n°2019-1400 du 17 décembre 2019.** À l'instar de la trame verte et bleue, la trame noire est un outil d'aménagement du territoire qui vise à concilier développement territorial et conservation de la biodiversité et qui est décliné sous forme d'information spatialisée. La Commission de validation des données pour l'information spatialisée (COVADIS) a fourni un cadre afin de standardiser les données produites dans le cadre de l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique. En 2018, le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG) a ainsi été sollicité pour la mise à jour du standard. Le contenu reste assez proche du précédent standard, mais permet son application aux SRADDET et apporte de nouvelles valeurs pour certains champs afin de s'adapter aux données des régions et prendre en compte les retours d'expérience des premiers SRCE. De plus, l'identification des trames est cadrée à l'échelle nationale par le décret n°2019-1400 du 17 décembre 2019 qui reprend les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques et les lois n°2009-967 (dite Grenelle I) et n°2010-788 (dite Grenelle II).
    a. Les milieux boisés, ouverts et humides qui permettent à l'ensemble des espèces d'accomplir l'intégralité de leur cycle de vie d'après les estimations fournies par SimOïko sont identifiés comme des réservoirs de biodiversité[11].
    b. Les espaces permettant à un maximum d'espèces de circuler entre les réservoirs de biodiversité issus des estimations du trafic en individus fournies par SimOïko sont identifiés comme des corridors écologiques.
    c. Les résultats de SimOïko ont été croisés avec la délimitation des aires protégées, zonages d'inventaires et documents de rangs supérieurs (SRADDET, SDAGE, TVB du parc). Ces derniers ont été ajoutés comme réservoirs de biodiversité lorsqu'ils étaient sur des habitats de vie des espèces.
    d. La définition des réservoirs de biodiversité a été croisée avec les inventaires disponibles sur la zone d'étude pour l'ensemble des espèces, avec une attention particulière pour les espèces indicatrices de la trame noire recensées par l'OFB telles que les chauves-souris, les hétérocères, les coléoptères lampyridés, les oiseaux nocturnes, les micromammifères, les

[10] Il est à noter que les cartes techniques sous SIG restent les outils les plus opérationnels dans le cadre de la mise en place d'actions de préservation ou de restauration des continuités écologiques.

[11] les cours d'eau sont directement intégrés comme objet « cours d'eau » dans la cartographie.

mustélidés ou les amphibiens. Les superpositions confortent les choix proposés sur la caractérisation des réservoirs de biodiversité.

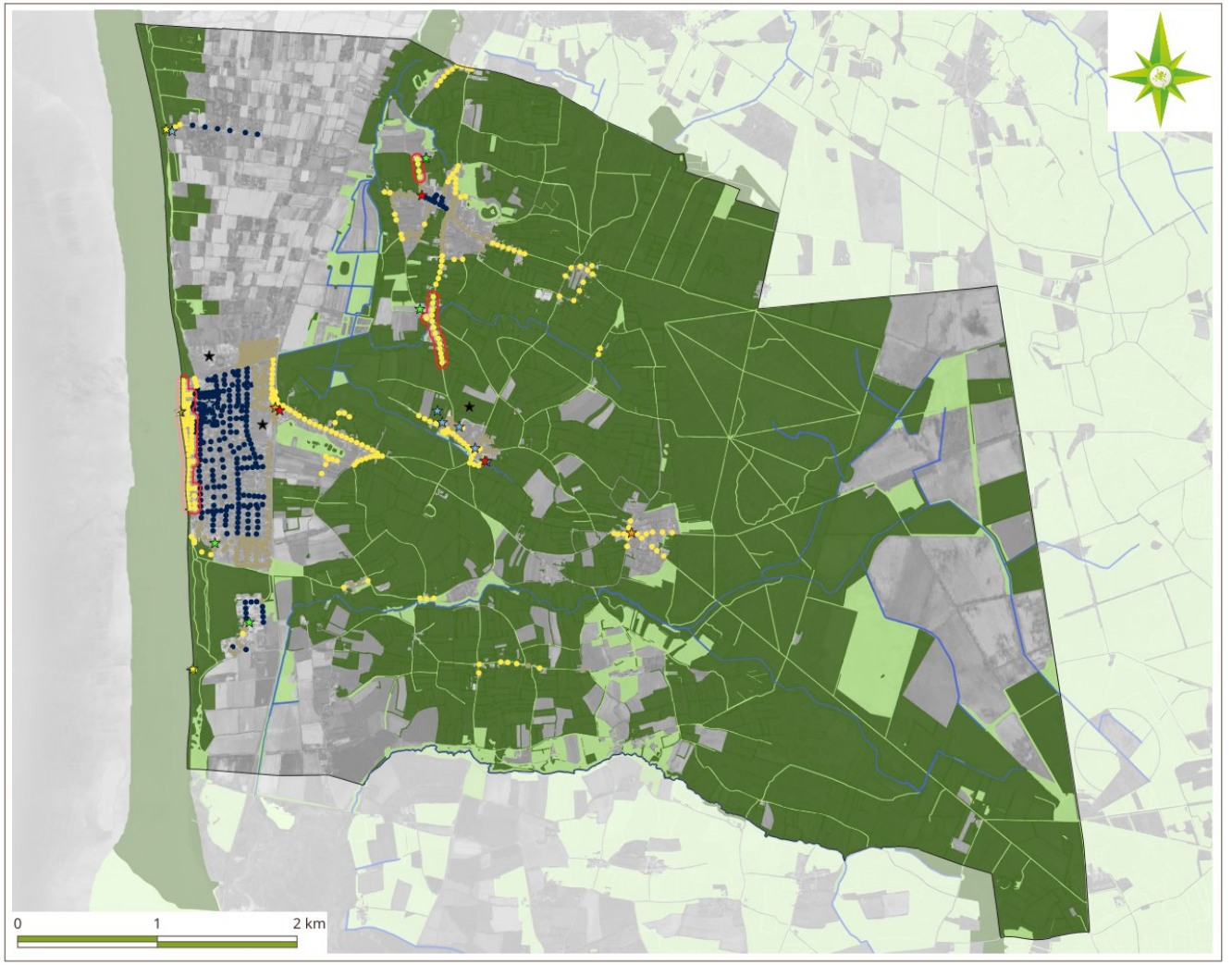
2. **La pré-identification de la trame noire a été présentée aux acteurs du territoire réunie en atelier.** Ces derniers ont pu amender la cartographie pour aboutir à la cartographie finale de la trame noire. Le déroulé de l'atelier est disponible en annexe (Annexe_atelier_TN_28012026.pdf). Il en ressort que :
    a. La Commune préfère se positionner sur le scénario A qui vise a réduire fortement l'éclairage aux abords des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. Il s'agit du scénario médian en terme de réduction des nuisances lumineuses pour la biodiversité sachant que la Commune souhaite aller vers des réductions plus importantes là où les usages sont faibles.
    b. La spatialisation des réservoirs de biodiversité et corridors écologiques est conformes à la vision politique du territoire.
    c. Des usages particuliers et points de vigilances ont été spatialisés et regroupés en catégories :
        i. Accès conchyliculture. Il s'agit de bien articuler éclairage et besoin de la profession.
        ii. Arrêt de bus scolaire. Il s'agit de bien sécuriser ces lieux avec un usage limité dans le temps des écoliers (matin, fin de journée).
        iii. Carrefour dangereux. Il s'agit de permettre la visibilité du carrefour par les usagers piétons, cyclistes et véhicules.
        iv. Éclairage privé. Il s'agit de vérifier le respect de l'arrêté de 2018 par les entreprises tout en veillant à ce que l'éclairage permette leur activité.
        v. Parking commerces, loisirs et services publics. Il s'agit d'adapter l'éclairage à ces usages importants de la Commune.
        vi. Potentiel ouverture urbanisme. Il s'agit de vérifier les futurs besoins en éclairage et si son usage est nécessaire de l'articuler avec les enjeux de biodiversité.

Suite à l'atelier, la trame noire finale se décline sous la forme de 2 cartographie en lien avec les actions de gestion de l'éclairage à mettre œuvre. Ces dernières ont pour but :

- **De restaurer l'obscurité sur les zones d'obstacles actuelles de la trame noire c'est à dire les réservoirs de biodiversité, les cours d'eau et les corridors écologiques soumis à une trop forte pression lumineuse.** L'enjeu est de spatialiser les enjeux de gestion de l'éclairage sur le parc d'éclairage existant.
- **De maintenir la fonctionnalité des réservoirs de biodiversité, des cours d'eau et des corridors écologiques existants.** L'enjeu est de spatialiser ce qu'il est possible ou non de faire sur le territoire vis-à-vis des potentiels nouveaux parcs d'éclairage (cartographie de la gestion différenciée de l'éclairage).

