

CONTACT

Ludovic Toudic
Chargé d'étude environnement
Ludovic.toudic@baywa-re.fr

15 décembre 2022

Suivi d'exploitation du parc éolien de Clos Neuf (22)



SYNERGIS
ENVIRONNEMENT
AGENCE BRETAGNE

108 RUE DU DANEMARK 56400 AURAY
02 97 58 53 15
agence.bretagne@synergis-environnement.com

Table des matières

I.	Introduction.....	5
I.1.	Exploitant du parc	5
I.2.	Auteurs de l'étude.....	5
II.	Contexte	7
II.1.	Nature du projet et localisation	7
II.2.	Historique	7
III.	Méthodologie	8
III.1.	Contexte écologique.....	8
III.1.1.	Définition des aires.....	8
III.1.2.	Le réseau Natura2000	8
III.1.3.	Les Arrêtés de Protection de Biotope (APB).....	8
III.1.4.	Les réserves naturelles	8
III.1.5.	Les parcs nationaux (PNN) et les parcs naturels régionaux (PNR)	8
III.1.6.	Les réserves biologiques.....	8
III.1.7.	Les mesures compensatoires environnementales	8
III.1.8.	Les zonages d'inventaires : ZNIEFF	9
III.1.9.	Continuités écologiques	12
III.2.	Méthodologie des enjeux.....	19
III.2.2.	Échelle d'enjeux.....	20
III.3.	Cadrage des suivis de mortalité	20
III.3.1.	Contexte réglementaire	20
III.3.2.	Fréquence de suivi.....	20
III.3.3.	Protocoles mis en œuvre.....	20
III.4.	Suivi de mortalité	25
III.4.1.	Occupation du sol au pied des éoliennes.....	25
III.4.2.	Surfaces prospectées.....	28
III.4.3.	Test de persistance.....	28
III.4.4.	Test de détection.....	28
III.4.5.	Données de mortalité constatée	29
III.4.6.	Estimation de la mortalité réelle	30
III.4.7.	Sensibilité et vulnérabilité	30
III.4.8.	Analyse paysagère	31
III.4.9.	Bilan	32

III.5.	Paramètres de bridage.....	33
III.6.	Bridage retenu par l'exploitant.....	33
IV.	Conclusion.....	33
V.	Bibliographie	34
VI.	Annexes.....	35
VI.1.	Fiches de mortalité	35

Index des figures

Figure 1 : Localisation du projet	6
Figure 2 : Zonage des inventaires ZNIEFF	11
Figure 3 : Éléments de la Trame Verte et Bleue (Source : CEMAGREF, d'après Bennett 1991)	13
Figure 4 : Carte du SRCE de Bretagne	14
Figure 5 : Carte du SRCE de Bretagne	15
Figure 6 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne	16
Figure 7 : Continuité écologique autour du parc éolien	17
Figure 8 : Trame des continuités écologiques de 6 espèces de chauves-souris en Bretagne continentales. Ces valeurs, distribuées de 1 à 100 dans cette trame diffuse, synthétisent la qualité et la quantité des connexions possibles entre les cœurs d'habitats de différentes espèces sensibles de chiroptères (grand et petit rhinolophes, murins de Bechstein et de Daubenton, barbastelle d'Europe et sérotine commune). Source : Groupe Mammalogique Breton 2020.	18
Figure 9 : Schéma de principe des recherches de terrain (Source : LPO, 2004)	21
Figure 10 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle	24
Figure 11 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes (E1 et E2)	26
Figure 12 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes (E3 et E4)	27
Figure 13 : Moyenne des surfaces prospectées au cours du suivi, en 2022	28
Figure 14 : Surface prospectée moyenne par éolienne (en hectare)	28
Figure 15 : Chronologie des découvertes des cadavres par taxon	29
Figure 16 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères	29
Figure 17 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière	31

Index des tableaux

Tableau 1 : Liste des ZNIEFF localisées dans un rayon de 10 km.....	9
Tableau 2 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002897 — Forêt de la Hardouinais »	9
Tableau 3 : Espèces déterminantes ZNIEFF pour le site « 530002897 — Forêt de la Hardouinais » pour lesquelles une sensibilité à la collision est avérée.....	9
Tableau 4 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530008260 — Tourbière du pont de fer ».....	9
Tableau 5 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002623 — Étang de la Hardouinais »	10
Tableau 6 : Espèces déterminantes ZNIEFF pour le site « 530002623 — Étang de la Hardouinais » pour lesquelles une sensibilité à la collision est avérée.....	10
Tableau 7 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002100 — Étang de Loscouët »	10
Tableau 8 : Espèces autres ZNIEFF pour le site « 530002100 — Étang de Loscouët » pour lesquelles une sensibilité à la collision est avérée.....	10
Tableau 9 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site “530002099 — Étang de Loziers”	10
Tableau 10 : Échelle des enjeux patrimoniaux pour la faune et la flore.....	20
Tableau 11 : Dates des passages du suivi de mortalité.....	20
Tableau 12 : Exemple de coefficients de détectabilité	21
Tableau 13 : Date du test de détection	22
Tableau 14 : Dates du test de persistance.....	22
Tableau 15 : Exemple de notation des types de couverts par éolienne.....	22
Tableau 16 : Exemple de calculs de A et d.....	22
Tableau 17 : Planning de réalisation du test de persistance	23
Tableau 18 : Types de couvert et surfaces associées.....	25
Tableau 19 : Tests de persistance.....	28
Tableau 20 : Tests de détection.....	29
Tableau 21 : Liste des espèces retrouvées à l'échelle du parc.....	29
Tableau 22 : Enjeu des espèces	30
Tableau 23 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Clos-Neuf.....	30
Tableau 24 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne de Clos-Neuf.....	30
Tableau 25 : Enjeu des espèces	30
Tableau 26 : Sensibilité des espèces de chiroptères	31
Tableau 27 : Vulnérabilité des espèces de chiroptères.....	31
Tableau 28 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers	31
Tableau 29 : Mesures de bridage prescrites.....	33
Tableau 30 : Mesures de bridage prescrites.....	33

I. Introduction

La société BayWa r.e. France SAS est l'exploitant du Parc éolien de Clos-Neuf, composé de 4 aérogénérateurs et situé sur les communes de Merdrignac et Illifaut au sud-est du département des Côtes-d'Armor, en région Bretagne. La réglementation prévoit, dans les trois ans suivant la mise en place d'un parc éolien terrestre, puis tous les 10 ans, un suivi environnemental au titre de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations classées de la rubrique 2980 : « ...un suivi environnemental permettant d'estimer l'impact de ce parc sur la mortalité de l'avifaune et des chiroptères ».

Le bureau d'étude Synergis Environnement a ainsi été missionné en 2022 pour mener le suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune. Ce suivi environnemental se poursuivra en 2023, avec notamment un suivi de l'activité des chiroptères en nacelle ainsi qu'un suivi de l'alouette des champs.

Ces derniers permettront de répondre à plusieurs objectifs définis par le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres et hiérarchisés ci-dessous par ordre de priorité décroissant.

1. Juger du niveau d'impact généré par le parc éolien suivi sur la faune volante pour être en mesure, le cas échéant, d'apporter une réponse corrective proportionnée et efficace pour annuler ou réduire l'impact.
2. Estimer les mortalités réelles générées par chaque parc éolien (« taux de mortalité ») pour permettre des comparaisons objectives entre parcs. Seule une estimation standardisée de la mortalité réelle, via l'utilisation de formules de calcul internationales, permet d'estimer un taux de mortalité comparable entre parcs éoliens. Il s'agit d'une approche quantitative de la mortalité qui permet de replacer le niveau d'impact sur un référentiel large.
3. Contribuer à alimenter une base de données nationale pour une vision globale et continue de l'impact du parc éolien Français sur la biodiversité. Il s'agit de valoriser les résultats de suivi au plus tôt dans le cadre d'une synthèse nationale organisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Le présent rapport constitue un rendu intermédiaire, selon état d'avancement des suivis de mortalité, afin d'anticiper d'éventuelles mesures de bridage. Il reprend la méthodologie employée puis présente les résultats obtenus et propose une analyse au regard des données antérieures à l'exploitation du parc.

I.1. Exploitant du parc

Le parc éolien de Clos-Neuf, localisé dans le département des Côtes d'Armor (22), est exploité par la société Baywa r.e France SAS.



BayWare r.e. France SAS
91 rue Nuyens
33100 Bordeaux

I.2. Auteurs de l'étude

Le suivi d'exploitation a été réalisé par l'agence BRETAGNE du Bureau d'études SYNERGIS ENVIRONNEMENT.



Agence BRETAGNE
10B RUE DU DANEMARK
56400 AURAY

Nom	Qualité
Ronan DESCOMBIN	Responsable d'agence
Margaux FEON	Chef de projet
Marie LE CORRE	Chargé d'études (présentation du parc et volet mortalité)

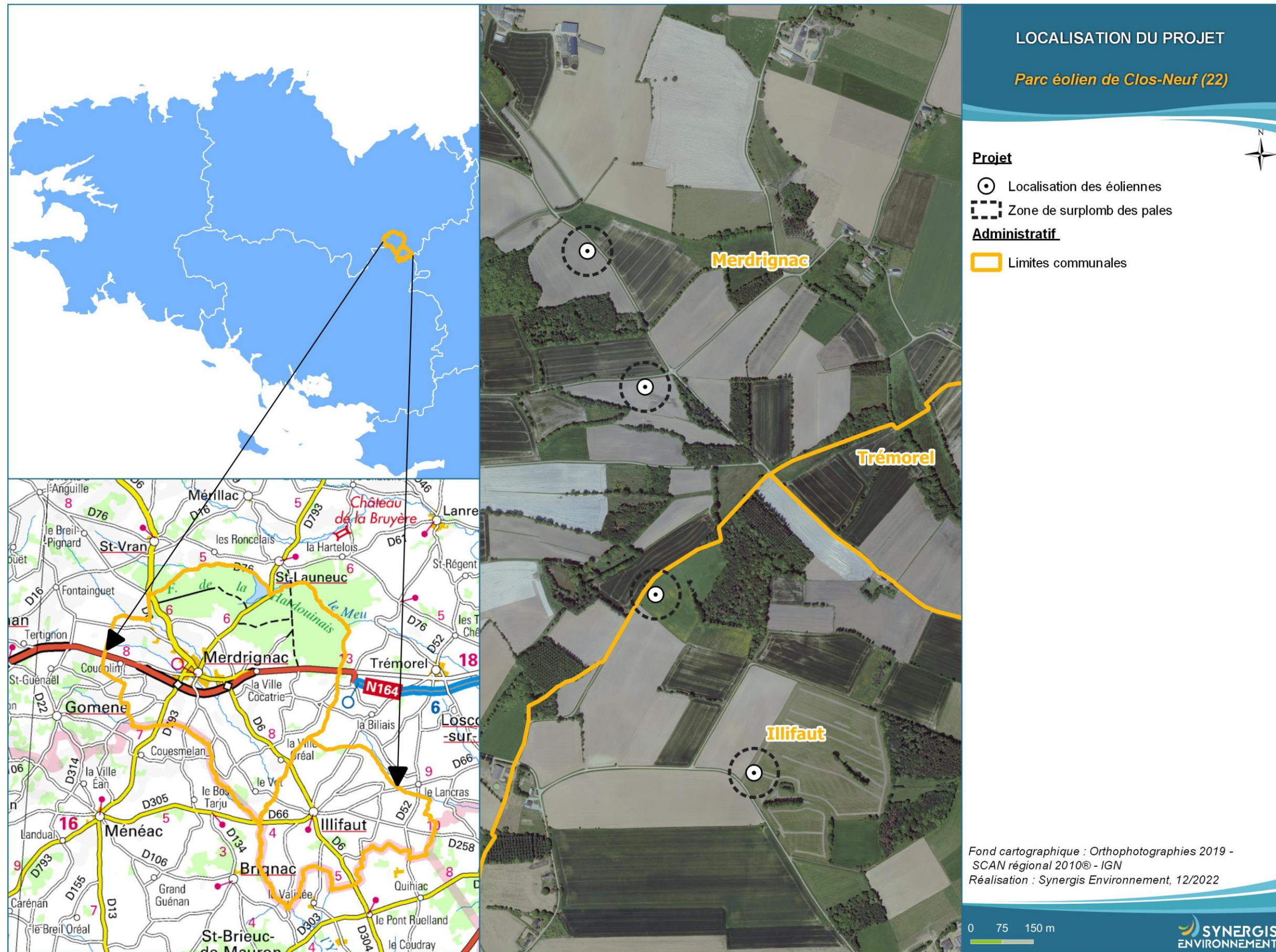


Figure 1 : Localisation du projet

II. Contexte

II.1. Nature du projet et localisation

Le parc éolien de Clos neuf est composé de 4 éoliennes d'une hauteur en bout de pale de 150 m et de 117 m de diamètre. Leur puissance unitaire maximale de 2,91 MW confère au parc une puissance installée de 11,6 MW. Il s'agit de quatre aérogénérateurs du modèle Enercon E 115. Il est situé sur les communes de Merdrignac et Illifaut (22) à une altitude d'environ 115 m. Le parc est en service depuis août 2022.

Le site de Clos-Neuf se trouve dans un contexte agricole très marqué, dominé par les cultures de céréales et les prairies. Les éoliennes sont principalement entourées de parcelles à usage agricole, séparées entre elles par des haies éparses (strates : herbacée, arbustive et arborée), des boisements ainsi que des cours d'eau.

Les boisements et cours d'eau sont des habitats favorisant la présence d'oiseaux et de mammifères terrestres et volants. La présence de plusieurs trames bleues ainsi que des réservoirs de biodiversités assure en effet la présence d'insectes ce qui favorise l'occupation du territoire par des chiroptères, oiseaux et micromammifères du fait d'une concentration de proie élevée. La densité de trames bleues et de réservoirs de biodiversité assez élevée sont favorables pour l'accueil d'une entomofaune et d'une flore diversifiée. Ainsi ce paysage, dispose vraisemblablement d'une assez bonne quantité de proies et d'habitats naturels pour les chiroptères et l'avifaune.

II.2. Historique

En 2017, un diagnostic écologique s'inscrivant dans le volet faune-flore-habitats de l'étude d'impact a été réalisé par le bureau d'étude ALTHIS (devenus depuis Synergis Environnement) et l'association AMIKIRO. Le présent rapport constitue le bilan du premier suivi mortalité post-implantation du parc éolien depuis sa mise en fonctionnement en août 2022.

III. Méthodologie

III.1. Contexte écologique

Cette partie vise à présenter les données bibliographiques et réglementaires connues à l'échelle de l'aire d'étude éloignée afin d'analyser plus finement les enjeux écologiques potentiellement présents et ainsi affiner les périodes de prospections naturalistes.

III.1.1. Définition des aires

Dans le but de mener à bien les inventaires naturalistes et de définir finement les niveaux d'enjeu et d'impact du projet, plusieurs échelles d'études sont définies par le bureau d'études Synergis Environnement.

- 👉 **Aire d'étude éloignée :** L'aire d'étude éloignée permet le recueil de données basées sur l'existence d'informations bibliographiques. Cette aire d'étude d'un rayon de 10 km permet surtout la recherche des zonages naturels réglementaires et d'inventaires. Elle permet l'analyse de zones potentiellement affectées par d'autres effets que ceux liés aux emprises des éoliennes, pour les groupes taxonomiques de l'avifaune et des chiroptères. Les inventaires y seront donc ciblés sur certaines espèces ou certains groupes d'espèces, mais également approfondis en cas de connaissance d'un enjeu notable (milieux favorables à des espèces présentes sur la zone d'étude, potentialités de gîtes chiroptères...). Enfin, l'analyse de cette aire d'étude rapprochée permet également la connaissance des continuités écologiques locales.

III.1.2. Le réseau Natura2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau développé à l'échelle européenne qui se base sur deux directives : la Directive n°79/409 pour la conservation des oiseaux sauvages et la Directive n°92/43 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la flore et la faune sauvages. Ces directives ont donné naissance respectivement aux Zones de Protection Spéciale (ZPS) et aux Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Avant d'être reconnues comme ZSC, ces dernières sont appelées Sites d'Importance Communautaire (SIC). Par ailleurs, la France a aussi mis en place un inventaire des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO), sur lequel elle s'appuie pour définir ses ZPS.



Aucun site Natura2000 n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

III.1.3. Les Arrêtés de Protection de Biotope (APB)

L'objectif des arrêtés préfectoraux de protection de biotope est la préservation des habitats naturels nécessaires à la survie des espèces végétales et animales menacées. Cet arrêté est pris par le Préfet au niveau départemental et fixe les mesures qui doivent permettre la conservation des biotopes.

C'est un outil de protection réglementaire de niveau départemental, dont la mise en œuvre est relativement souple. Il fait partie des espaces protégés relevant prioritairement de la Stratégie de Création d'Aires Protégées mise en place actuellement, et se classe en catégorie IV de l'UICN en tant qu'aire de gestion. En effet, la plupart des arrêtés de protection de biotope font l'objet d'un suivi soit directement à travers un comité placé sous

l'autorité du préfet, soit indirectement dans le cadre de dispositifs tels que Natura 2000 et par appropriation par les acteurs locaux.

Aucun APB n'est recensé dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

III.1.4. Les réserves naturelles

L'objectif d'une réserve naturelle est de protéger les milieux naturels exceptionnels, rares et/ou menacés en France. Les réserves naturelles peuvent être instaurées par l'État ou les régions. Toute action susceptible de nuire au développement de la flore ou de la faune, ou entraînant la dégradation des milieux naturels est interdite ou réglementée.

Aucune réserve naturelle régionale ou nationale n'est répertoriée dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

III.1.5. Les parcs nationaux (PNN) et les parcs naturels régionaux (PNR)

Deux types de parcs naturels existent en France, les parcs naturels régionaux (PNR) et les parcs nationaux (PNN).

Ces deux types de parcs ont des réglementations et des finalités différentes. En effet, institués par la loi du 22 juillet 1960, les sept parcs nationaux ont pour but de protéger des milieux naturels de grande qualité. Leurs zones cœur constituant des « sanctuaires ».

Le PNR a, quant à lui, pour objectif de permettre un développement durable dans des zones au patrimoine naturel et culturel riche, mais fragile.

Aucun parc national ou naturel régional n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

III.1.6. Les réserves biologiques

Les réserves biologiques sont des outils de protection pour un milieu particulier : les forêts. Le classement en réserve biologique se fait donc à l'initiative de l'Office National des Forêts et, est validé par arrêté interministériel. Il en existe deux types :

- 👉 Les réserves biologiques intégrales : exclusion de toute exploitation forestière ;
- 👉 Les réserves biologiques dirigées : soumise à une gestion dirigée pour la conservation du milieu et de sa richesse faunistique.

Aucune réserve biologique n'est répertoriée dans un rayon de 10 km autour de la ZIP

III.1.7. Les mesures compensatoires environnementales

Toutes les mesures compensatoires environnementales prescrites dans un acte administratif (prévu par l'article L. 163-5 du code de l'environnement) et géolocalisables sont disponibles. Il est important de prendre en compte leur présence et l'objectif de ces différentes zones. L'aménagement d'un projet n'est pas possible sur les zones compensatoires environnementales.

Une zone de mesures compensatoires environnementales est recensée à 6, 3 km de la ZIP.

Il s'agit de mesures de restauration et de réhabilitation sur les communes d'Illifaut (22 083), Maunon (56 127), dans le cadre de travaux pour le projet : Sablières Lafarge de Maunon. Les mesures sont les suivantes : Actions

spécifiques aux cours d'eau (lit mineur + lit majeur), annexes hydrauliques, étendues d'eau stagnantes et zones humides, reprofilage/Restauration de berges.

III.1.8. Les zonages d'inventaires : ZNIEFF

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique ou Floristique (ZNIEFF) repose sur la richesse des milieux naturels ou la présence d'espèces floristiques ou faunistiques rares ou menacées.

On distingue : les ZNIEFF de type I, qui sont des secteurs limités géographiquement ayant une valeur biologique importante ; et les ZNIEFF de type II, qui regroupent de grands ensembles plus vastes. Ces zones révèlent la richesse d'un milieu. Si le zonage en lui-même ne constitue pas une contrainte juridique susceptible d'interdire un aménagement en son sein, il implique sa prise en compte et des études spécialisées naturalistes systématiques d'autant plus approfondies si le projet concerne une ZNIEFF de type I.

Une ZNIEFF de type II ainsi que quatre ZNIEFF de type I sont recensées dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

Tableau 1 : Liste des ZNIEFF localisées dans un rayon de 10 km

Type	Code	Nom	Superficie (en ha)	Distance à l'éolienne la plus proche (en km)
Type II	530002897	Forêt de la Hardouinais	2 370	2,9
Type I	530008260	Tourbière du pont de fer	12	4,45
Type I	530002623	Étang de la Hardouinais	51	5
Type I	530002100	Étang de Loscouët	30	7
Type I	530002099	Étang de Loziers	14	9,17

III.1.8.1.1. 530002897 — Forêt de la Hardouinais

La Forêt de la Hardouinais est une importante forêt des Côtes d'Armor située au Nord de la ville de Merdrignac, qui concerne principalement cette commune ainsi que celles de Saint-Vran et de Saint-Launeuc respectivement au Nord-Ouest et au Nord-Est du massif (3 autres communes ne sont concernées que par quelques parcelles forestières de bordure). Le site en ZNIEFF couvre 2 373 ha. Près de 90 % de cette surface est une unité forestière de 2133 ha gérée par le Groupement Forestier de la Hardouinais.

Tableau 2 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002897 — Forêt de la Hardouinais »

Habitats	Code CORINE Biotopes
Eaux douces stagnantes	22
Eaux douces	22,1
Eaux oligotrophes pauvres en calcaire	22,11
Eaux mésotrophes	22,12
Communautés amphibies pérennes septentrionales	22,31
Zone à Truites	24,12
Landes humides	31,1
Prairies humides oligotrophes	37,3

Habitats	Code CORINE Biotopes
Hêtraies atlantiques acidiphiles	41,12
Forêts marécageuses de Bouleaux et de Conifères	44.A
Végétation à <i>Phalaris arundinacea</i>	53,16

Tableau 3 : Espèces déterminantes ZNIEFF pour le site « 530002897 — Forêt de la Hardouinais » pour lesquelles une sensibilité à la collision est avérée

Groupe	Nom latin	Nom vernaculaire	Sensibilité à la collision
Oiseaux	<i>Falco subbuteo</i>	Faucon hobereau	Moyenne
Oiseaux	<i>Pernis apivorus</i>	Bondrée apivore	Moyenne
Oiseaux	<i>Accipiter gentilis</i>	Autour des palombes	Moyenne
Oiseaux	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	Moyenne
Oiseaux	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Elevée
Oiseaux	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	Elevée
Oiseaux	<i>Accipiter nisus</i>	Épervier d'Europe	Moyenne
Chiroptère	/		

Au sein de l'avifaune recensée dans la ZNIEFF « Forêt de la Hardouinais », 5 espèces présentent une sensibilité à la collision moyenne et deux : faucon crécerelle et la buse variable, une sensibilité élevée (Compilation données Birdlife 2004 & Dürr, juin 2022). L'INPN ne mentionne aucune espèce de chiroptère.

III.1.8.1.2. 530008260 — Tourbière du pont de fer

La tourbière du pont de fer est un complexe comprenant des prairies et des landes tourbeuses, des tallis à saules et bouleaux. Cette tourbière comprend des espèces végétales qui sont protégées et/ou menacées dans le Massif Armoricain.

Tableau 4 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530008260 — Tourbière du pont de fer »

Habitats	Code CORINE Biotopes
Landes humides atlantiques méridionales	31,12
Tourbières à Molinie bleue	51,2

Aucune espèce d'oiseau ou de chiroptère n'est mentionnée au sein de la ZNIEFF « Tourbière du pont de fer », d'après l'INPN.

III.1.8.1.3. 530002623 — Étang de la Hardouinais

L'Étang de la Hardouinais est un plan d'eau installé sur le cours supérieur du Meu, affluent de la rive droite de la Vilaine. Il apparaît en enclave sur la lisière nord de la Forêt de la Hardouinais. Sa rive nord et la digue sont sur Saint-Launeuc, et les autres rives ainsi que la plus grande partie du plan d'eau, dont la queue de l'étang où débouche le ruisseau forestier de Saint-Doha, sont sur Merdrignac. L'étang a globalement une nature mésotrophe, ici caractérisée par une étroite ceinture à baldingère faux-roseau et/ou jonc épars sur une bonne partie des rives,

mais il conserve aussi une association caractéristique des milieux oligotrophes présente par places, en particulier sur les bordures sablo-limoneuses de la rive nord du plan d'eau.

Tableau 5 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002623 — Étang de la Hardouinais »

Habitats	Code CORINE Biotopes
Eaux douces stagnantes	22
Eaux oligotrophes pauvres en calcaire	22,11
Eaux mésotrophes	22,12
Communautés amphibies pérennes septentrionales	22,31
Prairies humides oligotrophes	37,3
Végétation à <i>Phalaris arundinacea</i>	53,16

Tableau 6 : Espèces déterminantes ZNIEFF pour le site « 530002623 — Étang de la Hardouinais » pour lesquelles une sensibilité à la collision est avérée

Groupe	Nom latin	Nom vernaculaire	Sensibilité à la collision
Oiseaux	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	Moyenne
Oiseaux	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	Moyenne
Oiseaux	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	Moyenne
Oiseaux	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand Cormoran	Moyenne
Oiseaux	<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorne de Belon	Moyenne
Chiroptère	/		

Au sein de la ZNIEFF « Étang de la Hardouinais », 7 espèces d'oiseaux sont mentionnées par l'INPN. Ces espèces présentent une sensibilité à la collision moyenne pour 5 d'entre elles et élevée pour deux autres : le goéland argenté (*Larus argentatus*) et le goéland brun (*Larus fuscus*) (Compilation données Birdlife 2004 & Dürr, juin 2022). L'INPN ne mentionne aucune espèce de chiroptère.

III.1.8.1.4. 530002100 — Étang de Loscouët

L'étang de Loscouët est un étang méso-eutrophe, surtout remarqué pour sa diversité végétale importante et ses ceintures de végétation de la queue de l'étang, étendues et denses (source n° 55). C'est aujourd'hui un plan d'eau entièrement privé et enclos, à vocation de pêche de loisir commerciale, qui est complètement aménagé dans ce but.

Tableau 7 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002100 — Étang de Loscouët »

Habitats	Code CORINE Biotopes
Zone à Truites	24,12
Végétation à <i>Phalaris arundinacea</i>	53,16

Tableau 8 : Espèces autres ZNIEFF pour le site « 530002100 — Étang de Loscouët » pour lesquelles une sensibilité à la collision est avérée

Groupe	Nom latin	Nom vernaculaire	Sensibilité à la collision
Oiseaux	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	Moyenne
Oiseaux	<i>Anas strepera</i>	Canard chipeau	Moyenne
Oiseaux	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	Moyenne
Oiseaux	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand Cormoran	Moyenne
Oiseaux	<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	Moyenne
Oiseaux	<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Elevée
Oiseaux	<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	Elevée
Chiroptère	/		

L'avifaune de la ZNIEFF « Étang de Loscouët », comprend 5 espèces présentant une sensibilité à la collision moyenne (Compilation données Birdlife 2004 & Dürr, juin 2022). L'INPN ne mentionne aucune espèce de chiroptère.

III.1.8.1.5. 530002099 — Étang de Loziers

L'étang de Loziers est situé sur le Ruisseau de Loziers, court affluent de la rive droite de la Rance sur l'amont de son bassin versant. L'étang concerne à parts presque égales les communes de Lanrelas (partie sud) et de Plumaugat (partie nord). Cet étang d'environ 6 hectares est classé parmi les étangs méso-eutrophes.

Tableau 9 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002099 — Étang de Loziers »

Habitats	Code CORINE Biotopes
Eaux eutrophes	22,13
Fourrés	31,8
Communautés à Reine des prés et communautés associées	37,1
Bordures à Calamagrostis des eaux courantes	53,4
Phragmitaies	53,11

Parmi les espèces d'oiseaux recensées au sein de la ZNIEFF « Étang de Loziers », aucune ne présente une sensibilité à minima modérée à la collision éolienne (Compilation données Birdlife 2004 & Dürr, juin 2022). L'INPN ne mentionne aucune espèce de chiroptère au sein de la ZNIEFF.