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Trame Noire - Commune de Pirou

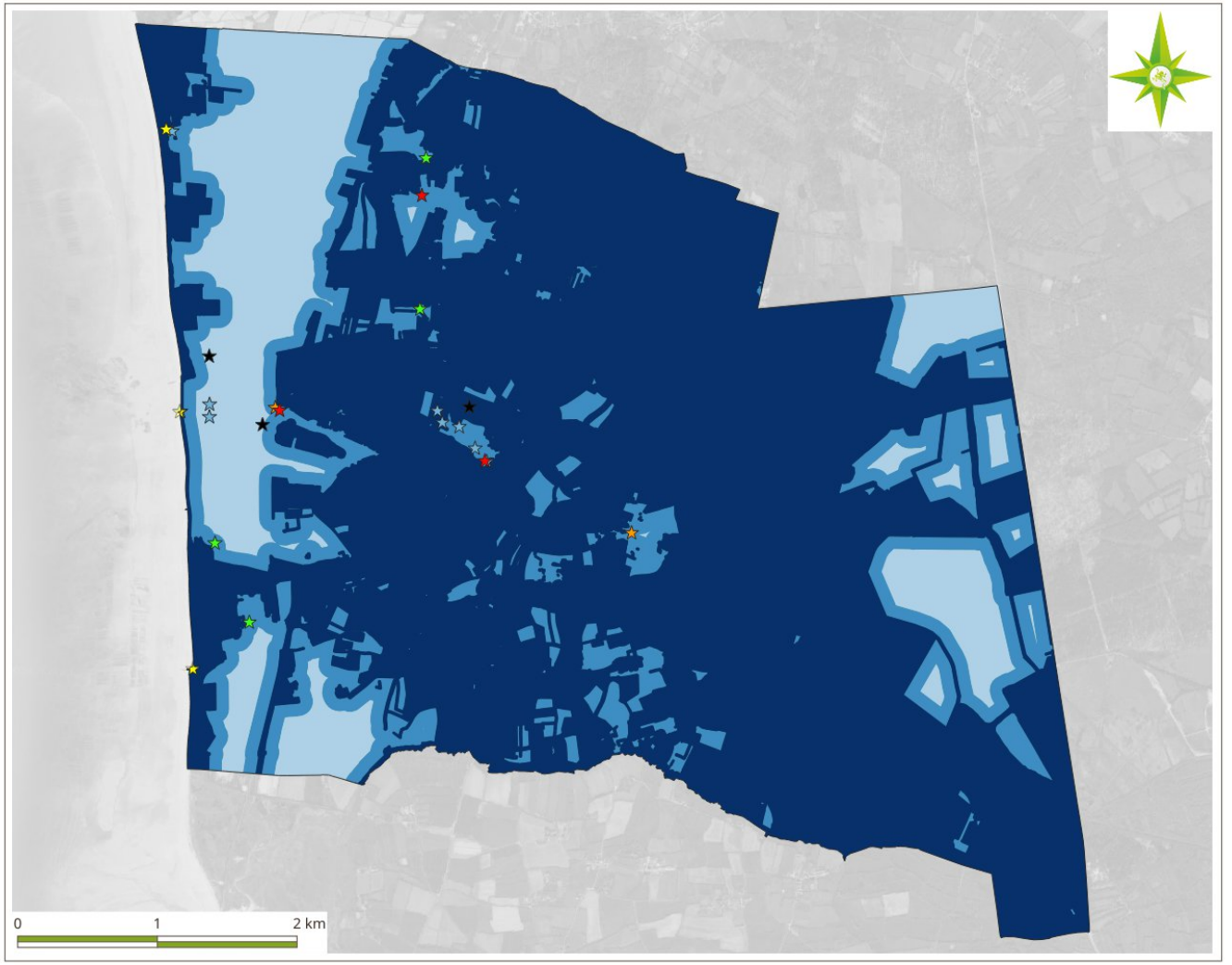


TerrOïko - 26/3/2026

Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.

Étude de la trame noire à l'échelle communale

Trame Noire - Commune de Pirou



TerrOïko - 26/3/2026

Sources : DarkSkyLab, IGN, Google Satellite, Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Départemental d'Énergies de la Manche, TerrOïko.

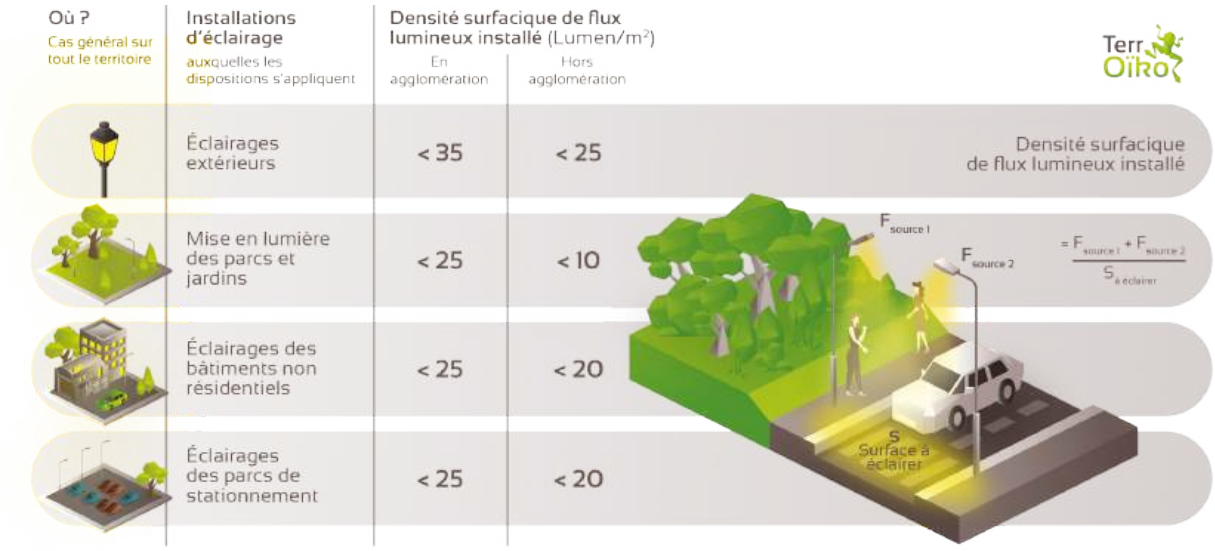
E. IDENTIFICATION D'ACTIONS DE GESTION DE L'ÉCLAIRAGE

1. ILLUSTRATION DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE POUR LA GESTION DIFFÉRENCIÉE ET PRÉCONISATION GÉNÉRALE

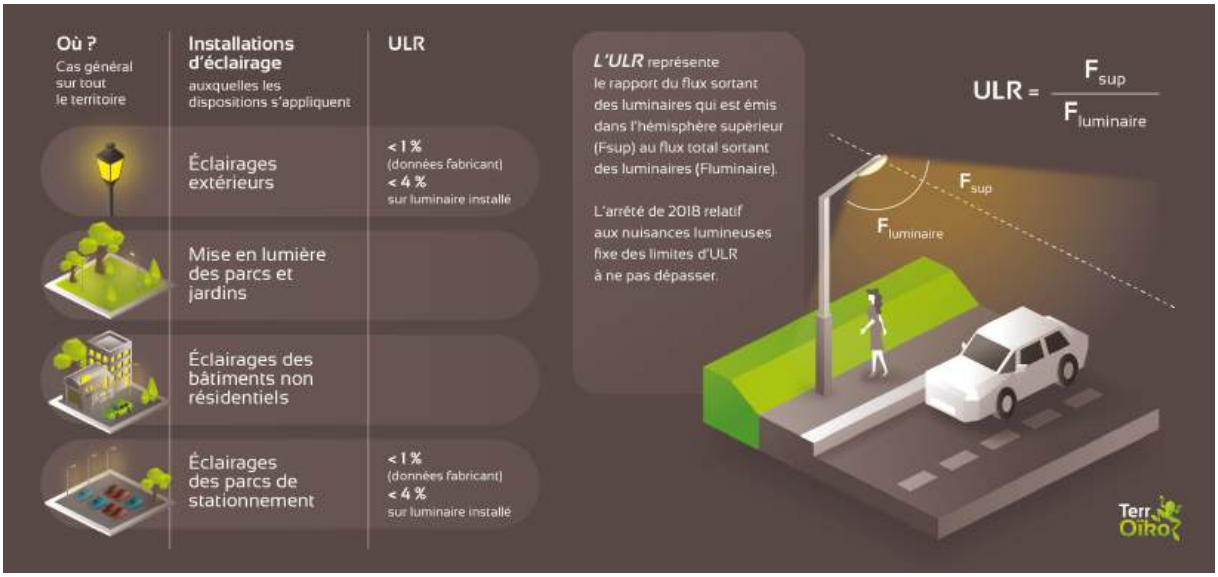
i. AXE SPATIALE

Cet axe fait appel à 2 notions fondamentale :

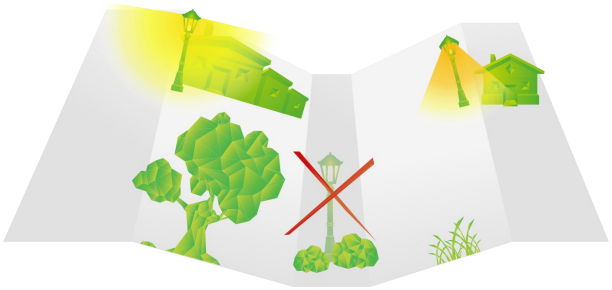
- **La DSFLI** fait référence au fait que l'éclairage doit être calibré uniquement en relation avec la surface à éclairer. Ainsi, les métriques de la lumière ne sont plus calculées à partir du flux sortant mais à partir du flux reçu uniquement sur la surface à éclairer. Elle oblige à se questionner sur l'usage de la lumière.



- **L'ULR** fait référence à ce que l'éclairage soit uniquement dirigé vers le bas.



La réglementation sur la DSFLI et l'ULR sont intéressantes puisqu'elles obligent le porteur de projet d'éclairage à se questionner sur les usages de l'éclairage et ce qu'il est nécessaire ou non d'éclairer.