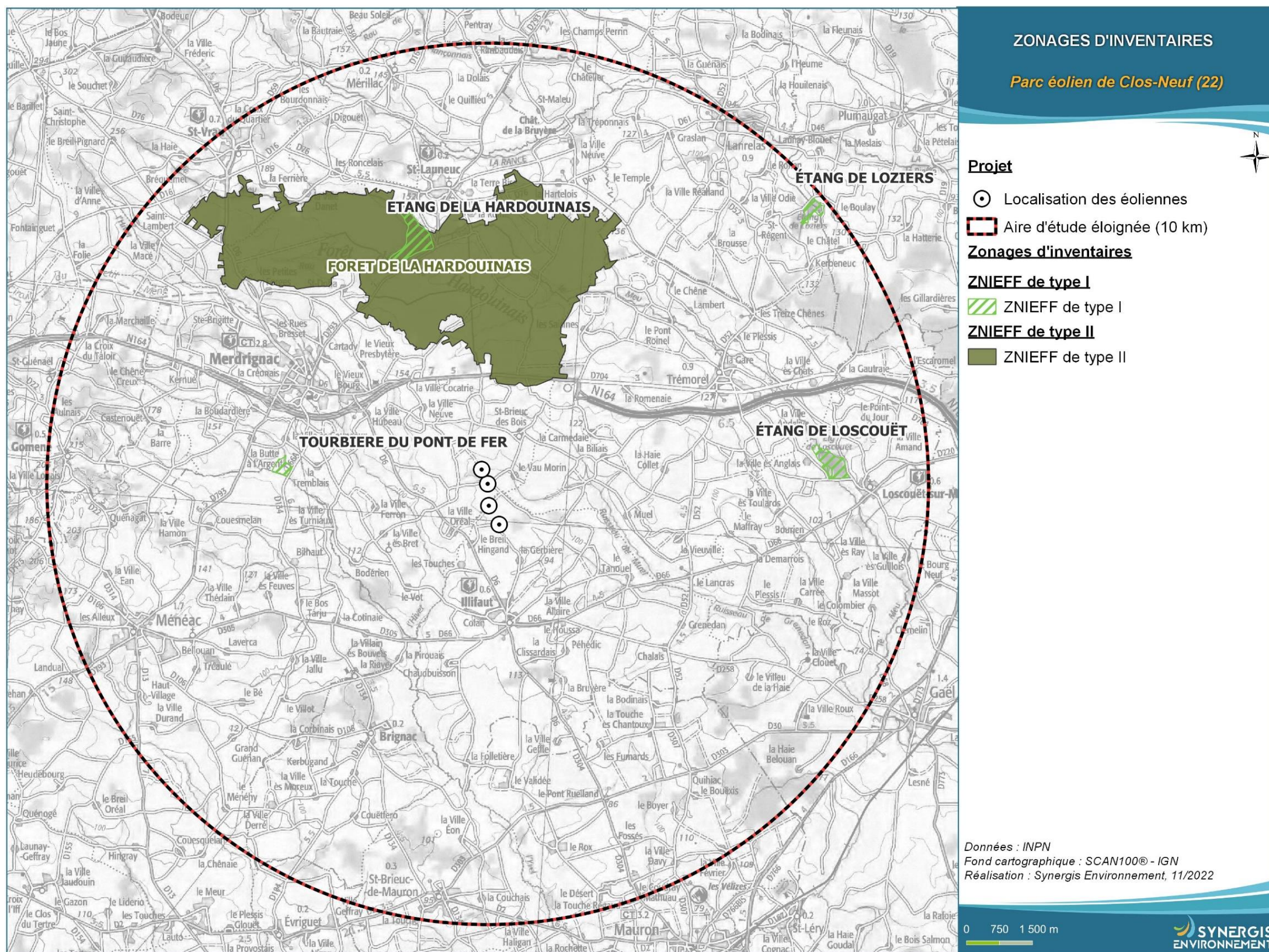


Figure 2 : Zonage des inventaires ZNIEFF

III.1.9. Continuités écologiques

La définition donnée par l'Institut de Recherche pour le Développement des équilibres biologiques est la suivante : « La notion d'équilibres biologiques signifie que toute espèce animale ou végétale, du fait même qu'elle naît, se nourrit, se développe et se multiplie, limite dans un milieu donné les populations d'une ou plusieurs autres espèces. »

Cette limitation naturelle (...) dépend directement ou indirectement des facteurs physiques et chimiques du milieu, comme la température, les pluies d'une région, le degré hygrométrique de l'air, la salinité d'une eau, la composition ou l'acidité d'un sol ; elle dépend aussi de facteurs biologiques, comme la concurrence entre des espèces différentes, pour la même nourriture, la même place, le même abri. Elle dépend enfin des ennemis naturels de chaque espèce, que ce soient des parasites, des prédateurs ou des organismes pathogènes déclenchant des maladies. »

Il s'agit donc en résumé du fonctionnement « naturel » d'un écosystème, dont les différents composants interagissent entre eux pour tendre vers l'équilibre.

Or, de manière générale, l'influence de l'homme sur cet écosystème peut déstabiliser cet équilibre : urbanisation des milieux naturels, intensification de l'agriculture au détriment de la conservation des habitats naturels (haies, bosquets, prairies permanentes...) et des espèces (utilisation abusive de produits phytosanitaires...), introduction d'espèces invasives, fragmentation du milieu rendant difficiles les déplacements d'individus... Les équilibres biologiques sont donc parfois devenus à ce jour très fragiles.

Sur le secteur d'étude, ces équilibres sont principalement « portés » par les espaces naturels réservés restants : prairies permanentes, boisements naturels, zones humides...

Les continuités écologiques, qui participent aux équilibres biologiques d'un territoire, sont quant à elles définies à l'article L.371-1 du Code de l'Environnement de la manière suivante :

Composante verte :

1° Tout ou partie des espaces protégés au titre du présent livre et du titre Ier du livre IV* ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité ;

2° Les corridors écologiques constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponctuelles, permettant de relier les espaces mentionnés au 1° ;

3° Les surfaces mentionnées au I de l'article L. 211-14**.

* Les livres III et IV du code de l'environnement recouvrent notamment les parcs nationaux, les réserves naturelles, les parcs naturels régionaux, les sites Natura 2000, les sites inscrits et classés, les espaces couverts par un arrêté préfectoral de conservation d'un biotope...

** Il s'agit des secteurs le long de certains cours d'eau, sections de cours d'eau et plans d'eau de plus de dix hectares, l'exploitant ou, à défaut, l'occupant ou le propriétaire de la parcelle riveraine est tenu de mettre en place et de maintenir une couverture végétale permanente (appelées communément « Bandes enherbées »)

Composante bleue :

1° Les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux figurant sur les listes établies en application de l'article L. 214-17* ;

2° Tout ou partie des zones humides dont la préservation ou la remise en bon état contribue à la réalisation des objectifs visés au IV de l'article L. 212-1**, et notamment les zones humides mentionnées à l'article L. 211-3 *** ;

3° Les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux et zones humides importantes pour la préservation de la biodiversité et non visées aux 1° ou 2° du présent III.

* Cela concerne les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux comportant de fortes fonctionnalités écologiques et désignés par le préfet de bassin sur deux listes : ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les SDAGE comme réservoirs biologiques ou d'intérêt pour le maintien, l'atteinte du bon état écologique/la migration des poissons-amphihalins (liste 1), et de ceux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons (liste 2).

** Objectifs de préservation ou de remise en bon état écologique/chimique et de bonne gestion quantitative des eaux de surfaces et souterraines

***Zones dites « zones humides d'intérêt environnemental particulier » dont le maintien ou la restauration présente un intérêt pour la gestion intégrée du bassin versant, ou une valeur touristique, écologique, paysagère ou cynégétique particulière et qui sont définies par les SDAGE ou SAGE.

III.1.9.1. La trame Verte et Bleue

D'une manière générale, elles sont regroupées sous la notion de Trame Verte et Bleue (TVB) qui peut se définir comme une infrastructure naturelle, maillage d'espaces et milieux naturels, permettant le maintien d'une continuité écologique sur le territoire et ainsi le déplacement des individus. Ce réseau s'articule souvent autour de deux éléments majeurs (COMOP TVB) :

Réservoirs de biodiversité : « espaces dans lesquels la biodiversité, rare ou commune, menacée ou non menacée, est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos) et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement, en ayant notamment une taille suffisante. Ce sont des espaces pouvant abriter des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent, ou susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations. »

Corridors écologiques : « voie de déplacement empruntée par la faune et la flore, qui relie les réservoirs de biodiversité. Cette liaison fonctionnelle entre écosystèmes ou habitats d'une espèce permet sa dispersion et sa migration. On les classe généralement en trois types principaux : structures linéaires (soit des haies, chemins et bords de chemins, ripisylves...) ; structures en « pas japonais » (soit une ponctuation d'espaces relais ou d'îlots refuges, mares, bosquets...) ; matrices paysagères (soit un type de milieu paysager, artificialisé, agricole...) »

La prise en compte de ces différentes composantes permet d'évaluer les réseaux fonctionnels à l'échelle d'un territoire, qui assurent les transferts d'énergies/matières entre les éléments de l'écosystème et contribuent ainsi au maintien de son équilibre biologique.

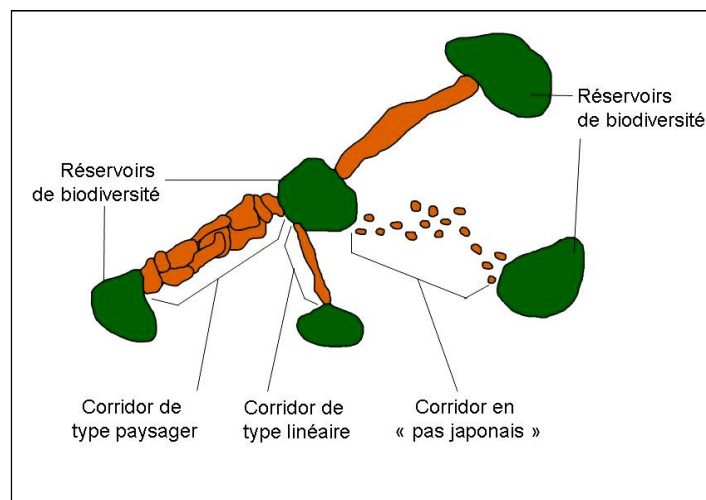


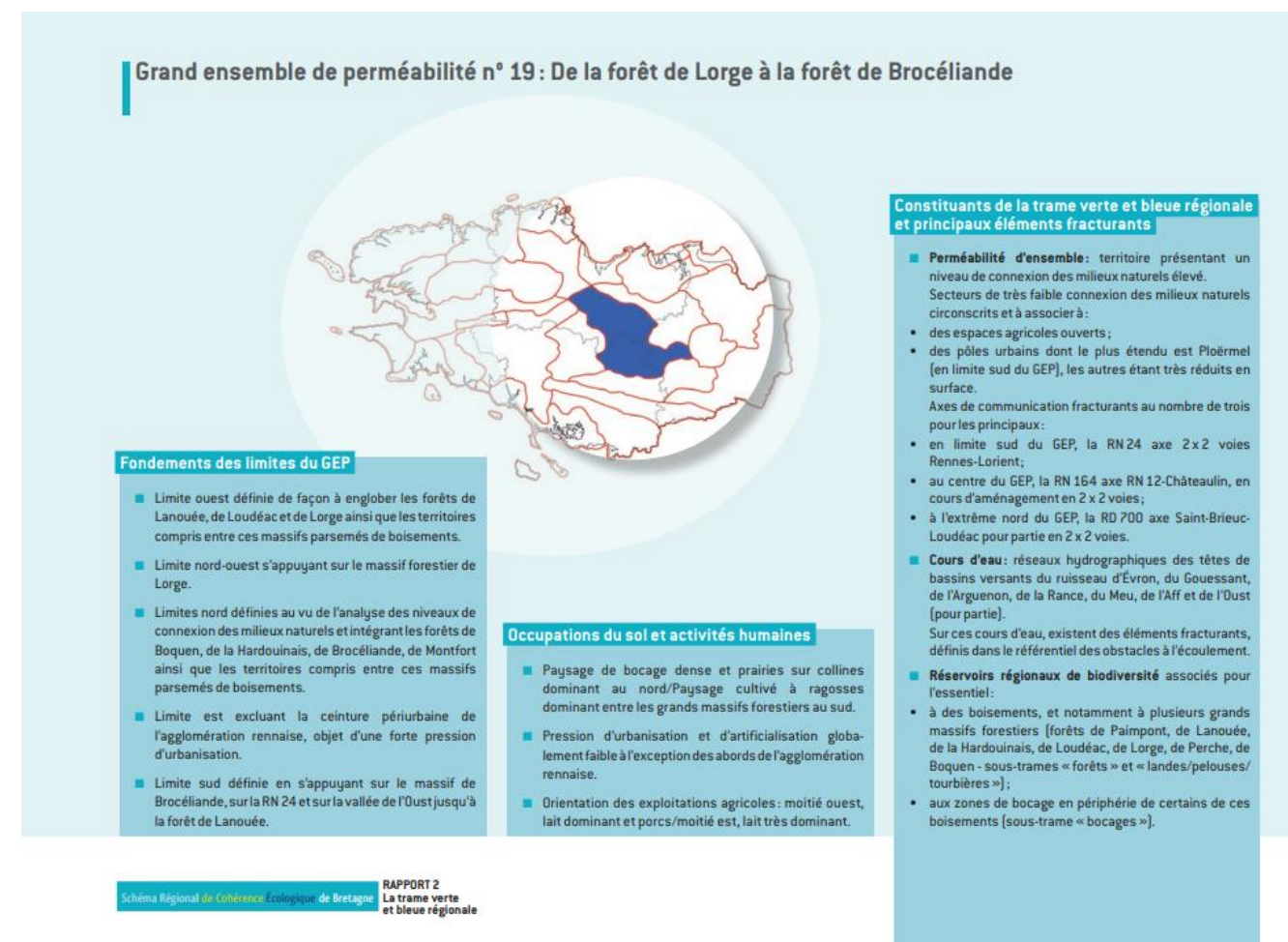
Figure 3 : Éléments de la Trame Verte et Bleue (Source : CEMAGREF, d'après Bennett 1991)

III.1.9.2. Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique [SRCE]

Ces notions sont reprises dans un « Schéma Régional de Cohérence Ecologique » [SRCE] puis doivent être déclinées dans les documents d'urbanisme : Schéma de Cohérence Territoriale [SCoT], Plan Local d'Urbanisme [PLU]. L'État et la Région Bretagne ont engagé l'élaboration du Schéma Régional de Cohérence Écologique [SRCE], qui a été adopté le 2 novembre 2015.