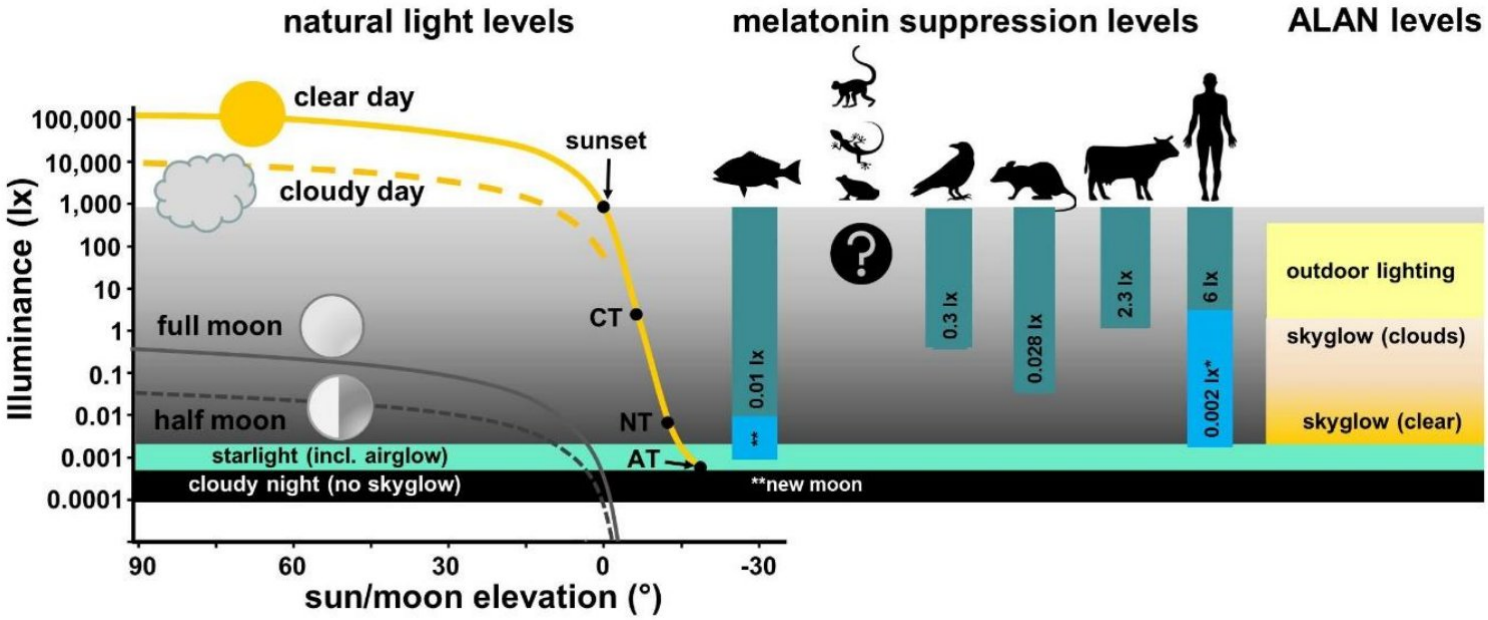


Si les usages ne sont pas importants, il convient de ne pas éclairer et d'envisager la dépose des points lumineux. À l'inverse, l'articulation avec les besoins des usagers en termes d'éclairage peut nécessiter un éclairage aux abords des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. Dans ce cas, les axes temporels et techniques doivent être abordés (voir ci-après). Il convient que ces adaptations ne soient réalisées que lorsque les besoins des usagers sont maximaux. Dans les secteurs où l'extinction ou la diminution de l'éclairage posent des problèmes de sécurité, notamment routière, un simple **balisage passif** (catadioptre) peut être une solution pour assurer la sécurité.



Les notions d'ULR et de DSFLI permettent de s'interroger sur l'éclairement maximal acceptable sur les milieux boisés, ouverts, humides et cours d'eau. Le seuil est à choisir en fonction du niveau d'enjeu pour la biodiversité.

À titre d'indication, Grubisic et al. (2019) ont montré qu'un éclairement même faible peut perturber les cycles hormonaux[12] (voir illustration ci-dessous, les valeurs montrent à partir de quelle éclairement les espèces sont perturbées). D'un point de vu pragmatique, nous préconisons de ne jamais dépasser un éclairement sur les milieux boisés, ouverts et humides supérieur à celui d'une nuit de pleine lune (0,25 lux).



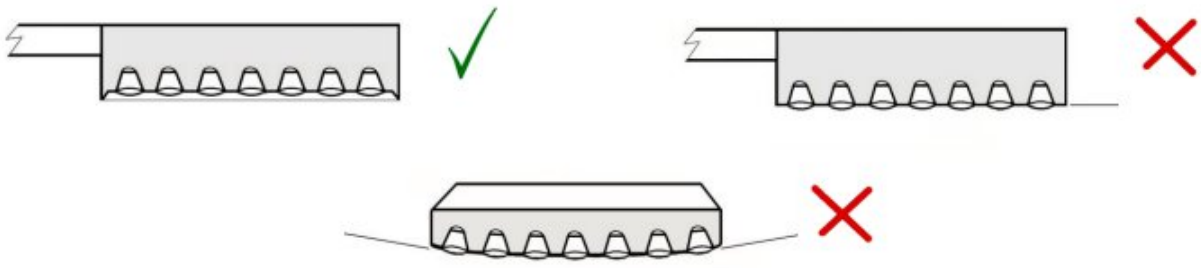
[12] https://doi.org/10.3390/su11226400

Préconisation générale :

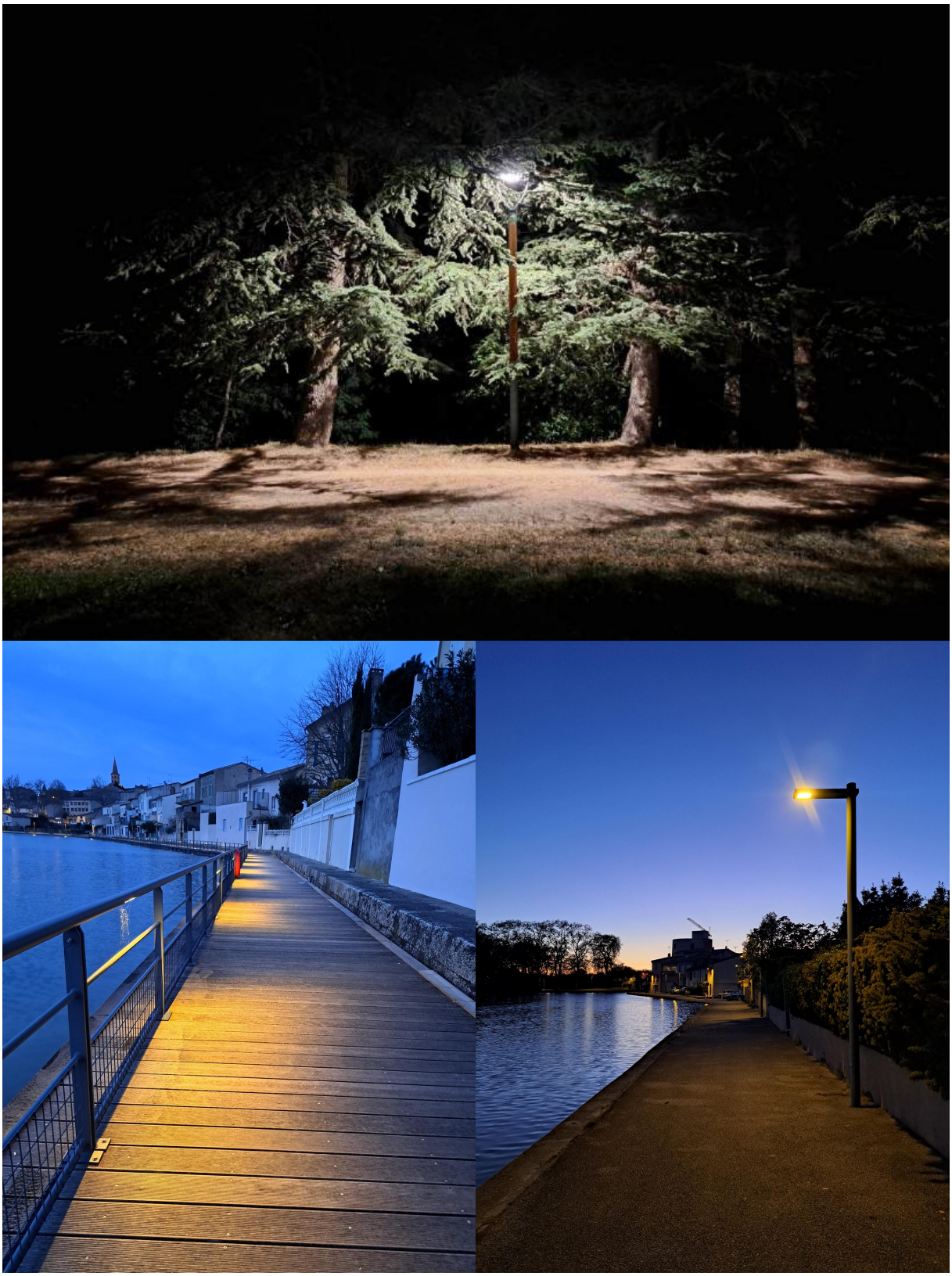
- Éclairer uniquement lorsqu'il y a un usage important pour la communauté. Sinon le point peut être supprimé.
- L'arrêté ministériel du 27-12-2018 interdit tout éclairage direct des surfaces en eau (interdiction à effet rétroactif). Nous préconisons d'être aussi ambitieux sur l'ensemble des milieux boisés, ouverts et humides. L'installation des systèmes de coupe-flux arrière pour éviter d'éclairer ces milieux peut être une solution sur des installations déjà existantes.
- Intégration, dans la mesure du possible, des alternatives à l'éclairage : signalisation passive (catadioptre, panneaux réfléchissants, revêtement au sol à coefficient de réflexion élevé…).
- Assurer une bonne orientation du flux lumineux (ULOR) et uniquement sur la surface à éclairer (DSFLI). Nous préconisons de ne jamais dépasser un éclairement sur les milieux boisés, ouverts et humides supérieur à celui d'une nuit de pleine lune (0,25 lux).
- Installer des mâts les plus bas possible. L'utilisation de petits potelets est souvent une bonne alternative sur les chemins doux et les parkings (voir photo ci-dessous).