À plus petite échelle, le SRCE a défini de Grands Ensembles de Perméabilité :

« Ces “grands ensembles de perméabilité” correspondent à des territoires présentant, chacun, une homogénéité [perceptible dans une dimension régionale] au regard des possibilités de connexions entre milieux naturels, ou avec une formulation simplifiée une homogénéité de perméabilité. D'où l'appellation “grands ensembles de perméabilité” ».



Le projet est inclus dans le grand ensemble de perméabilité n° 19 : De la forêt de Lorge à la forêt de Brocéliande. Ce territoire présente un niveau de connexion des milieux naturels élevé. Certains secteurs présentent des connexions entre les milieux naturels très faibles. Cela est circonscrit et associé aux zones agricoles ouvertes et aux pôles urbains. Certains grands axes routiers tel que la RN24 (2x2 voies) sont des éléments fracturants majeurs sur cet ensemble de perméabilité.

La carte SRCE de Bretagne montre que le site éolien présente un axe avec de fortes connexions entre les milieux au niveau régional. En effet, le parc éolien se situe en bordure d'un corridor écologique régional qui relie la forêt de l'Hardouinais et la forêt de Paimpont, nommé « connexion est-ouest Massif forestier de Brocéliande — Massif forestier de Lorge ». Un ruisseau est recensé dans la trame SRCE. Il s'agit d'un affluent du ruisseau du Meu, présent à l'est du parc.

Les éoliennes sont principalement entourées de parcelles agricoles cultivées et de prairies. La présence de haies et de petits boisements autour des éoliennes E1, E2 et E3 peuvent être favorable au déplacement des espèces entre ces éléments. L'éolienne E4 est majoritairement entourée de cultures, elle est donc plus isolée de ces corridors écologiques.

La trame des continuités écologiques pour six espèces de chauves-souris réalisée par le Groupe Mammalogique Breton met en évidence un corridor écologique important au niveau de la forêt de l'Hardouinais au nord du parc éolien.