- Préférer les éclairages à ampoule encastrée, sans vitres latérales, à vasque de fermeture plane, sans inclinaison du luminaire ou <5°, évitant les éclairages en contre-plongée.



Les photos ci-dessous montre un éclairage débordant largement sur le milieu boisé (haut), un éclairage adapté pour ne pas éclairer les milieux naturels (bas à gauche) et un éclairage non adapté (en bas à droite). Crédit photo : TerrOïko.

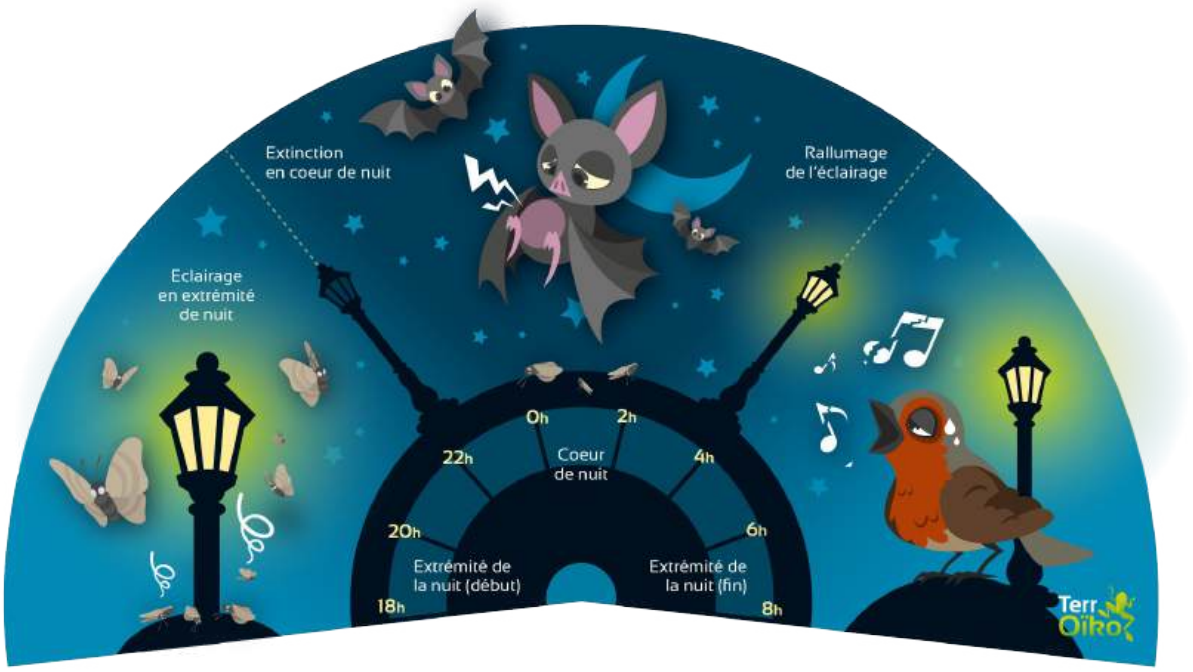


ii. AXE TEMPOREL



Les usages ne permettent pas toujours de réduire totalement l'éclairage la nuit. Ainsi, une fois l'axe spatial traité, la question de limiter l'éclairage dans le temps se pose afin d'en réduire l'impact sur la biodiversité.

La pratique la plus connue est l'extinction en cœur de nuit. Néanmoins, il convient de noter que la plupart des espèces nocturnes sont actives dès le crépuscule ou à l'aube (extrémités de la nuit). Aussi, l'impact de l'extinction reste très limité lorsque la lumière entraîne une surmortalité en extrémité de nuit chez les insectes nocturnes et a des effets en cascade sur l'ensemble de la chaîne trophique (voir illustration ci-dessous).



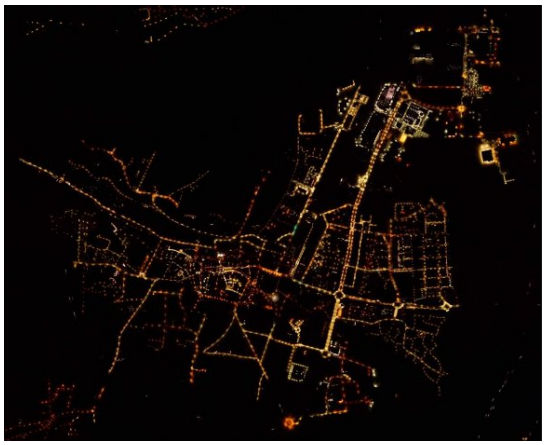
Dans ce contexte, la pratique de l'extinction en cœur de nuit peut être nécessaire mais elle n'est pas suffisante et ne doit pas se substituer à :

- une analyse approfondie des usages et de l'axe spatiale (voir chapitre précédent).
- des solutions plus fines pour n'allumer l'éclairage que durant les périodes d'usage (lumière citoyenne, capteurs environnementaux, détection d'usagers, abaissement autonome…). Ainsi, la pratique de l'extinction peut être totale ou partielle et peut être graduée suivant les usages. Les **systèmes de gradation** permettent de faire osciller la puissance fournie à l'ampoule ou à la LED. Cela peut s'effectuer de manière automatique ou déclenchée (par détection de mouvement par exemple). La **télégestion** est une technique particulièrement pertinente dans les zones à forte variabilité saisonnière ou journalière, telles que les zones touristiques ou les lieux de rassemblement publics (place de villages, zones d'événements temporaires, etc.). Elle est coûteuse, mais possède de nombreux avantages comme l'allumage,

l'extinction et la gradation commandée, le suivi des paramètres électriques en temps réel, ou l'alerte automatique en cas de défaillance de l'installation.

Préconisation générale :

- L'arrêté ministériel du 27-12-2018 relatif aux nuisances lumineuses impose des horaires d'extinctions pour les bâtiments non résidentiels, les enseignes commerciales et la mise en valeur du patrimoine culturel. **Le contrôle du respect de cette obligation d'extinction est réalisé par le Maire** sauf pour les bâtiments communaux dont le contrôle dépend du Préfet (arrêté du 27 décembre 2018). Il existe des dérogations sur arrêté préfectoral selon les périodes (veille de jours fériés, illuminations de Noël, événements exceptionnels à caractère local) ou les lieux (zones touristiques d'affluence exceptionnelle, animation culturelle permanente).
- Favoriser la pratique de l'extinction en cœur de nuit. Nous préconisons a minima une extinction entre 22h et 6h du matin. Les deux photos aériennes illustre la pratique de l'extinction. Crédit image : DarSkyLab & TerrOïko « Trame noire du PETR du Piémont des Vosges ».





- Favoriser les extinctions saisonnières. L'éclairage peut ne pas être utile en été par exemple ce qui coïncide avec un pic d'activité pour la biodiversité.



- Lorsque l'éclairage ne peut être totalement supprimé en cœur de nuit, favoriser des abaissements de puissance (la gradation jusqu' à 10 à 20% du flux nominal permet d'assurer les services de l'éclairage) ou alors un système d'éclairage à la demande (détection automatique de piétons ; éclairage piloté par smartphone type « j'allume ma rue »).

Les photos illustrent l'éclairage en extrémités de nuit dans des environnements importants pour la biodiversité. Crédit photo : TerrOïko.





iii. AXE TECHNIQUE

Les usages ne permettent pas toujours de réduire totalement l'éclairage la nuit. Ainsi, une fois les axes spatial et temporel traités, il est possible de jouer sur les caractéristiques techniques de l'éclairage.

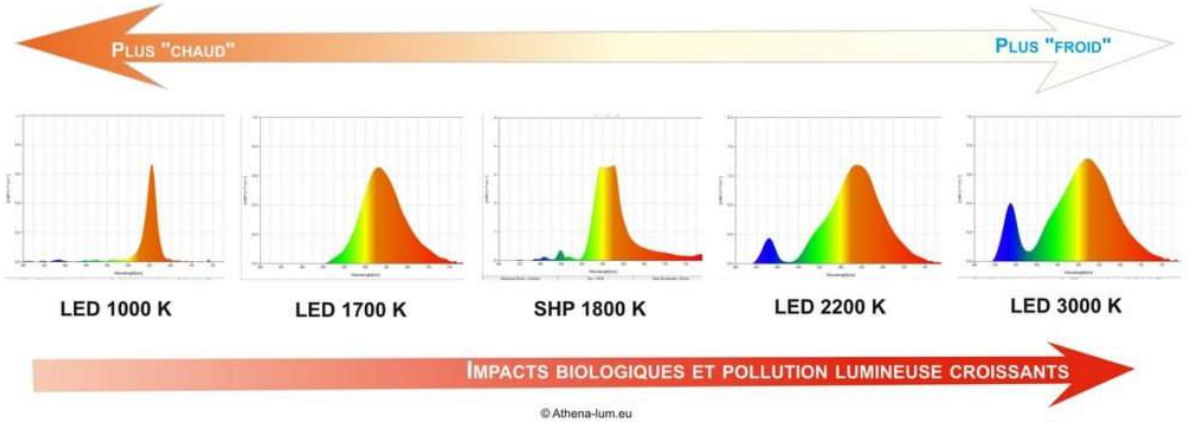
La réduction de la puissance et de la température de couleur sont connus pour réduire les impacts sur la biodiversité[13] et l'œil humain est un formidable outil qui s'adapte à la quantité de lumière que l'on lui fourni. Ainsi, nous voyons bien avec une puissance d'éclairage moindre et des températures de couleur chaude. C'est même beaucoup plus agréable.