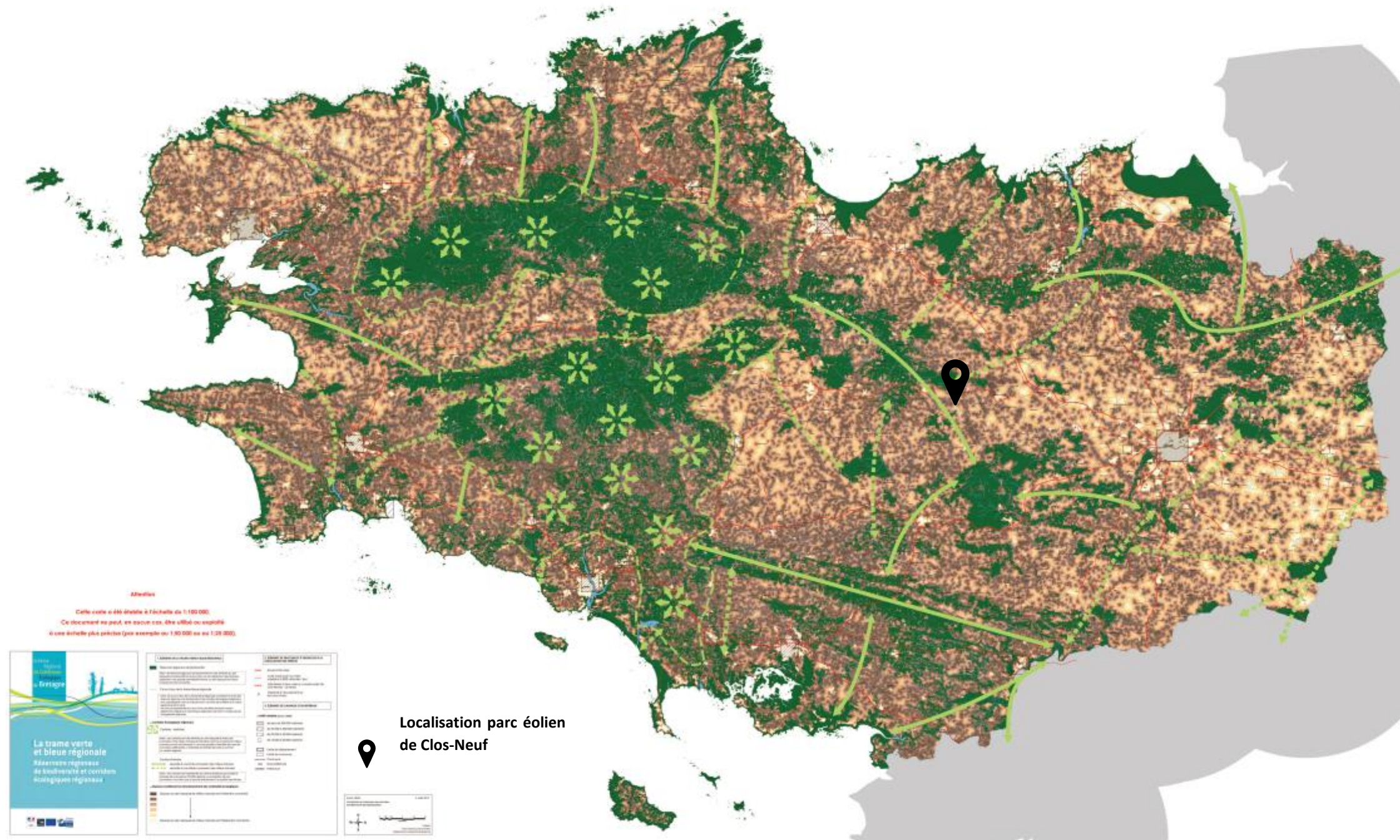


Figure 4 : Carte du SRCE de Bretagne

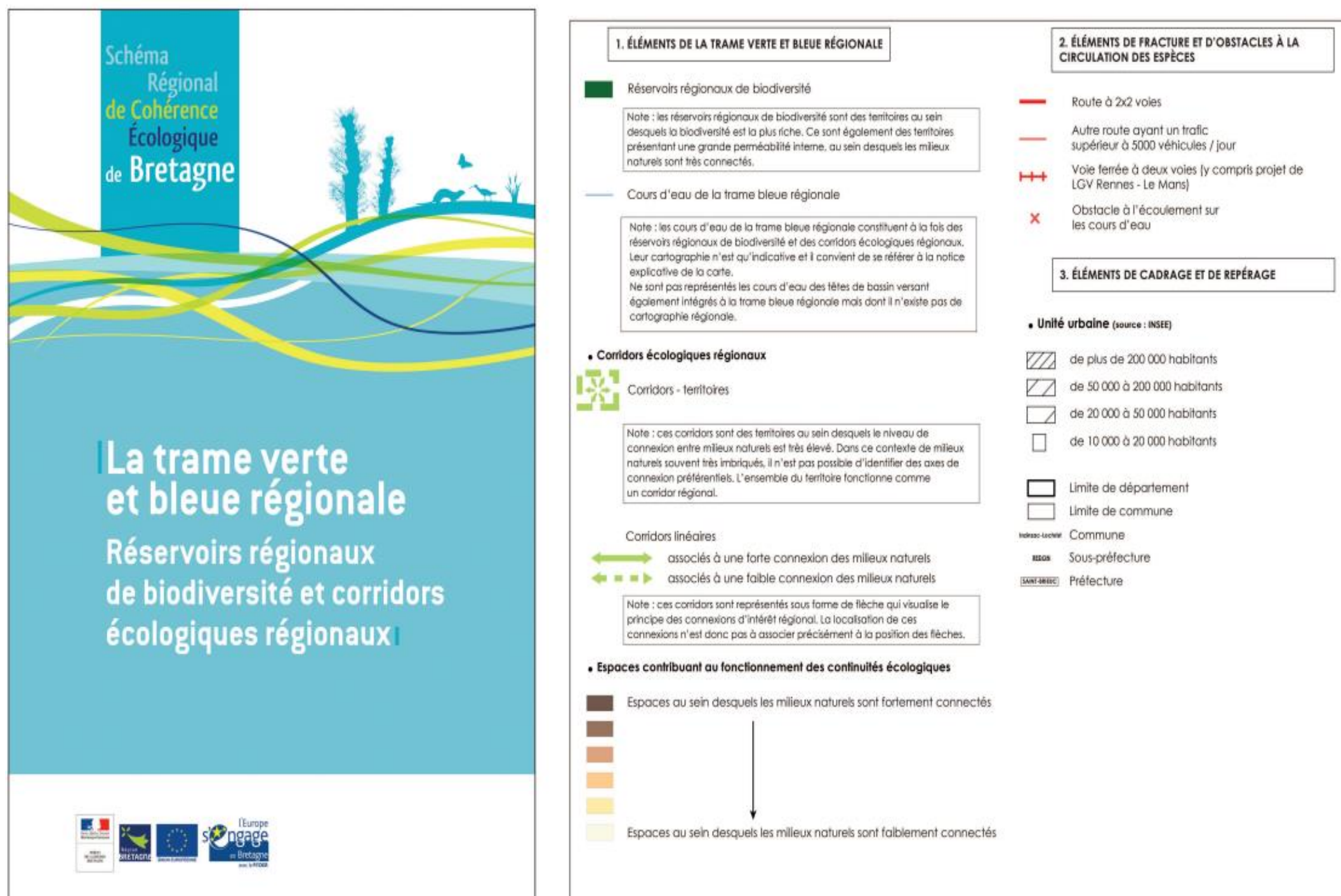


Figure 5 : Carte du SRCE de Bretagne

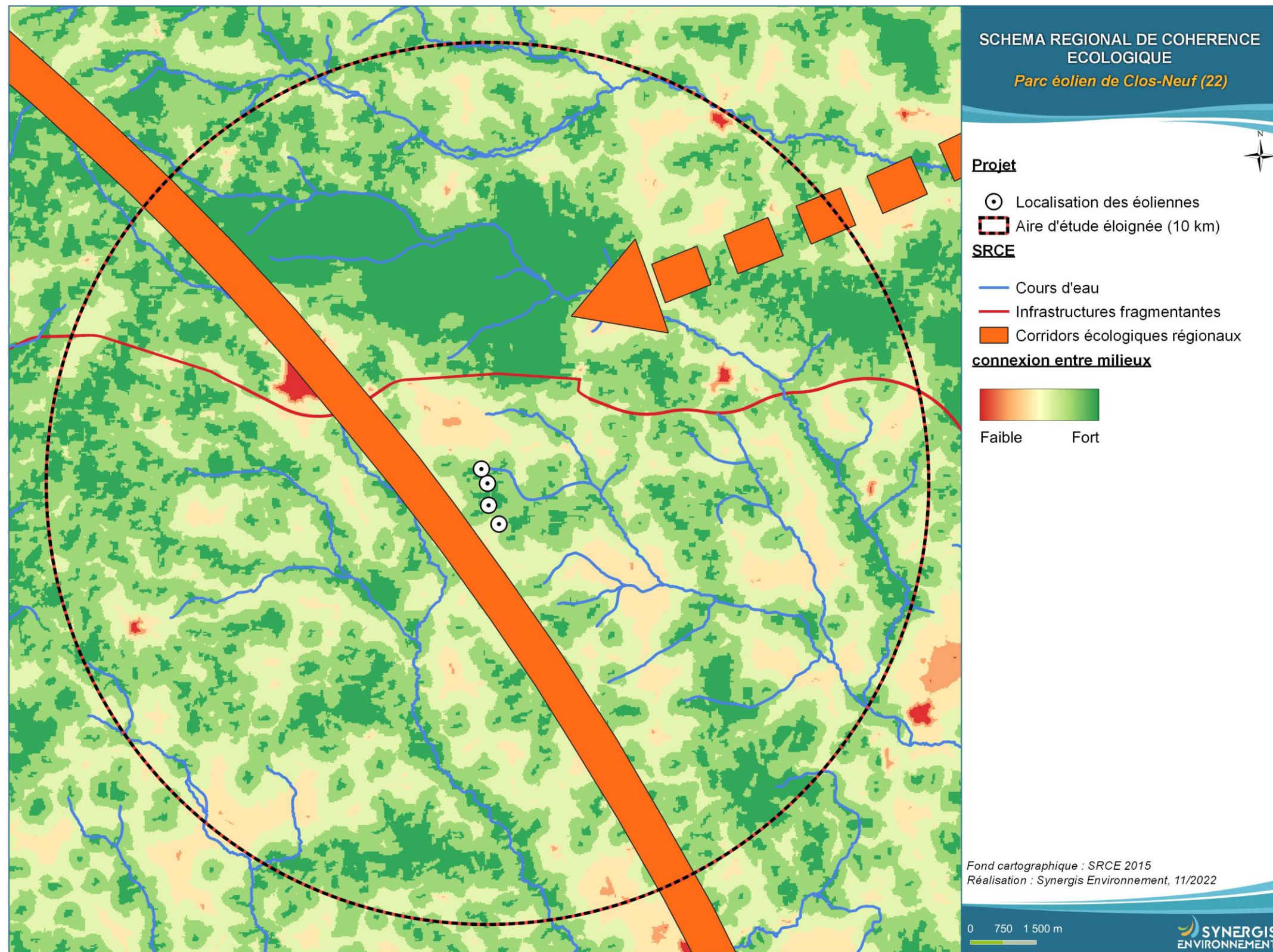


Figure 6 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne



Figure 7 : Continuité écologique autour du parc éolien

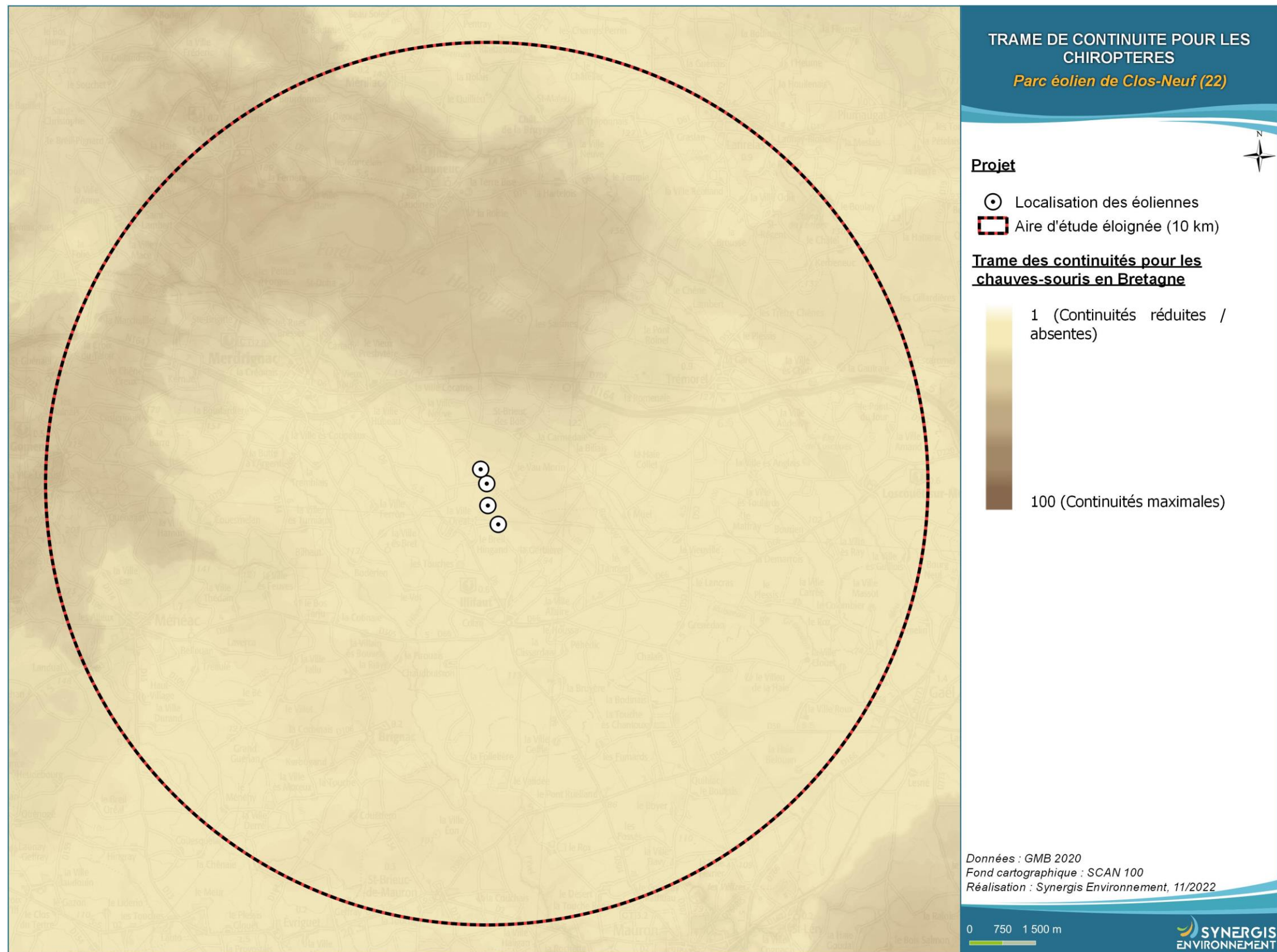


Figure 8 : Trame des continuités écologiques de 6 espèces de chauves-souris en Bretagne continentales. Ces valeurs, distribuées de 1 à 100 dans cette trame diffuse, synthétisent la qualité et la quantité des connexions possibles entre les cœurs d'habitats de différentes espèces sensibles de chiroptères (grand et petit rhinolophes, murins de Bechstein et de Daubenton, barbastelle d'Europe et sérotine commune).
Source : Groupe Mammalogique Breton 2020.

SYNTHÈSE

Les alentours des éoliennes présentent une connexion entre les milieux élevée. Le flux d'individus y est donc potentiellement important. Le massif boisé de l'Hardouinais est localisé au nord du parc éolien. Il fait partie des grands ensembles de Réservoirs Régionaux de Biodiversité. Ce réservoir principalement constitué de boisements est susceptible d'être utilisé par les mammifères terrestres, les chiroptères et l'avifaune comme une zone refuge ou comme corridor écologique.

Le parc éolien se situe en bordure d'un corridor écologique régional qui relie la forêt de l'Hardouinais et la forêt de Paimpont, nommé « connexion est-ouest Massif forestier de Brocéliande — Massif forestier de Lorge ». Ce corridor est associé à une forte connexion entre milieux naturels. Cependant, La 2x2 voies RN164 au nord du parc, représente un élément de fracture et d'obstacle à la circulation des espèces. Concernant les aires protégées, cinq sites naturels classés sont identifiés dans l'aire d'étude éloignée. Il s'agit de quatre ZNIEFF de type I et d'une ZNIEFF de type II.

A l'échelle du parc, les éoliennes sont principalement entourées de parcelles agricoles cultivées et de prairies. La présence de haies et de bosquets forme un maillage peu dense, mais intéressant en termes de corridor écologique notamment entre les éoliennes E1, E2 et E3.

La trame des continuités écologiques pour six espèces de chauves-souris réalisée par le Groupe Mammalogique Breton met en évidence un corridor écologique important au niveau de la forêt de l'Hardouinais au nord du parc éolien.

III.2. Méthodologie des enjeux

Ce chapitre vise à présenter les différentes méthodologies mises en place pour inventorier les divers groupes taxonomiques étudiés dans le cadre du présent projet. La méthode appliquée est ainsi décrite, ainsi que les périodes d'inventaires et les conditions météorologiques observées. Elle expose ainsi les éléments qui s'avéreront par la suite nécessaires pour juger de la robustesse des résultats exposés.

Les méthodologies d'inventaire mises en place dans le cadre de ce projet ont été proposées par Synergis Environnement dans un cadre concerté et validé *in fine* par le maître d'ouvrage. Elles sont définies en accord avec les recommandations des guides et doctrines en vigueur et proportionnées aux enjeux potentiels du site.

III.2.1.1. Espèce d'intérêt patrimonial

Il convient d'abord d'expliciter la notion de « protégé ». En France, toute la faune sauvage est protégée, sauf les espèces chassables ou celles qui, temporairement, tombent sous le coup d'un Arrêté Préfectoral permettant leur destruction. En conséquence, la quasi-totalité des espèces mérite le qualificatif de « protégé ».

Pour les espèces présentant un intérêt particulier, on parlera plutôt d'espèces « remarquables » ou « patrimoniales », dont certaines sont « réglementées ». Le site de l'INPN (dépendant du Muséum d'Histoire Naturelle) qui est la référence dans ce domaine emploie le terme « réglementé ».

L'intérêt patrimonial est une définition qui doit être partagée par tous, mais dont l'application est subjective, car elle doit faire la part du point de vue réglementaire (listes qui font l'objet d'une directive européenne ou d'un décret national) et écologique (listes rouges, qui sont des outils, mais n'ont pas de portée réglementaire). Les outils permettant de définir les niveaux de patrimonialité des espèces (listes rouges notamment) ne sont pas les mêmes pour chaque taxon. En effet, certains taxons ne font pas encore l'objet de listes rouges, qu'elles soient, régionales, nationales ou européennes. Par conséquent, les dires d'experts entrent également en compte dans l'évaluation des enjeux patrimoniaux.

L'intérêt patrimonial doit parfois être relativisé au regard de la situation régionale et locale. C'est l'objet de la définition des enjeux patrimoniaux, qui s'appliquent aux habitats et aux espèces.

III.2.1.2. Évaluation des enjeux écologiques liés aux espèces

Pour les espèces, l'enjeu local de conservation est apprécié sur la base de critères réglementaires et scientifiques tels que :

- Les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution ;
- La vulnérabilité biologique ;
- La biologie de l'espèce (migration/nidification pour les oiseaux, migration/hibernation/reproduction pour les chiroptères) ;
- Le statut de patrimonialité (textes réglementaires, listes rouges, espèces déterminantes de ZNIEFF...) ;
- Les menaces ;
- Les dires d'experts ;
- L'état de conservation actuel et prévisible de la population locale.

Tout particulièrement pour les espèces présentant des enjeux importants, les différentes observations de terrain sont prises en compte, puisqu'elles permettent de mieux se rendre compte de l'enjeu écologique des espèces :

Les espèces inventoriées sont présentées dans le rapport avec leur enjeu de conservation local et l'enjeu écologique sur site, ce dernier est décrit à partir des enjeux de conservation et réévalué par rapport au comportement et à l'abondance de l'espèce.

De fait, cette analyse conduit à mettre en évidence des espèces qui ne sont pas réglementées. Inversement, des espèces réglementées, mais présentant un faible voire un très faible enjeu local de conservation peuvent ne pas être mises en avant.

Le niveau de protection peut être considéré de façons différentes selon les groupes taxonomiques. La majorité des espèces françaises d'oiseaux, par exemple, sont protégées à l'échelle nationale alors que le nombre d'espèces floristiques protégées est beaucoup plus rare. Il est également important de recouper les informations concernant la réglementation française et européenne ainsi que les statuts de patrimonialités (Liste rouge, espèces déterminantes de ZNIEFF...) afin d'évaluer au mieux les enjeux écologiques.

À noter que l'enjeu local de conservation d'une espèce ne doit pas être confondu avec la sensibilité de cette espèce au regard de l'aménagement prévu. Ainsi, une espèce à fort enjeu local de conservation (ex : Agrion de mercure) peut ne présenter qu'une faible sensibilité au regard du projet d'aménagement si de nombreux habitats favorables se trouvent à proximité. Autre exemple : certaines espèces d'oiseaux sont sensibles à la présence d'êtres humains qui se promèneraient à proximité de leurs zones de repos, de nourrissage et de reproduction. L'incidence sera

alors forte sur une espèce dont l'enjeu local de conservation est fort. En revanche, l'incidence sur une espèce d'enjeu modéré, faible ou très faible sera moins importante.

L'intérêt patrimonial doit donc parfois être relativisé au regard de la situation régionale et locale, puisqu'une espèce très rare au niveau mondial peut être très fréquemment rencontrée dans certaines régions. C'est l'objet de la définition des enjeux locaux de conservation pour les habitats et les espèces. Pour autant, l'analyse des incidences devra tenir compte de ces dernières espèces qui sont à minima citées dans les listes si elles sont rencontrées.

III.2.2. Échelle d'enjeux

Dans la présentation des résultats, les enjeux sont évalués sur une échelle unique, applicable aux espèces comme aux habitats, qui va de « Très faible » à « Exceptionnel », avec un code de couleurs associé. L'enjeu patrimonial pour une espèce est évalué à partir de différents critères :

- 👉 Listes rouges UICN européennes, nationales et régionales (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017 ; liste rouge régionale des mammifères de Bretagne, GMB, 2015)
- 👉 L'appartenance à un Plan Nationale d'Action (PNA)
- 👉 Le statut de protection nationale
- 👉 La responsabilité biologique régionale (Bretagne Environnement Gip et al., 2015)
- 👉 L'état régional de conservation (Bretagne Environnement Gip et al., 2018)
- 👉 L'appartenance à l'annexe I de la Directive Oiseaux ou l'appartenance à l'annexe II de la Directive Habitats

Tableau 10 : Échelle des enjeux patrimoniaux pour la faune et la flore

Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très Fort	Exceptionnel
-------------	--------	--------	------	-----------	--------------

À partir de cet enjeu patrimonial, un enjeu sur le site et/ou à proximité est évalué en prenant en compte également les observations réalisées au niveau de la zone étudiée (comportement, effectif ; fonctionnalité des milieux...). Par exemple une espèce locale d'enjeu fort qui a été observée en transit une seule fois sur le site et qui ne se reproduit pas sur ce dernier, pourra se voir attribuer un enjeu modéré voir faible. Cependant, dans certains cas, l'enjeu pourra être monté d'un ou plusieurs niveaux si cela se justifie.

III.3. Cadrage des suivis de mortalité

Les cadres méthodologiques du suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune mis en place par Synergis Environnement sont présentés et replacés dans le cadre réglementaire s'appuyant sur le document-cadre dernièrement validé par le ministère de la transition écologique et solidaire (2018) et le cahier des clauses techniques particulières fourni par BayWa r. e. France SAS.

III.3.1. Contexte réglementaire

Dans le cadre du suivi environnemental et conformément à la réglementation des ICPE (Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, article 12), BayWa r. e. France SAS a commandé en 2022 un suivi environnemental permettant d'estimer l'impact de ce parc sur la mortalité de l'avifaune et des chiroptères.

III.3.2. Fréquence de suivi

Le suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères est mené sur les 4 éoliennes du parc éolien de Clos-Neuf. Il a débuté le 2 août 2022 et s'étend jusqu'au 25 octobre 2022, à raison d'un passage par semaine sur la période comprise entre les semaines 31 à 43. Au total, 13 sorties doivent être effectuées. Les dates d'interventions sont rappelées ci-dessous.

Tableau 11 : Dates des passages du suivi de mortalité

Date	Observateur
02/08/2022	M. LE CORRE & M. FEON
08/08/2022	M. LE CORRE
16/08/2022	M. LE CORRE
23/08/2022	M. LE CORRE
30/08/2022	M. LE CORRE
06/09/2022	M. LE CORRE
13/09/2022	M. LE CORRE
20/09/2022	M. LE CORRE
27/09/2022	M. LE CORRE
04/10/2022	M. LE CORRE
11/10/2022	M. LE CORRE
18/10/2022	M. LE CORRE
25/10/2022	M. LE CORRE

III.3.3. Protocoles mis en œuvre

III.3.3.1. Protocole de terrain

Conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres dans sa révision de 2018 (MTES, 2018), le suivi des 4 aérogénérateurs s'effectue sur un carré de 100 m de côté centré sur chaque éolienne (soit une surface de 1 ha, jugée suffisante pour obtenir une estimation précise de la mortalité induite par les éoliennes).

Chaque surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection) espacés de 5 à 10 m, de manière à couvrir la totalité de celle-ci. Le temps de prospection attendu se situe entre 30 et 45 minutes, selon la hauteur de la végétation. Les probabilités de détection diminuant drastiquement lorsque le couvert végétal est trop important, seules les parcelles dont la végétation est inférieure à 30 cm de haut sont prospectées.

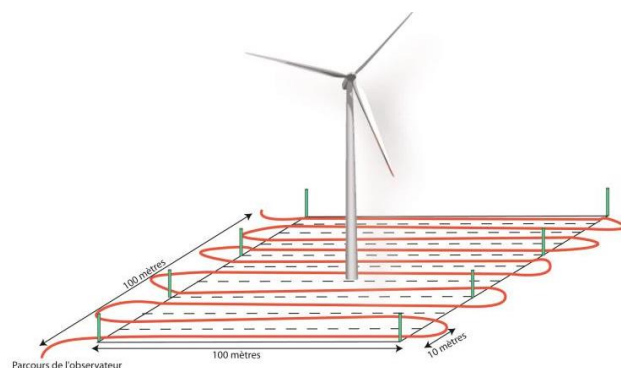


Figure 9 : Schéma de principe des recherches de terrain (Source : LPO, 2004)

Pour chaque journée de suivi et pour chaque aérogénérateur, une base de données est remplie, y compris en l'absence de cadavre. Elle contient, entre autres : la date, le nom du chargé d'étude et, le cas échéant, le nom de l'espèce localisée, son statut de conservation, les coordonnées du cadavre, une estimation de son âge et de son état, ainsi que des photos *in situ*.

III.3.3.2. Prise en compte des biais

Cependant, trois facteurs sont susceptibles de mener à une sous-estimation de la mortalité (Dulac, 2008) :

- 👉 La disparition des cadavres entre le moment où l'oiseau est percuté et celui où il est découvert : prédation par des charognards, dégradation par des insectes nécrophages ou par des fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours.
- 👉 La difficulté à repérer les oiseaux, en particulier lorsque ceux-ci sont de petite taille et/ou que la végétation est particulièrement haute.
- 👉 La réduction ponctuelle de la surface prospectée en fonction de la hauteur de la végétation.

On peut aussi évoquer la mortalité différée (animal blessé se déplaçant largement hors de l'aire de recherche avant de décéder), qui n'est pas considérée dans le présent rapport.

La prise en compte de ces 3 facteurs implique différentes adaptations sur le terrain.

Dans la mesure où la prédation se produit essentiellement au cours du jour (en début et fin de journée pour les prédateurs nocturnes ou crépusculaires ; de l'aurore à la tombée de la nuit pour les prédateurs diurnes), la prospection doit se faire le plus tôt possible.

Néanmoins, la détectabilité diminuant lorsque la luminosité est faible, il n'est pas possible de prospecter aux aurores. Dès lors, la prospection doit commencer, au plus tôt, à partir du lever du soleil.

En cas de travaux agricoles sur une partie de la surface, de présence de biocides ou d'évolution défavorable du couvert végétal, la surface prospectée sera réduite provisoirement. Un état des lieux de l'occupation des sols au pied des éoliennes doit être conduit en conséquence.

En outre, plusieurs coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain, de manière à compléter la prise en compte des facteurs précédemment cités et limiter les biais potentiels.

III.3.3.2.1. Mortalité détectée et attribuable à l'éolienne

Afin d'estimer la mortalité imputable au fonctionnement du parc éolien uniquement, les éventuels cadavres liés à d'autres causes (N_b) ne sont pas pris en compte.

N_a : Nombre de cadavres découverts

N_b : Nombre de cadavres découverts dont la mort n'est pas liée aux éoliennes

C : Nombre de cadavres comptabilisés = $N_a - N_b$

III.3.3.2.2. Coefficient de détectabilité (d)

Un coefficient de détectabilité compris entre 0 (aucun cadavre détecté) et 1 (100 % des cadavres détectés) est calculé pour chaque observateur et pour chaque type de surface. Il correspond à l'efficacité de l'observateur pour retrouver des cadavres sur une surface donnée.

Ce coefficient est déterminé à partir de tests menés en parallèle du suivi de mortalité et réalisés pour chaque intervenant dans des conditions réelles (i.e. naïves). Pour chaque test, des leurres sont disposés par un préparateur selon une disposition tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire). L'intervenant suit ensuite le parcours selon les modalités habituelles, avec un contrôle strict du timing, de manière à limiter l'intensification de la recherche au-delà de la pratique normale. Différents coefficients de détectabilité lui sont alors attribués par type de surface.

Tableau 12 : Exemple de coefficients de détectabilité

Intervenant	Surface plane	Végétation basse	Végétation haute
Intervenant 1	0,85	0,4	0,2
Intervenant 2	0,84	0,28	0,14

Dans les faits, deux aspects sont susceptibles d'en limiter la portée :

- 👉 L'aspect inattendu du test est rapidement dissipé : dès que l'intervenant trouve un leurre, il comprend qu'un test est en cours. Seule la recherche jusqu'à la découverte du premier leurre n'est pas biaisée. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition d'utiliser de faibles quantités de leurres.
- 👉 Le développement de la végétation au fil des semaines est particulièrement rapide au début de la saison de suivi. Le contexte local qui sert de référence pour le suivi n'est donc pas nécessairement pertinent au-delà d'une courte période (2 ou 3 semaines maximum en début de saison).

De plus, en fonction de l'équipe de suivi, le nombre d'intervenants à tester peut-être important (intervenants réguliers et remplaçants potentiels). Du fait de la distance, l'organisation devient complexe et les contraintes techniques et financières peuvent amener à ne pas se conformer strictement au protocole, *a fortiori* lorsque plusieurs parcs sont suivis en même temps.

En outre, un test de détection a été réalisé pour LE CORRE Marie, la chargée d'étude responsable du suivi de mortalité sur ce parc. La date de ce test est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13 : Date du test de détection

Date	Observateur
27/10/2022	M. LE CORRE

III.3.3.2.3. Coefficient de persistance (\bar{t})

Le coefficient de persistance correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre, autrement dit, au temps qui s'écoule avant que ce dernier ne disparaisse du fait des prédateurs, des précipitations ou des labours. Il permet d'estimer le nombre d'oiseaux dont le cadavre disparaît avant d'être détecté par l'observateur.

Pour le déterminer, des tests de persistance sont organisés, dans lesquels 20 cadavres de poussins et de souris sont disséminés aléatoirement au pied des 4 éoliennes puis dénombrés à J+1, J+3, J+7, J+11 et J+14 si nécessaire.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi : $\bar{t} = \frac{\sum \text{Persistance par cadavre}}{\text{Nbre cadavres}}$

Deux tests sont menés sur la période de suivi (de manière à tenir compte de l'évolution du couvert végétal). Les dates auxquelles le premier test a été réalisé sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Dates du test de persistance

Date	Observateur
11/10/2022	M. LE CORRE S. NEDELLEC

III.3.3.2.4. Coefficient et pondération de surface

La détectabilité variant considérablement d'un type de surface à l'autre, cinq types de surface sont définis puis traités de façon différenciée dans les processus de suivi, de test et d'analyse :

- 👉 Surfaces planes (voiries, plateformes, champs labourés/nivelés)
- 👉 Végétation basse (inférieure à 15 cm, sol nu très irrégulier)
- 👉 Végétation moyenne (comprise entre 15 et 30 cm de haut)
- 👉 Végétation haute (plus de 30 cm, mais pouvant être parcourue)
- 👉 Inaccessible (fourré dense, zone clôturée, etc.)

Seuls les trois premiers types de surface sont prospectés et pris en compte dans le suivi, le quatrième pouvant néanmoins révéler des espèces de grande taille. La hauteur du couvert végétal variant au cours de l'année, chaque quadrat prospecté est divisé en plusieurs polygones correspondants à différents types de surface.

En théorie, la surface prospectée est de 1 ha (100 m* 100m) pour un carré et de 0,78 ha pour un cercle. Dans la pratique, des éléments comme une végétation trop haute, un traitement par biocide, ou autre, peuvent empêcher l'observateur d'accéder à certaines parcelles. La réduction provisoire de la surface prospectée qui en résulte doit nécessairement être prise en compte.

Afin d'intégrer les surfaces non prospectées dans les analyses statistiques, un coefficient A est calculé en divisant la surface réellement prospectée (Sp) par la surface théorique de prospection (Sap). À cet effet, un état des lieux de l'occupation du sol au pied des éoliennes doit être effectué à chaque prospection et la pondération actualisée pour chaque éolienne.

Tableau 15 : Exemple de notation des types de couverts par éolienne

Eolienne A	Surface plane	Végétation basse	Végétation moyenne	Non prospectable
Semaine 1	0,6 ha	0,4 ha	0 ha	0 ha
Semaine 2	0,5 ha	0,3 ha	0,2 ha	0 ha
Semaine 3	0,5 ha	0,2 ha	0,1 ha	0,2 ha

III.3.3.2.5. Taux de détection composite

Un taux de détection spécifique est attribué à chaque intervenant et à chaque type de surface. De cette manière, on constitue des taux de détection composites journaliers dont la moyenne sur la durée du suivi sera prise en compte, ainsi que la surface prospectée, pour chaque éolienne et sur l'ensemble du parc.

$$A = \frac{\sum_{i=0}^n \left(\frac{Sp+ Sb+ Sh}{Sap} \right)}{n}$$

$$d = \frac{\sum_{i=0}^n (dp \times Sp + db \times Sb + dh \times Sm)}{n}$$

A : Coefficient correcteur de surface

Sp : Surface prospectée journalière en surface plane

Sb : Surface prospectée journalière en végétation basse

Sm : Surface prospectée journalière en végétation moyenne

Sap : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100 m* 100m)

d : Coefficient composite de détectabilité des observateurs

dp : Coefficient de détectabilité de l'observateur en surface plane

db : Coefficient de détectabilité de l'observateur en végétation basse

dm : Coefficient de détectabilité de l'observateur en végétation moyenne

Tableau 16 : Exemple de calculs de A et d

Eolienne A	Intervenant	Surface plane			Végétation basse			Non prospectable	Détectabilité moyenné	Correction de surface prospectée
		Sp	dp	Sp*	Sb	db	Sb*		d	A
Semaine 1	Intervenant 1	0,6	0,85	0,51	0,4	0,4	0,16	0 ha	0,67	1
Semaine 2	Intervenant 2	0,5	0,84	0,42	0,3	0,28	0,084	0,2 ha	0,504	0,8
Semaine 3	Intervenant 1	0,5	0,85	0,425	0,3	0,4	0,12	0,2 ha	0,545	0,8
Bilan		0,53	0,847	0,45	0,33	0,36	0,12	0,13 ha	0,573	0,87

III.3.3.3. Formules d'ajustement

Les estimations de mortalité sont réalisées à l'aide de trois formules recommandées par le Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation : les formules d'Erickson, de Jones et de Huso. Leur

utilisation conjointe permet de quantifier l'incertitude impliquée par les processus d'échantillonnage utilisés et de limiter au mieux les éventuels biais.

III.3.3.3.1. Formule de Winkelmann

C'est Winkelmann (1992) qui, le premier, a mis au point une formule permettant d'intégrer les coefficients correcteurs de détectabilité, de persistance et, dans un second temps, de surface. Bien qu'elle ne soit plus utilisée, cette formule a constitué une base de travail solide pour Erickson, Jones et Huso.

$$N = \left(\frac{C}{p \times d} \right) \times A$$

N = Nombre estimé d'oiseaux ou chauves-souris tués par les éoliennes

C = Nombre de cadavres comptabilisés (dont la mort est liée aux éoliennes)

d = Taux de détection (efficacité de l'observateur)

p = Taux de persistance (disparition des cadavres) durant l'intervalle de suivi

A = Coefficient correcteur de surface (Surface prospectée/Surface de prospection théorique)

III.3.3.3.2. Formule d'Erickson

La formule d'Erickson (2004) reprend celle de Winkelmann en remplaçant le taux de persistance des cadavres par la durée moyenne de persistance. Cette méthode d'ajustement présente comme avantage de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi est nul (par exemple sur un intervalle de suivi particulièrement long).

$$N = \left(\frac{I \times C}{t \times d} \right) \times A$$

I = Nombre de jours entre chaque passage

t = Durée moyenne de persistance des cadavres

III.3.3.3.3. Formule de Jones

La formule de Jones (2009) constitue une alternative à la formule d'Erickson, dont elle précise encore certains paramètres comme la persistance des cadavres. En outre, elle suppose que le taux de mortalité est constant sur l'intervalle de suivi, que la durée de persistance d'un cadavre suit une loi exponentielle négative et que la probabilité de disparition moyenne d'un cadavre est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle.

Jones et al. intègrent la notion d'intervalle effectif : ils considèrent que plus l'intervalle est long, plus la persistance des cadavres tend à s'approcher de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est probablement pas mort au début de l'intervalle, mais plus vraisemblablement dans un intervalle effectif \hat{I} qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1 %. La valeur de cet intervalle vaut donc : $-\log(0,01) \times t$

Dans les calculs, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} , sans que soient donnés davantage de détails dans la version 2009 de la formule.

$$\hat{e} = \frac{\min(I, \hat{I})}{I}$$

Jones et al. intègrent également la notion de coefficient correcteur de l'intervalle, soit

$$N = \frac{C}{d \times \exp^{-0,5 \times I/t} \times \hat{e}} \times A \text{ avec } p = \exp^{-0,5 \times \frac{I}{t}}$$

III.3.3.3.4. Formule de Huso

La formule de Huso (2010) reprend la formule de Jones (mortalité constante au cours du temps) mais considère que la probabilité de disparition à la moitié de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. De fait, elle propose un coefficient plus élevé :

$$N = C / \left(d \times \frac{t \times (1 - \exp^{-\frac{I}{t}})}{I} \right) \times \hat{e} \times A \text{ avec } p = t \times (1 - \exp^{-\frac{I}{t}}) / I$$

III.3.3.4. Test de persistance

Pour déterminer ce coefficient, 10 cadavres de poussins et de souris sont disséminés et répartis au pied des éoliennes du site. Les cadavres sont dénombrés le lendemain et lors d'une série de contrôles, courant jusqu'à disparition des cadavres ou à concurrence de 14 jours. Si un cadavre d'oiseau ou de chauve-souris est découvert le jour de la pose des cadavres et qu'il est déterminé comme mort dans la journée il est alors ajouté au test de persistance.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi :

$$\bar{t} = \frac{\sum \text{Persistance par cadavre}}{\text{Nbre cadavres}}$$

Un test de persistance a été mené au cours du mois d'octobre.

Tableau 17 : Planning de réalisation du test de persistance

Dates	Intervenants	Interventions
11/10/2022	M. LE CORRE	Mise en place du test 1
12/10/2022	H. PONTY	Contrôle test 1
14/10/2022	M. LE CORRE	Contrôle test 1
18/10/2022	M. LE CORRE	Contrôle test 1
20/10/2022	M. LE CORRE	Contrôle test 1
25/10/2022	M. LECORRE	Contrôle test 1

III.3.3.5. Test de détection

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection. Ces derniers permettent de définir le coefficient de détectabilité pour chaque intervenant. Deux tests doivent être réalisés à des périodes différentes pour chaque intervenant, au pied d'une éolienne de chaque parc. La réalisation de ces tests à deux saisons différentes permet de varier les types de couverts végétaux. Il faut utiliser 15 à 20 leurres et effectuer la

prospection en respectant le protocole établi, tout en ayant un contrôle strict du timing en fonction de la surface (pour limiter l'intensification de la recherche au-delà de la pratique régulière).