Les photos illustrent des changements d'éclairages réalisés pour améliorer le cadre de vie. Crédit photo : DarkSkyLab.



[13] Il est à noter que les caractéristiques techniques relatives à la surface à éclairer (ULR, DSFLI, hauteur des mâts) sont traitées dans l'axe spatial.

Les températures de couleur chaude sont à privilégier car elle reproduise une typologie d'éclairage proche de l'aube ou du crépuscule. Un des enjeux fondamentale est de réduire au maximum la quantité de lumière bleue et donc d'être proche des 1 800 K.



Il est à noter qu'**aucune longueur d'onde n'est exempte d'impacts sur la biodiversité** (voir tableau ci-dessous). Ce constat permet de rappeler que les premières questions à se poser dans le cadre d'un projet d'éclairage neuf ou en rénovation est (1) est-il indispensable d'éclairer ? (2) qu'elle est la surface à éclairer ? (en évitant une direction vers des milieux boisés, ouverts, humides ou cours d'eau) (3) est-il indispensable d'éclairer toute la nuit ?

Le tableau illustre les impacts connus de la longueur d'onde d'éclairage sur différents compartiments du vivant d'après la synthèse de Musters et al. résumée dans Sordello 2017. Elle montre l'hétérogénéité des réponses selon les groupes taxonomiques. Elle montre également que les couleurs chaudes semblent les moins problématiques.

	Ultraviolet (<380nm)	Violet (380-450nm)	Bleu (450-500nm)	Vert (500-550nm)	Jaune (550-600nm)	Orange (600-650nm)	Rouge (650-750nm)	Infrarouge (>750nm)
Plantes	• Croissance	• Croissance	• Croissance	• Croissance			• Croissance • Horologe circadienne	• Croissance • Horologe circadienne • Horloge circannuelle • Rapports proies/prédateurs
Crustacés				• Phototactisme			• Activité • Phototactisme	
Arachnides		• Phototactisme	• Horologe circadienne • Phototactisme	• Phototactisme	• Horologe circadienne • Phototactisme	• Horologe circadienne • Phototactisme	• Horologe circadienne • Phototactisme	
Insectes	• Phototactisme • Orientation		• Phototactisme • Orientation	• Phototactisme	• Phototactisme		• Phototactisme	
Amphibiens	• Activité	• Horologe circadienne • Orientation • Phototactisme	• Horologe circadienne • Orientation • Phototactisme	• Horologe circadienne • Orientation • Phototactisme	• Orientation • Phototactisme	• Orientation • Phototactisme	• Phototactisme	
Oiseaux	• Régulation hormonale • Orientation	• Orientation	• Croissance • Horloge circannuelle • Phototactisme • Orientation	• Croissance • Horloge circannuelle • Phototactisme • Orientation	• Orientation	• Orientation	• Horloge circannuelle • Phototactisme • Orientation	• Croissance
Poissons			• Régulation hormonale • Croissance • Phototactisme	• Croissance • Phototactisme	• Phototactisme		• Phototactisme	
Mammifères (hors chauves-souris)	• Horologe circadienne	• Horologe circadienne	• Régulation hormonale • Horologe circadienne		• Horologe circadienne • Activité • Phototactisme	• Horologe circadienne • Activité • Phototactisme	• Horologe circadienne • Activité	• Horologe circadienne
Chiroptères		• Horologe circadienne	• Horologe circadienne	• Horologe circadienne	• Horologe circadienne	• Activité	• Horologe circadienne	
Reptiles		• Phototactisme	• Phototactisme	• Phototactisme	• Activité			

Tableau 2 : Types d'impacts par plage de longueur d'onde pour chaque groupe biologique d'après Musters *et al.* 2009

Légende :

1 type d'impact	2 types d'impacts	3 types d'impacts	4 types d'impacts

Préconisation générale :

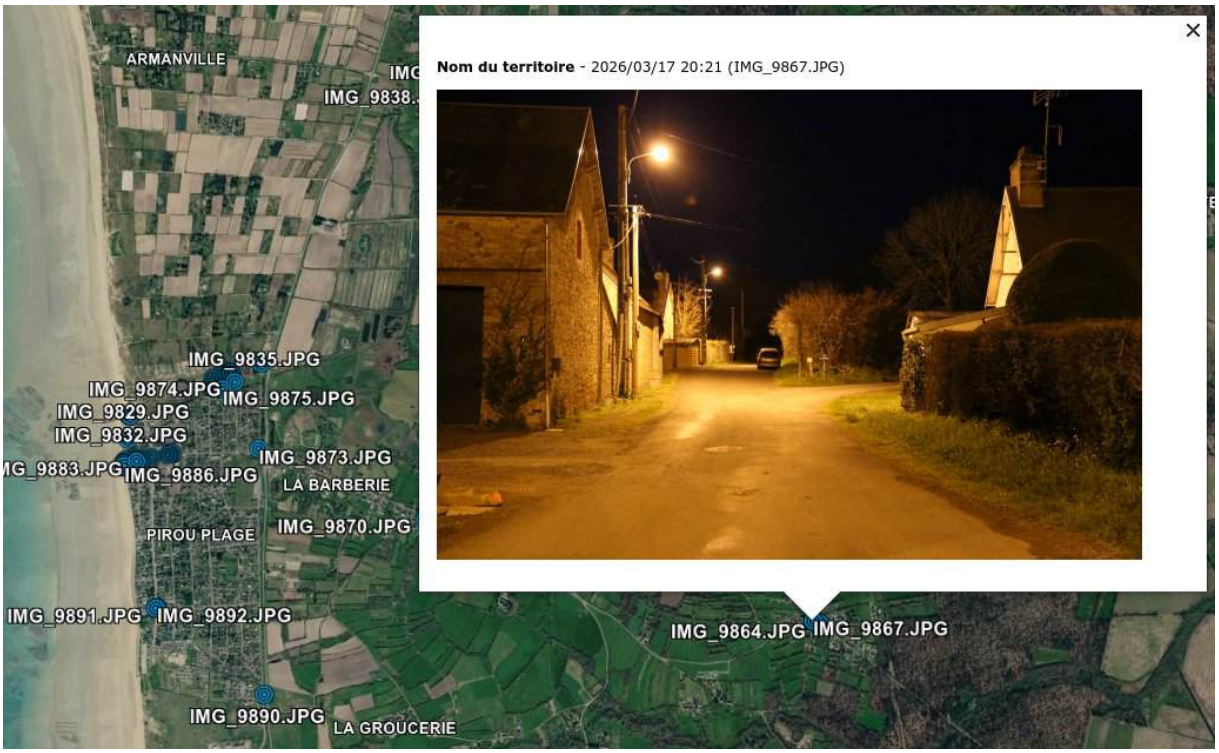
- Puissance nominale la plus basse possible. Il est préconisé de ne pas dépasser les 5 lux au sol. Il est à noter que l'éclairement d'une nuit de pleine lune qui nous permet de nous déplacer sans lumière correspond à 0,25 lux. Enfin, les milieux boisés, ouverts, humides et cours d'eau ne doivent pas subir un éclairement supérieur à 0,25 lux.
- Privilégier des températures de couleur chaude. Les sources émettant dans un spectre étroit et limitant la lumière bleue sont à privilégier. L'arrêté ministériel du 27/12/2018 interdit des températures de couleur supérieures à 3000 K. À proximité des objets de la trame noire, si un éclairage est indispensable pour les usages, il est préconisé d'utiliser des températures de couleur inférieures 2 400 K en se rapprochant au plus près de 1 800 K.

Rappels sur les types de lampe
Les **lampes à vapeur de mercure** et les **lampes à halogénure métallique** sont à proscrire. Celles-ci ont en effet un fort effet attractif sur les insectes volants nocturnes qui sont la base de l'alimentation de nombreuses espèces, parfois rares et protégées.
Les **lampes à vapeur de sodium basse pression** sont les lampes à vapeur les moins impactantes pour la biodiversité. Néanmoins celles-ci présentent plusieurs inconvénients. Elles ne sont plus commercialisées, ont un faible rendement et donc un fort coût énergétique. Il est préconisé de cibler ce type de lampe en dernier si des travaux doivent être entrepris pour renouveler l'éclairage.
Les **lampes à vapeur de sodium haute pression** sont plus impactantes que celles à basse pression, car elles émettent plus fortement dans des couleurs « bleues ». Elles restent néanmoins modérément impactantes par rapport aux lampes à vapeur de mercure et à halogénure métallique.
Les nuisances lumineuses des LEDs sont liées au type et à la programmation des LEDs. Il devra être privilégié **des LEDs à couleurs chaudes (température inférieure à 2 700 K voire 2 200 K ou 1 800 K) avec un faible niveau d'éclairement**. Dans le cas où des dispositifs d'éclairage à base de LED sont utilisés, il est impératif que les sources lumineuses soient totalement intégrées dans la structure de ces dispositifs de manière à ce qu'aucune lumière ne s'échappe au-dessus de l'horizontale. Les figures ci-dessous illustrent les configurations favorables et celles qui ne le sont pas.

2. PRÉCONISATIONS CIBLÉES SUR DES SECTEURS À ENJEUX

Des secteurs à enjeux ont été identifiés durant l'atelier de concertation. Ils ont fait l'objet d'une expertise terrain afin de fournir des préconisations ciblées au contexte local.

Ce travail a permis la création d'une photothèque fournie avec un fichier kml permettant son implémentation dans google earth avec visualisation des photos.

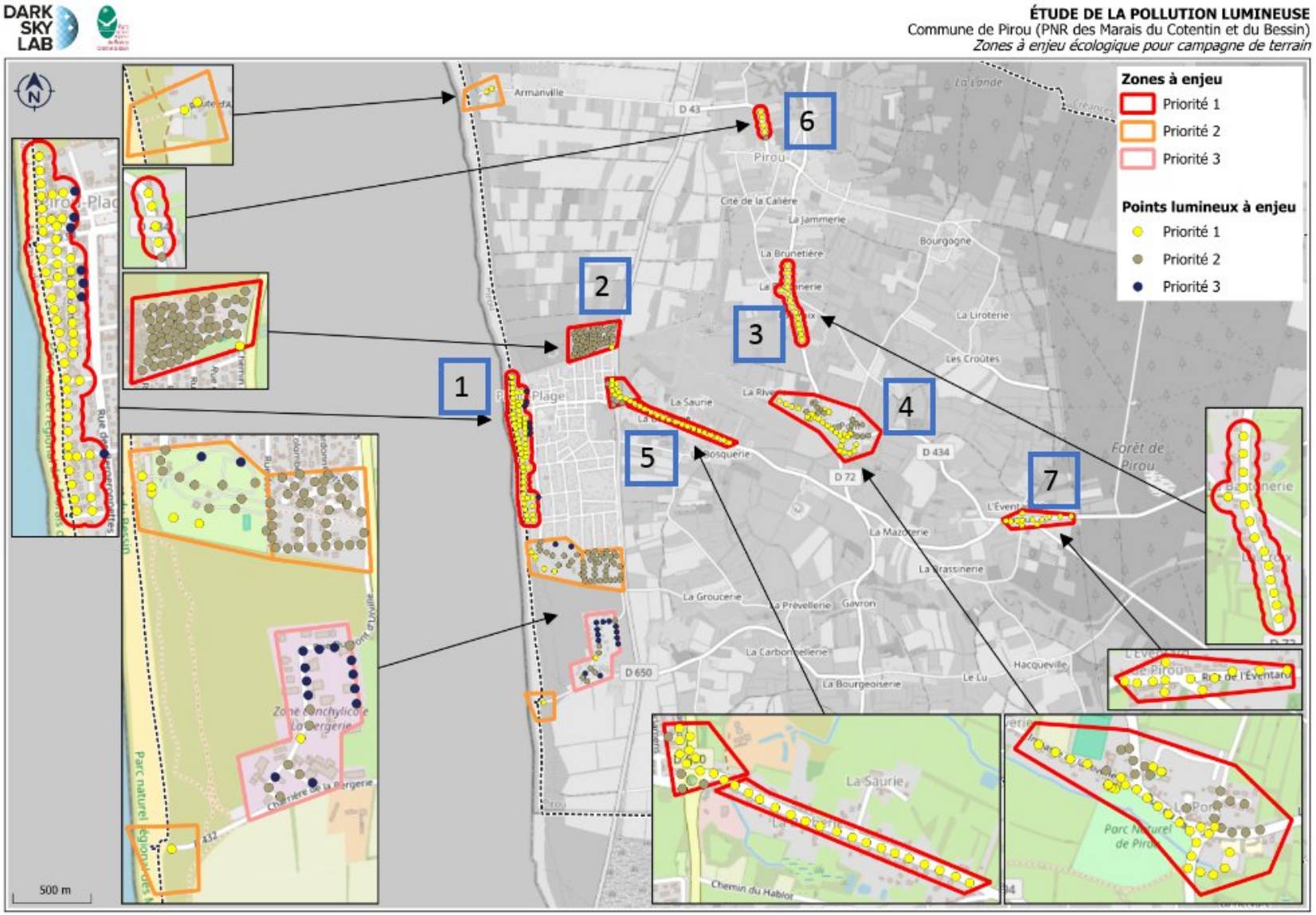


Au total, sept secteurs particuliers ont été visités (voir carte page suivante) :

1. Pirou plage
2. Résidence « Les Maisons de la Plage »
3. La Croix
4. Le Pont
5. Barberie
6. Pirou
7. L'éventard

Les priorités ont été établis par TerrOïko d'après l'interprétation des cartes techniques présentées tout au long du document. Elles ont été soumises et validées durant l'atelier de concertation.

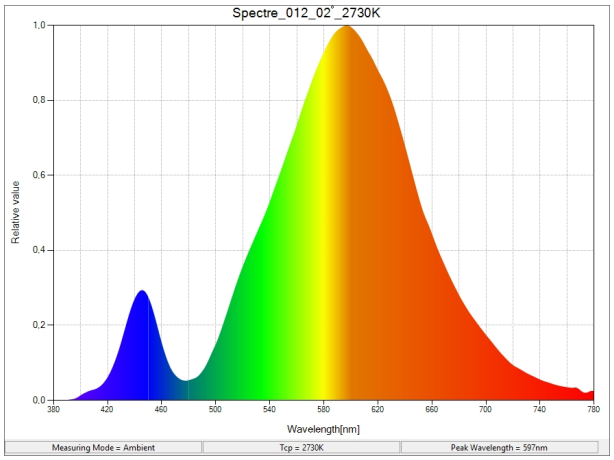
Seules les zones à enjeu de priorité 1 ont bénéficié d'une expertise de terrain. Les conclusions issues du terrain sont extrapolables sur les zones à enjeu de priorité 2 et 3.


DARK SKY LAB
ÉTUDE DE LA POLLUTION LUMINEUSE
Commune de Pirou (PNR des Marais du Cotentin et du Bessin)
Zones à enjeu écologique pour campagne de terrain
Zones à enjeu
Priorité 1
Priorité 2
Priorité 3
Points lumineux à enjeu
Priorité 1
Priorité 2
Priorité 3
1
2
3
4
5
6
7
Armanville
Pirou
Pirou Plage
La Saurie
La Mazoterie
La Brasserie
La Groucerie
La Prévellerie
Gavron
La Carbonellerie
La Bourgeoiserie
Hacqueville
Le Lu
Les Croûtes
La Liroterie
Bourgogne
Cité de la Calière
La Jammerie
La Brunetière
Forêt de Pirou
D 43
D 434
D 72
D 650
Zone Conchylicole La Bergerie
Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin
Chemin du Hablot
500 m

i. PIROU PLAGE

Le littoral fait l'objet d'enjeux relatifs aux accès pour la conchyliculture, le tourisme et donc des parking, les commerces, les loisirs et services publics. L'accès par la rue Fernand Desplanques est l'accès principal au littoral.

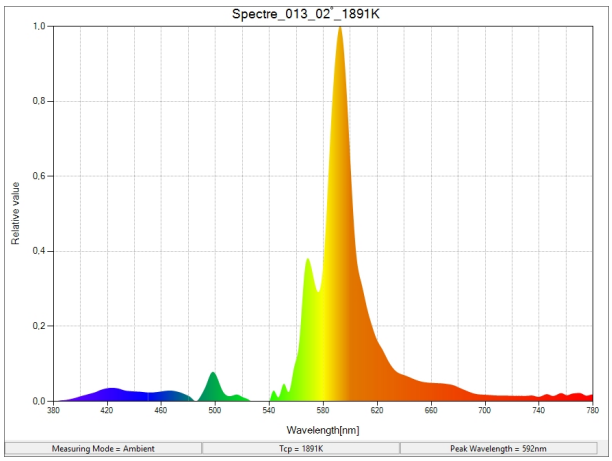
Une promenade est aménagée le long de la plage en partant vers le sud. Elle est éclairée avec des vasques qui diffusent fortement la lumière. Ainsi, la plage est fortement éclairée ce qui n'est pas du tout adapté pour la biodiversité.



La température de couleur est dans la norme (LED 2 700 K) mais l'éclairement est très important en pied de mat (80 lux). L'uniformité de l'éclairage est faible sur la promenade.



En partant cette fois vers le nord il existe une route le long du bord de plage qui permet la desserte de quelques maisons. Elle finit sur un des accès pour la conchyliculture.



Sur cette route, l'éclairage est globalement vétuste avec des lampes à sodium parfois doublées sur les mâts. Une partie des lampes ne fonctionne pas. L'éclairement en pied de mat est de 25 lux. Une partie de l'éclairage se fait en direction de la plage ce qui n'est pas idéal. De plus, il éclaire

fortement les façades des maisons ce qui peut générer une gène pour les habitants.