Normalement, les intervenants ignorent qu'ils sont en test. Dans les faits, dès qu'un intervenant observe un leurre, il intègre qu'un test est en cours. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition de tester avec de faibles quantités. De plus, les contraintes pratiques (transport, préparation) font qu'il est compliqué de mettre en place ce type de test.

La totalité des passages sur les différents sites éoliens a été effectuée par un seul opérateur. De ce fait, seul cet intervenant a été testé sur sa capacité à détecter les cadavres.

Pour chaque test, un préparateur dépose (par jet en l'air) un nombre de leurres qu'il définit (l'objectif étant de disposer d'un lot de données suffisantes), selon une disposition tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire). Divers types de leurres ont été utilisés, des leurres « plumes » ainsi que des leurres « en tissu » de couleurs brun, noir et gris, imitant des chiroptères. La personne intervenant sur le suivi de mortalité a été testée sur deux types de couverts végétaux, l'un correspondant à une prairie de hauteur moyenne et le second correspondant à un champ de maïs cultivé, de hauteur basse.

III.3.3.6. Calcul de la mortalité réelle

Afin d'estimer le plus précisément possible la mortalité induite par les éoliennes, les données recueillies lors du suivi de mortalité et les résultats obtenus à l'issue des tests de persistance et de détection sont renseignés dans l'application « EolApp », mise à disposition par le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/Eolapp/>

Le renseignement des variables par l'utilisateur peut se faire via un fichier de données brutes ou bien directement sur le site du CEFE. L'utilisateur indique le nombre de cas de mortalité par passage dans un premier fichier et la durée de persistance par carcasse (lors du test) dans un second fichier. Il renseigne également l'intervalle entre chaque passage, le nombre de leurres posés et le nombre de leurres retrouvés pour la détection, ainsi que le pourcentage de surface prospectée.

Les données de terrain sont ensuite utilisées par l'application pour calculer des probabilités et simuler des cas théoriques par tirage aléatoire. Ces simulations permettent aux estimateurs de prendre en compte la multiplicité et la variabilité potentielle des situations initiales. À titre d'illustration, dix cadavres retrouvés peuvent correspondre à dix cas effectifs de mortalité comme à cent.

Pour chaque formule d'ajustement (Erickson, Jones, Huso), l'application calcule la valeur médiane des simulations ainsi que les intervalles de confiance (IC) à 95 % (borné par IC 2,5 et IC 97,5) et à 80 % (borné par IC 10 et IC 90).

La médiane correspond au cas théorique le moins extrême (autant de cas avec une mortalité moindre que de cas avec une mortalité supérieure), tandis que l'intervalle de confiance à 95 % correspond aux cas les plus extrêmes (i.e. ayant une probabilité infime de correspondre à la situation réelle). Le plus souvent, la situation se trouve dans l'intervalle de confiance à 80 %.

De fait, pour établir l'intervalle du nombre réel de cadavres, l'application utilise l'indice de confiance à 10 % le plus bas et l'indice de confiance à 90 % le plus haut (plus cet intervalle est important, moins les résultats sont certains). Enfin, pour estimer la mortalité réelle par éolienne et à l'échelle du parc, l'application calcule la moyenne des médianes de chaque formule.

En outre, les estimateurs utilisant des séries aléatoires de mortalités théoriques, une estimation répétée pourra conduire à des résultats légèrement différents. Aussi, les estimateurs ne calquant pas les bornes inférieures des intervalles sur le nombre de cas réellement enregistrés, il est possible que le calcul indique une borne inférieure au nombre de cas. Quand il est fait état de l'intervalle, ce sont donc les limites calculées qui sont indiquées. En revanche, quand est évoqué le chiffre réel, la borne inférieure est ajustée au nombre de cas réellement enregistrés.

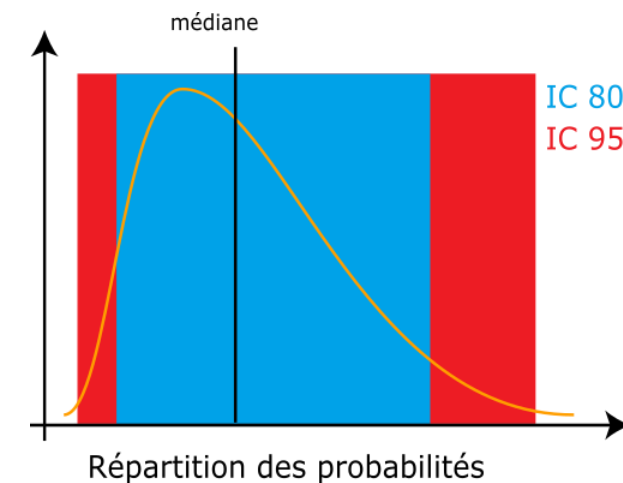


Figure 10 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

III.3.3.6.1. Utilisation des taux de détection composites

L'utilisation du programme du CEFE nécessite de fournir des chiffres de détection (issus des tests de terrain) en moyennant les différents observateurs. La prise en compte des différents couverts végétaux ne permettant pas d'utiliser directement le programme, on recrée des chiffres utilisables à partir des taux composites.

Le nombre de leurres utilisés lors des tests de détection est pris en référence. Combiné avec le coefficient de détectabilité composite par prospection, le nombre de leurres théoriquement détecté dans chaque cas est ensuite calculé. Cela permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection).

Détection théorique = nombre de leurres utilisés pour les tests

III.4. Suivi de mortalité

III.4.1. Occupation du sol au pied des éoliennes

Sur le site de Clos-Neuf, on trouve principalement trois types de couvert : des cultures céréalières, des prairies et une catégorie regroupant les voies d'accès et les plateformes des éoliennes.

Ces dernières (considérées comme des « surfaces planes ») constituent le type de couvert le plus prospecté. En effet, bien que leur surface ne représente que 1,07 ha (soit 26,75 % de la zone d'étude), elles sont prospectées tout au long de l'année puisqu'aucune végétation n'y pousse.

À l'inverse, les cultures constituent 2,34 ha (soit 58,5 % de la zone d'étude) mais ne sont prospectées que pendant une partie de l'année, lorsque la hauteur des céréales le permet (de janvier à avril, puis d'octobre à décembre). De fait, elles sont tantôt considérées comme « végétation basse et moyenne » (prospectable) ou « végétation haute » (non prospectable). Les prairies occupent 0,56 ha (soit 14 % de la zone d'étude), elles comprennent les zones de pâturages (cas de l'éolienne E1) ainsi que des bandes enherbées.

Enfin, les parcelles « inaccessibles » constituent 0,03 ha, soit environ 0,75 % de la zone d'étude. Il s'agit de ronciers et de haies, pour lesquels une détection efficace des cadavres n'est pas permise.

Tableau 18 : Types de couvert et surfaces associées

Type de couvert	Surface (en ha)
Culture	2,34
Prairie	0,56
Plateforme	0,90
Voirie	0,17
Haie arborée	0,02
Roncier	0,01
Total	4



Figure 11 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes (E1 et E2)

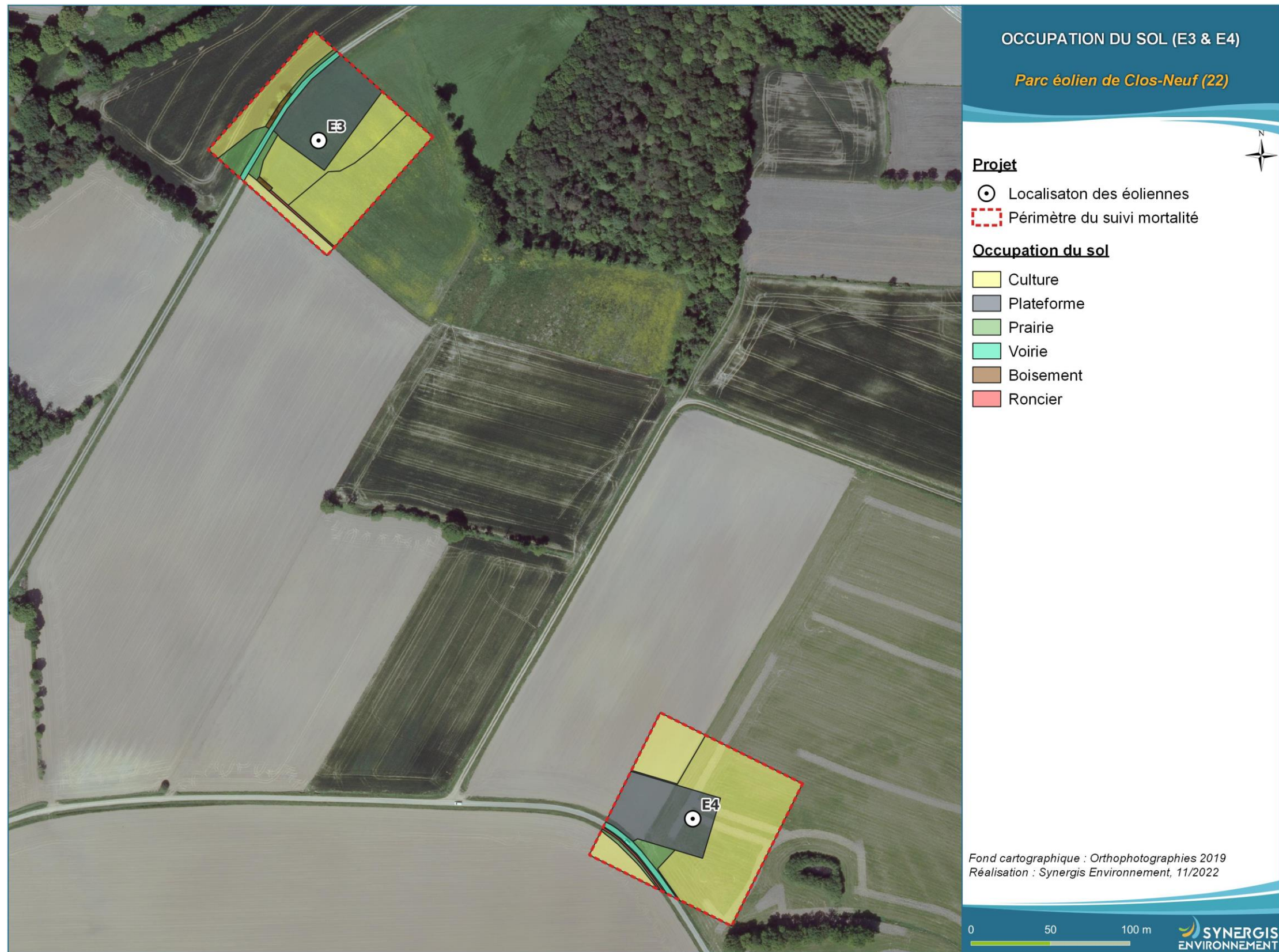


Figure 12 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes (E3 et E4)

III.4.2. Surfaces prospectées

La surface prospectée n'est pas constante au cours de l'année, la hauteur du couvert végétal variant d'une saison à l'autre. Pour rappel, seules les parcelles dont la végétation est inférieure à 30 cm de haut sont prospectées. Nous calculons donc la surface prospectée moyenne par éolienne, sur toute la période du suivi.

Globalement, la surface totale du parc prospectée au cours du suivi est homogène (médiane : 21 944 m² ; moyenne : 26 858 m² ; Figure 14). Des semaines 31 à 38, les hauteurs de végétation ont très peu évolué notamment en raison des surfaces non prospectables (cultures de maïs). Puis entre les semaines 38 et 39, la récolte des cultures de maïs induisent une hausse importante des surfaces prospectables, atteignant 36 000 m² en semaine 40. Une légère baisse de la surface prospectée est observée au cours des semaines 41 et 42. Cela s'explique par l'augmentation de la hauteur de végétation des bandes enherbées et des couverts. La récolte du maïs sur l'éolienne E2 et la fauche des bandes enherbées permet ensuite d'atteindre 37 000 m² en fin de suivi. La superficie totale prospectable de 40 000 m² n'est jamais atteinte.

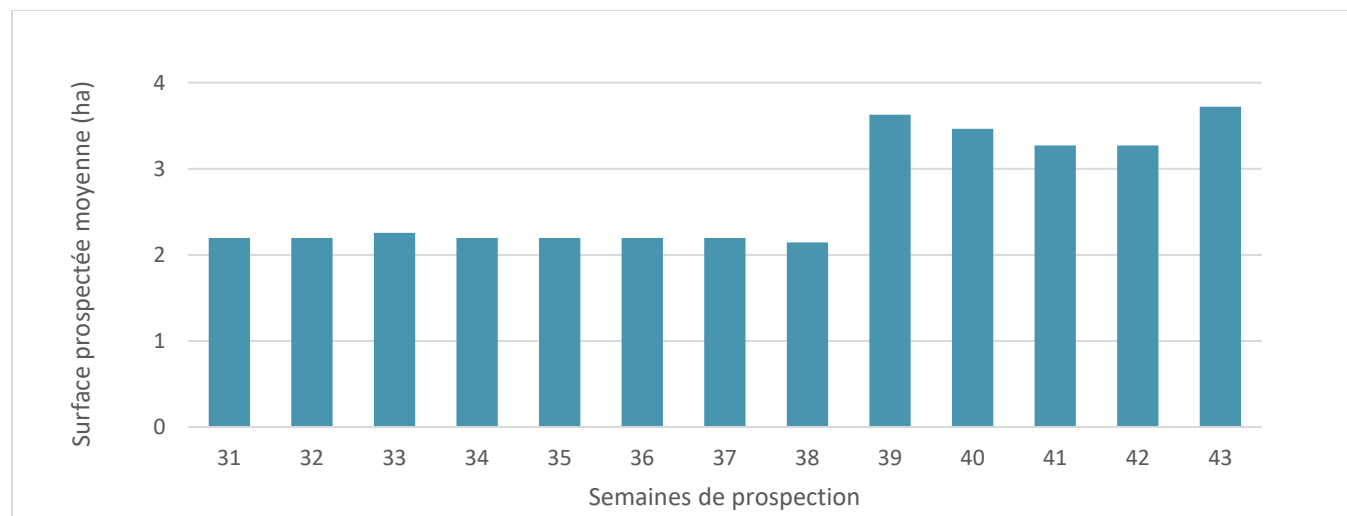


Figure 13 : Moyenne des surfaces prospectées au cours du suivi, en 2022

Les surfaces moyennes prospectées par éoliennes au cours du suivi sont assez similaires. Ce sont les éoliennes E2 et E3 qui ont été les plus prospectées en termes de surfaces avec des moyennes de plus de 7 000 m² sur 10 000 m² possibles. Afin de permettre le transport du matériel lors de l'implantation du parc éolien, des parcelles agricoles autour des plateformes ont été labourées. Les éoliennes E2 et E3 sont principalement entourées de bandes enherbées fauchées régulièrement ainsi que de surfaces labourées. Les éoliennes E1 et E4 sont-elles principalement entourées de culture de maïs, surfaces qui n'ont pas été prospectables des semaines 31 à 38.