Dans ce contexte, nous préconisons un travail sur l'ensemble du front de mer, incluant l'accès pour la conchyliculture :



- Dans la mesure du possible l'éclairage doit être prévu dos à la mer. Vu le contexte du site, il semble possible de remplacer les grands mâts par des petits potelets.
- Un travail sur la saisonnalité est à prévoir. En dehors des périodes estivales, le front de mer est peu fréquenté et seulement au moment du coucher du soleil. Il peut donc être éteint. Un éclairage par détection pourrait être une bonne alternative en dehors des périodes estivales ou simplement un arrêt de l'éclairage. Seul le site d'accès pour la conchyliculture pourrait être éclairé sur l'ensemble de l'année mais seulement en cas d'usage par les conchyliculteurs. Un allumage à la demande pourrait y être installé.
- Au regard des enjeux existants sur le front de mer, il est préférable de se rapprocher le plus possible des 1 800 K en termes de température de couleur et de ne pas dépasser les 5 lux au sol en termes d'éclairement.

ii. Résidence « Les Maisons de la Plage »





L'éclairage de la résidence les maisons de la plage n'est pas adapté aux usages et à la sécurité.

Les cheminements et parking sont éclairés avec des potelets mal orientés. Cela crée des zones trop éclairées et des zones sous-éclairées. Concernant les enjeux de biodiversité, les températures de couleur sont trop importantes et l'éclairage des potelets est souvent dirigé vers les zones herbeuses.

À noter que sur certains parkings, les potelets sont doublés d'un éclairage avec des mâts dont la puissance est surdimensionné.

Nous préconisons :

- D'utiliser seulement des petits potelets sur l'ensemble des parkings et cheminements.
- De densifier le cheminement au sol toujours avec des petits potelets mais en orientant mieux le flux et en utilisant des températures de couleur ambrée les plus proches de 1 800 K.
- De prendre en compte la saisonnalité plus fortement. Un éclairage par détection pourrait être une bonne alternative en dehors des périodes touristiques.

Sur les routes, l'éclairage LED est conforme à réglementation mais il éclaire souvent autant la voirie que les milieux herbeux.





Il est par endroit très intrusif et éclaire fortement les façades et les fenêtres des habitants. Les hauteurs des mâts sont importantes et d'une manière générale, l'éclairage le long des routes est disproportionné par rapport à l'usage.

Nous préconisons dans l'idéal d'uniformiser l'éclairage de la voirie avec l'éclairage proposé pour les cheminements et les parkings. À défaut, l'orientation des flux est à revoir et des systèmes de coupes-flux en direction des habitations et des milieux herbeux sont à prévoir.





iii. D72 - La Croix

L'éclairage de la D72 au niveau de la Croix et la Bastonerie est actuellement fait avec des sodiums dont la lumière est fortement diffusée sur l'ensemble des milieux humides et ouverts environnants. En particulier, le fossé est fortement éclairé ce qui n'est pas compatible avec son rôle écologique.




Nous préconisons la dépose de l'ensemble de l'éclairage car les enjeux biodiversité sont importants alors que les usages sont faibles et qu'il n'y pas d'enjeu de sécurité apparent. À défaut, un travail important est à réaliser pour éclairer uniquement les zones à usages avec un éclairement bas (5 lux) et des températures de couleur chaude (1 800 K). Un balisage passif peut être une alternative pertinente ou alors une absence d'éclairage en été et des extinctions à 22 h en hiver.



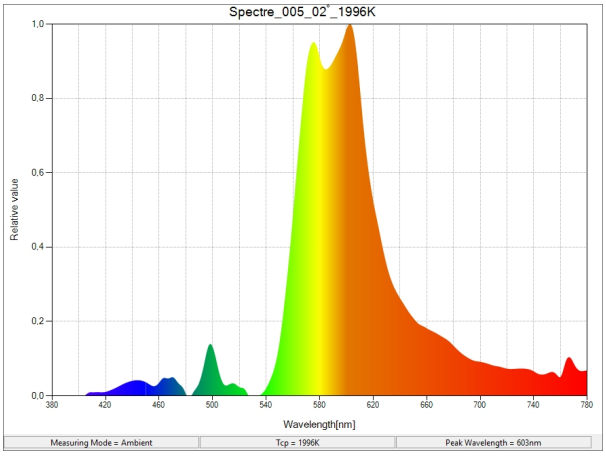

iv. LE PONT

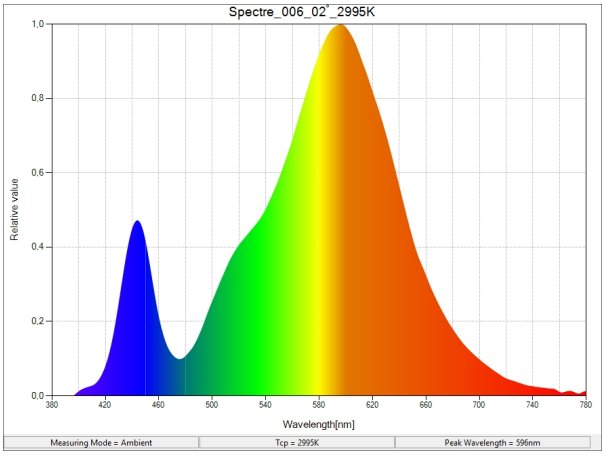
Les enjeux principaux sont sur la rue du parc et l'accès à l'école.

Concernant la rue du parc, l'éclairage est particulièrement intrusif pour les habitants. Les façades et fenêtres sont fortement éclairées. Les mesures montrent une luminance plus importante sur les façades et fenêtres que sur la voirie. Il en est de même pour le parc qui concentre des milieux humides et ouverts très intéressants pour la biodiversité.



Les températures de couleur sont dans la réglementation. Néanmoins, il serait préférable de privilégier des LED ambrées (1 800 K - 2 200 K) aux LED à 3 000 K. Nous préconisons une absence d'éclairage en été et des extinction à 22 h en hiver.





Concernant le chemin pour aller à l'école, l'éclairage n'est pas adapté pour la biodiversité. Il éclaire beaucoup trop le fossé et les haies et ligneux environnants. L'éclairage du parking de l'école est beaucoup trop important tout comme l'éclairage du chemin y menant. Il existe une forte diffusion sur les milieux naturels.



Nous préconisons un travail sur la temporalité de l'éclairage. L'éclairage pourrait ne

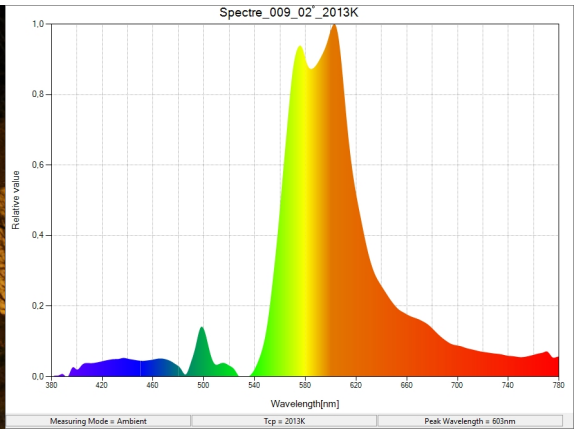
fonctionner que durant les périodes d'usage scolaire (entrée le matin et sortie en fin de journée). De plus, nous préconisons un éclairage par petits potelets sur le parking et le chemin d'accès avec des températures de couleur chaude (1 800 K - 2 200 K).





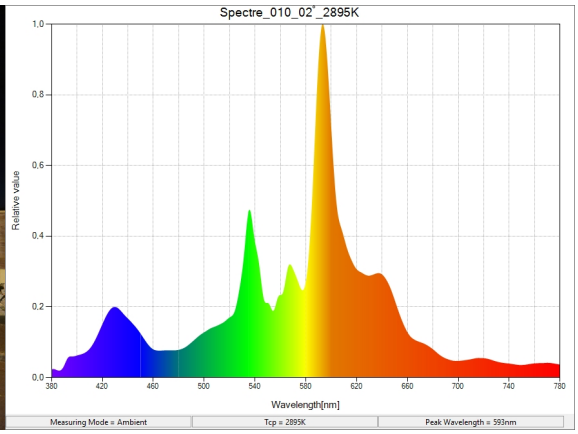
v. BARBERIE





La rue de la Barberie est éclairée avec des sodiums dont l'éclairement en pied de mât est de 60 lux. L'éclairement pourrait être beaucoup plus faible tout en garantissant une bonne visibilité. Un des gros enjeux est que les façades sont autant éclairées que la voirie ce qui pose de problème d'intrusion de l'éclairage chez les habitats. Cette forte diffusion impacte également la biodiversité. Sur la rue de la bosquerie, il existe encore de vieux iodures métalliques dont l'éclairement dépasse les 70 lux.





Dans l'idéal nous préconisons une dépose de l'éclairage en incluant la rue de la piloterie. En effet, l'éclairage de ces trois rues crée un linéaire d'éclairage important et néfaste pour la biodiversité là où les usages ne semblent pas essentiels. Néanmoins, il est à noter que la rue de la Barberie se termine par un carrefour à enjeu de sécurité où en plus se situe un arrêt scolaire.



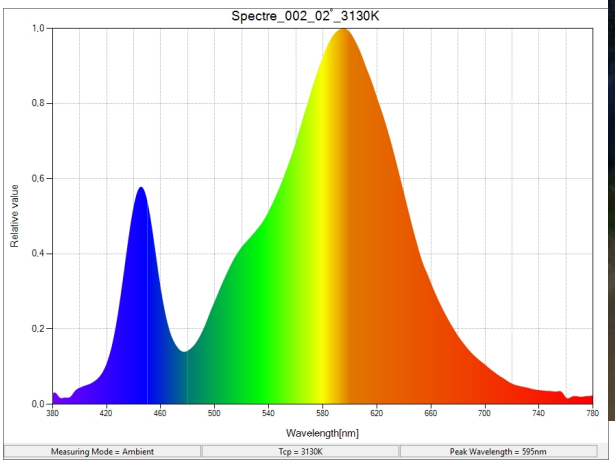
Aussi, à défaut d'une dépose complète de l'éclairage, nous préconisons un éclairage uniquement l'hiver avec pratique de l'extinction à partir de 22 h ou mieux un éclairage uniquement sur les temps de départ et d'arrivée des bus scolaires. Nous préconisons des mâts de moins de 4 mètres, un éclairement de 5 lux et des températures de couleur se rapprochant le plus possible de 1 800 K.

vi. PIROU - BOURG

Il existe des enjeux relatifs à la biodiversité sur la rue de la Vallée.



Des températures de couleur non conformes ont été mesurées sur les LED. Elles sont légèrement supérieures à 3 000 K. Sur la figure ci-dessous on peut voir notamment un gros pic dans le bleu ce qui n'est pas adapté pour la biodiversité et pour les nuisances lumineuses pour les usagers.



Nous préconisons de faire attention lors des commandes et de privilégier des températures de couleur plus proches de 1 800 K sauf pour les éléments à mettre en valeur (ex : passage piéton) où du 2 400 K peut être mis en place.

vii. L'ÉVENTARD

L'Éventard de Pirou comprend la rue de l'Éventard et la rue du moulin Baudoin. L'éclairage des deux rues est fait de vieux sodiums. L'uniformité n'est pas très bonne et surtout les toits et les façades des maisons sont autant éclairés que la voirie. Cette diffusion de la lumière est une nuisance autant pour les habitants que pour la biodiversité.







Nous préconisons de réduire de moitié la hauteur des mâts. Si un programme de rénovation de l'éclairage est prévu, nous préconisons de suivre les recommandations générales (éclairage uniquement l'hiver jusqu'à 22 h, températures de couleur entre 1 800 et 2 000 K avec un éclairement maximal de 5 lux).

F. PROPOSITION D'INDICATEURS DE SUIVI ET D'ÉVALUATION

Le guide trame noire a listé des indicateurs de suivi et d'évaluation[14]. Ils sont regroupés en 3 groupes : **Pression** - Suivre l'évolution de la pollution lumineuse ; **État** - Suivre la biodiversité ; **Réponse** - Suivre les actions de gestion mise en œuvre.

Les indicateurs ont été analysés et adaptés au contexte de la présente zone d'étude. Les descriptions et les contraintes liées à leur déploiement sont listées dans les tableaux ci-après. Les indicateurs en gras dans les tableaux sont ceux dont nous préconisons le suivi de par leur simplicité et leur capacité à être informatif.

Tableau 9. Pression – indicateurs basés sur les informations des parcs d'éclairages.

Indicateurs	Description	Contraintes
Nombre de points lumineux	**Nombre de points lumineux pour l'ensemble des entités du territoire ou bien pour une entité sélectionnée.**	Aucune, le parc d'éclairage public est bien connu.
Puissance du parc d'éclairage	Puissance en kW des points lumineux pour l'ensemble des entités du territoire ou bien pour une entité sélectionnée.	
Temps de fonctionnement moyen	Temps de fonctionnement annuel moyen en heures du parc d'éclairage pour l'ensemble des entités du territoire ou bien pour une entité sélectionnée.	
Évolution du ratio LED / autres typologies de lampes	Traduit l'évolution de la rénovation du parc d'éclairage, sachant que la technologie LED est devenue la norme.	
Évolution du pourcentage de lampes à vapeur de mercure et de iodures métalliques dans le parc d'éclairage public	Traduit l'évolution de la rénovation du parc d'éclairage sachant que ces typologies de lampes sont à éviter.	
Évolution des températures de couleur	Pourcentage de lampes avec des températures de couleur < 2400 K, de 3 000 K ou > 3 000 K, sachant que le but est de diminuer au maximum les températures de couleur.	Le suivi de l'indicateur demande de faire la mesure de l'état actuel car il existe un manque de connaissance sur les température de couleur

[14] Sordello R, Paquier F, Daloz A. 2021. Trame Noire : Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre. OFB – UMS Patrinat. https://professionnels.ofb.fr/fr/node/831 voir également Sordello R. (coord.), Amsallem J., Azam C., Bas Y., Billon L., Busson S., Challéat S., Kerbiriou C., Le Viol I., N'Guyen Duy-Bardakji B., Vauclair S., Verny P. (2018). Construire des indicateurs nationaux sur la pollution lumineuse : réflexion préliminaire. UMS PatriNat, Cerema, CESCO, DarkSkyLab, IRD, Irstea, juillet 2018, 48 p.

Tableau 10. Pression – indicateurs basés sur les informations pouvant être obtenues avec des outils de suivis aériens de la pollution lumineuse ou des outils au sol.

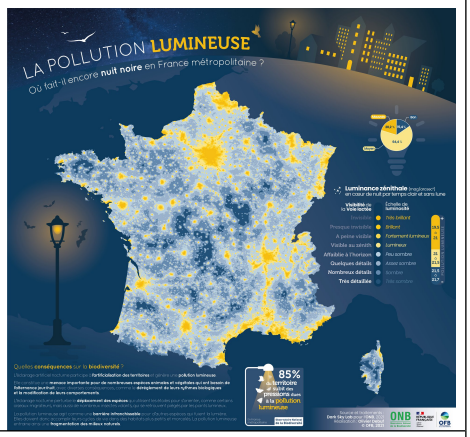
Indicateurs	Description	Contraintes
Évolution de la radiance, de l'éclairement ou de la luminance zénithale en cœur de nuit et par ciel clair via des données satellites.	**Il s'agit de suivre l'évolution de la luminance zénithale en cœur de nuit d'une année à l'autre en valorisant les données satellitaires à basse résolution (VIIRS-DNB) et le logiciel de modélisation de la luminance zénithale Otus.**	Aucune via la Light Pollution Platform https://darkskylab.com/light-pollution-platform/ Mais la résolution est faible (pixel de 500 mètres) 
Évolution de la radiance détectée via un survol aérien du territoire.	Il s'agit de quantifier les niveaux de radiance, à très haute résolution.	Coût d'un survol aérien (> 15 000 euros)
Évolution de la luminance zénithale via des mesures in situ.	Il s'agit de suivre l'évolution de la luminance zénithale au cours du temps en valorisant les données produites par Ninox, le capteur en continu de la luminance zénithale.	Aucune via la Light Pollution Platform https://darkskylab.com/light-pollution-platform/ Coût : 1 500 euros par capteur pour une analyse en continu sur 1 an 
Lumière perçue au sol (ambiante, projetée)	Mesure à différents endroits de la lumière perçue via l'utilisation d'un luxmètre.	Il existe des biais de mesure importants et il est nécessaire de réaliser une grande quantité de mesures pour obtenir un diagnostic représentatif sur un territoire. Néanmoins, cela reste possible sur des sites pilotes. Coût (> 5 000 euros)
Niveaux d'éblouissement	Mesure à différents endroits de la lumière perçue via l'utilisation d'un luminancemètre	

Tableau 11. État - liste des indicateurs pertinents pour le suivi de la biodiversité.

Indicateurs	Description	Contraintes
Structurel	**Déclinaison des indicateurs de pression à l'échelle des milieux boisés, ouverts, humides et des cours d'eau (ex : nombre de point lumineux à moins de 50 mètres ou éclairement maximum reçu).**	Aucune en valorisant les données de l'INPN et de l'IGN. Établir au préalable les indicateurs de pression.
Zonages institutionnels	**Déclinaison des indicateurs de pression à l'échelle des aires protégées ou objets de la trame noire (ex : nombre de point lumineux à moins de 50 mètres ou éclairement maximum reçu).**	
Inventorial	Suivi du nombre d'espèces et des abondances pour les groupes taxonomiques recommandés par le guide trame noire (les chiroptères, les insectes nocturnes, les oiseaux nocturnes, les mammifères terrestres, les amphibiens).	Coût (> 15 000 euros) Traduit plutôt l'évaluation des connaissances si aucun protocole standardisé n'est mis en place sur le terrain.
Fonctionnel	Refaire une analyse de la fonctionnalité des continuités écologiques en actualisant les indicateurs de pression, puis comparer l'évaluation de la fonctionnalité globale avec l'état initial. L'indicateur peut être le gain de fonctionnalité moyen sur le territoire ou sur les objets de la trame noire. Il peut également être analysé au regard de la situation idéale sans pollution lumineuse.	Établir au préalable les indicateurs de pression Nécessite de refaire une analyse avec SimOïko. Coût (> 5 000 euros)

Tableau 12. Réponse - liste des indicateurs pertinents pour le suivi des réponses apportées par les acteurs du territoire pour réduire les nuisances lumineuses et leur impact sur la biodiversité.

Indicateurs	Description	Contraintes
Nombre de points lumineux ou nombre d'actions engagées ou réalisées, décrites dans les actions de gestion de l'éclairage à mettre en œuvre afin de maintenir et restaurer l'obscurité.	Il s'agit de caractériser l'état d'avancement des actions proposées dans le cadre de cette étude.	Aucune si ce n'est de mettre en place un tableau de suivi et de l'actualiser.
Pratique de l'extinction en cœur de nuit / nombre de points lumineux éteints en cœur de nuit.	Il s'agit d'un indicateur de synthèse de l'ambition donnée sur la réduction de la pollution lumineuse.	
Nombre d'animations sur la trame noire mises en place sur le territoire.	Il s'agit d'un indicateur de synthèse de l'ambition donnée à l'animation de la thématique.	
Intégration de la trame noire dans les projets du territoire.		