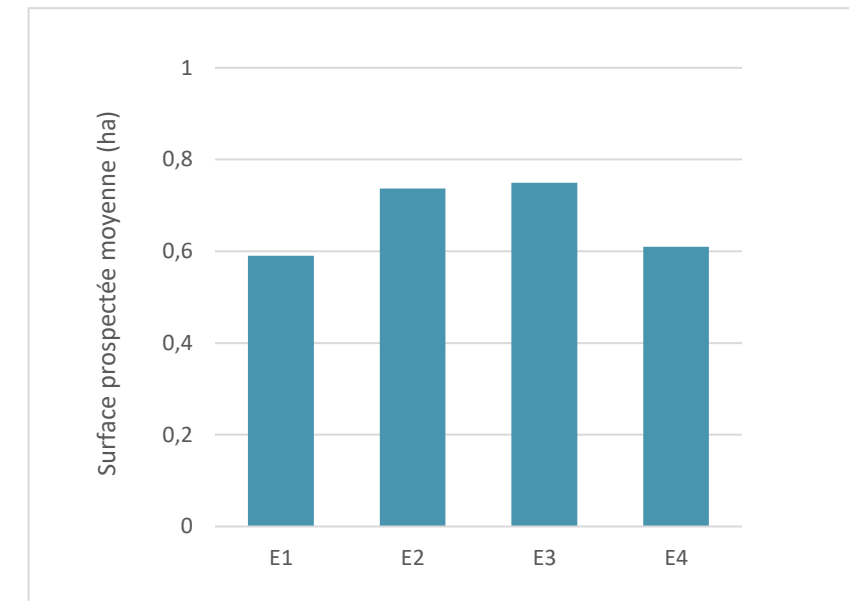


Figure 14 : Surface prospectée moyenne par éolienne (en hectare)

III.4.3. Test de persistance

Le test consiste à disperser, comme proies, des cadavres de poussins et de souris au pied des éoliennes, dans la zone prospectée et à suivre leur disparition progressive. Pour ce premier suivi de mortalité, un seul test de persistance est réalisé. Ce test a été fait sur l'intégralité du parc, avec 5 proies par éoliennes.

Tableau 19 : Tests de persistance

Tests	Date de passage	Nombre de proies restantes	Persistance (j)	Persistance moyenne (j)
Test 1 du 10 octobre	12/10/2022	20	-	5,2
Test 1 du 10 octobre	14/10/2022	13	2	
Test 1 du 10 octobre	18/10/2022	6	5	
Test 1 du 10 octobre	20/10/2022	2	8	
Test 1 du 10 octobre	25/10/2022	0	11,5	

Ce test montre une persistance moyenne de 5,2 jours.

III.4.4. Test de détection

L'intervenant principal a été testé sur un total de 47 leurres lors des deux tests génériques. Ces tests ont été mis en place sur un linéaire d'environ 600 m. Deux types de couverts végétaux ont été testés : une prairie à hauteur

moyenne et un champ de maïs en post-récolte, à hauteur basse. Cette différence de couvert végétal explique le taux de détection plus élevé en surface moyenne qu'en surface basse.

Les résultats du test sont utilisés directement dans le Tableau 20.

Tableau 20 : Tests de détection

Test	Observateur	Nb de leurres posés	Nb de leurres retrouvés	Taux de détection
Test 1 du 27/10/2022	LE CORRE Marie	47	23	Surface basse : 38 % Surface moyenne : 61 %

III.4.5. Données de mortalité constatée

Sur la période de suivi allant du 2 août au 25 octobre (soit 13 passages), un cas de mortalité a été constaté, il s'agit d'un cadavre de chiroptère. Ce chiroptère est une pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), observé sous l'éolienne E4 le 13 septembre 2022.

Tableau 21 : Liste des espèces retrouvées à l'échelle du parc

Date	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Éolienne
13/09/2022	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	E4

La mortalité est la plus importante sur l'éolienne E4 (1 cadavre) et la plus faible sur les éoliennes E1, E2 et E3 (pas de cadavre), sans qu'il soit possible d'apporter une explication évidente. Les données récoltées dans la seconde moitié du suivi qui se déroulera en 2023 devraient permettre de proposer davantage d'hypothèses.

Une récente étude réalisée par le BE Ouest Aménagement sur 74 parcs éoliens du grand Ouest (Normand & Goislot, Ouest Am, 2020) a recensé 857 cadavres lors de 10 612 prospections, sur un total de 349 éoliennes. L'étude estime à 0,11 le nombre de cadavres par éolienne et par an, soit 7,7 cadavres par parc et par an.

Bien qu'il faille interpréter ces chiffres avec précaution du fait des spécificités de chaque parc (nombre d'éoliennes, configuration générale, etc.) et de chaque protocole (nombre de prospections, intervalle entre deux passages...), il semble que le parc de Clos-Neuf se situe dans la fourchette basse des parcs éoliens français en termes de mortalité. Il reste toutefois à garder à l'esprit que le suivi actuel a commencé en août 2022 et donc que les résultats présentés ici ne sont que provisoires car ne couvrant pas une année complète.

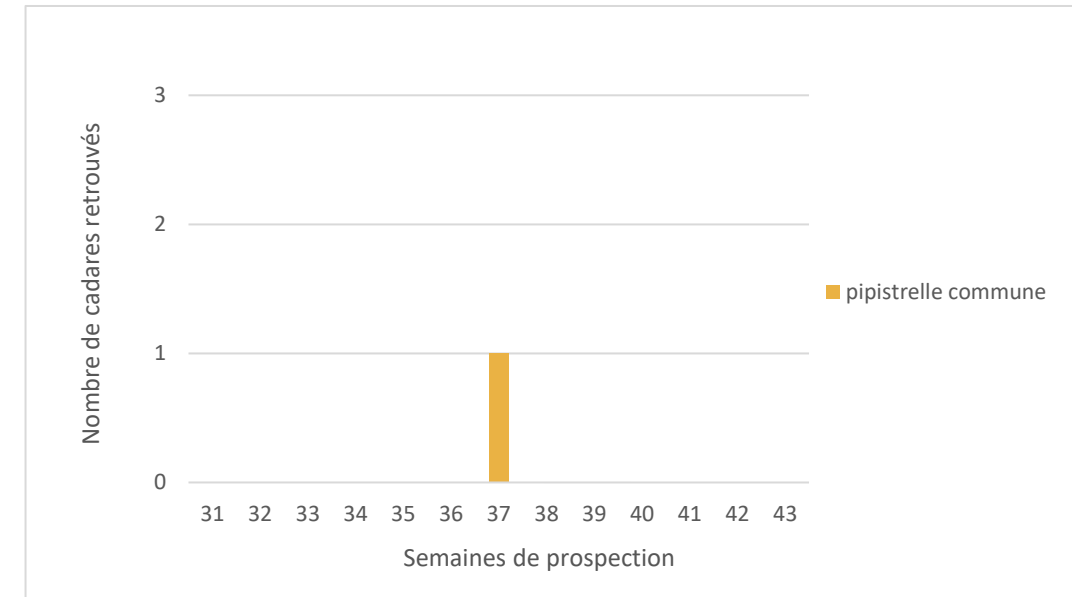


Figure 15 : Chronologie des découvertes des cadavres par taxon

Un cadavre de pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) a été retrouvé sous l'éolienne E4. Cette pipistrelle commune a été retrouvée en octobre en semaine 37. Il s'agit de la période de transit automnal, lorsque les individus recherchent un site de swarming pour passer l'hiver.

Mai		Juin					Juillet				Août				Septembre					Octobre			
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Transit printanier — gestation		Mise bas — Élevage des jeunes														Accouplement — transit automnal							

■ Période favorable ■ Période optimale

Figure 16 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vie des chiroptères

III.4.5.1. Avifaune

Les cas de mortalité constatés sont généralement dus à une collision de l'oiseau avec une pale ou le mât d'une éolienne. La mauvaise détection des aérogénérateurs par les oiseaux peut être occasionnée par de mauvaises conditions climatiques (vents rabattants, nappe de brouillard, forte pluie, etc.) ou la proximité du parc éolien avec un couloir de migration, un site de reproduction, de nourrissage ou de repos. Le déplacement nocturne de nombreuses espèces, notamment lors des mouvements migratoires, représente également une cause de mortalité. Enfin, la taille de l'oiseau, sa manœuvrabilité et son comportement de vol sont autant de facteurs pouvant entraîner une collision mortelle (Drewitt & al., 2006 ; Madders & al., 2006).

Le suivi de mortalité 2022 n'a pas permis de contacter de cadavres d'oiseaux, à l'échelle du parc.

III.4.5.2. Chiroptères

La pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) est classée « NT » (quasi menacée) sur la liste rouge nationale et « LC » (préoccupation mineure) sur les listes rouges d'Europe et de Bretagne. Cette espèce possède un enjeu patrimonial « faible ».

Les statuts réglementaires et l'état de conservation de cette espèce sont rappelés ci-dessous :

Tableau 22 : Enjeu des espèces

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Directive HFF	PNA	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Bretagne	Enjeu patrimonial
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Annexe IV	Oui	LC	NT	LC	Faible

Pipistrelle commune

La **pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus* est l'espèce de chauves-souris la plus impactée numériquement, avec 1 124 cas recensés en France (Dürr, 2022). À l'échelle européenne, ce sont 2 569 cadavres qui ont été retrouvés et c'est en France que la pipistrelle commune est la plus impactée, avec 23 % de la totalité des cas.

III.4.6. Estimation de la mortalité réelle

Dans le cas des oiseaux comme dans celui des chiroptères, la mortalité brute doit être pondérée par différents coefficients correcteurs, notamment la surface prospectée, le taux de détection et le taux de prédation (non calculés à ce jour). Le calcul des estimations de mortalité réelle pour l'avifaune et pour les chiroptères sera réalisé à la fin du suivi de mortalité.

Les estimations sont données pour chaque taxon et sont basées sur l'ensemble de la période suivie.

III.4.6.1. Avifaune

Aucun cas de mortalité pour l'avifaune n'a été constaté, ce qui ne permet pas de calculer la mortalité réelle supposée.

III.4.6.2. Chiroptères

III.4.6.2.1. Évaluation du parc entier

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de 5 chauves-souris sur la saison de suivi (semaine 31 à 43), avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 13 individus.

Tableau 23 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Clos-Neuf

Parc entier					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	3,93	0	15,13	0	10,24
Huso	5,36	0	19,64	0	13,66
Jones	5,76	0	21,54	0	14,82
Moyenne	5			0	13

III.4.6.2.2. Évaluation par éolienne

Pour l'évaluation de la mortalité par éolienne c'est la moyenne des médianes des différentes simulations qui est retenue et idem pour l'intervalle de confiance à 80 %.

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne E4 est de l'ordre de 5 individus sur la saison de suivi (semaine 31 à 43), avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavres découvert) et 14 individus.

Tableau 24 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne de Clos-Neuf

E4					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	4,27	0	15,94	0	10,82
Huso	5,84	0	20,99	0	14,48
Jones	6,30	0	23,03	0	15,71
Moyenne	5			0	14






Pour les éoliennes E1, E2 et E3 aucun cas de mortalité n'est constaté ce qui ne permet pas de calculer la mortalité réelle.

III.4.7. Sensibilité et vulnérabilité

III.4.7.1. Chiroptères

Les chiroptères sont impactés de deux façons par une éolienne : par collision directe avec une pale ou par barotraumatisme. Elles sont confrontées à ces risques par leur capacité à voler haut (plus de 50 m de hauteur), mais aussi parce qu'elles sont attirées par ses structures.

L'attraction des chauves-souris pour les éoliennes peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

-  Le balisage lumineux des éoliennes (CRYAN & BARCLAY, 2009),
-  La perception erronée des éoliennes,
-  L'utilisation des éoliennes comme terrain de chasse,
-  L'attraction d'insectes au niveau des éoliennes et donc des chauves-souris (RYDELL & al., 2010),
-  La couleur du mat (LONG & al., 2011).

Pipistrelle commune

La **pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus* est l'espèce de chauves-souris la plus impactée numériquement, avec 1 124 cas recensés en France (Dürr, 2022). À l'échelle européenne, ce sont 2569 cadavres qui ont été retrouvés et c'est en France que la pipistrelle commune est la plus impactée, avec 23 % de la totalité des cas.

Tableau 25 : Enjeu des espèces

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Directive HFF	PNA	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Bretagne	Enjeu patrimonial
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Annexe IV	Oui	LC	NT	NT	Faible

III.4.7.1.1. Sensibilité

D'après le guide EUROBATS (Rodrigues *et al.*, 2014) selon l'état des connaissances chiroptérologiques à l'échelle de l'Europe, les pipistrelles de manière générale font partie des chauves-souris les plus sensibles au risque de collision avec les éoliennes. Le niveau de risque est défini comme « fort », d'après le guide. Plusieurs critères sont utilisés pour définir ce niveau d'enjeu, tel que la hauteur de vol, la capacité de migrer ou se déplacer sur de longues distances ou encore l'attraction de la lumière.

La sensibilité de la pipistrelle commune est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 26 : Sensibilité des espèces de chiroptères

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attirée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Niveau de sensibilité face à l'éolien
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Fort

III.4.7.1.2. Vulnérabilité

La vulnérabilité d'une chauve-souris est définie selon son niveau d'enjeu patrimonial et son niveau de sensibilité.

Tableau 27 : Vulnérabilité des espèces de chiroptères

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Niveau d'enjeu sur site	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité sur site
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Faible	Fort	Moyen

III.4.8. Analyse paysagère

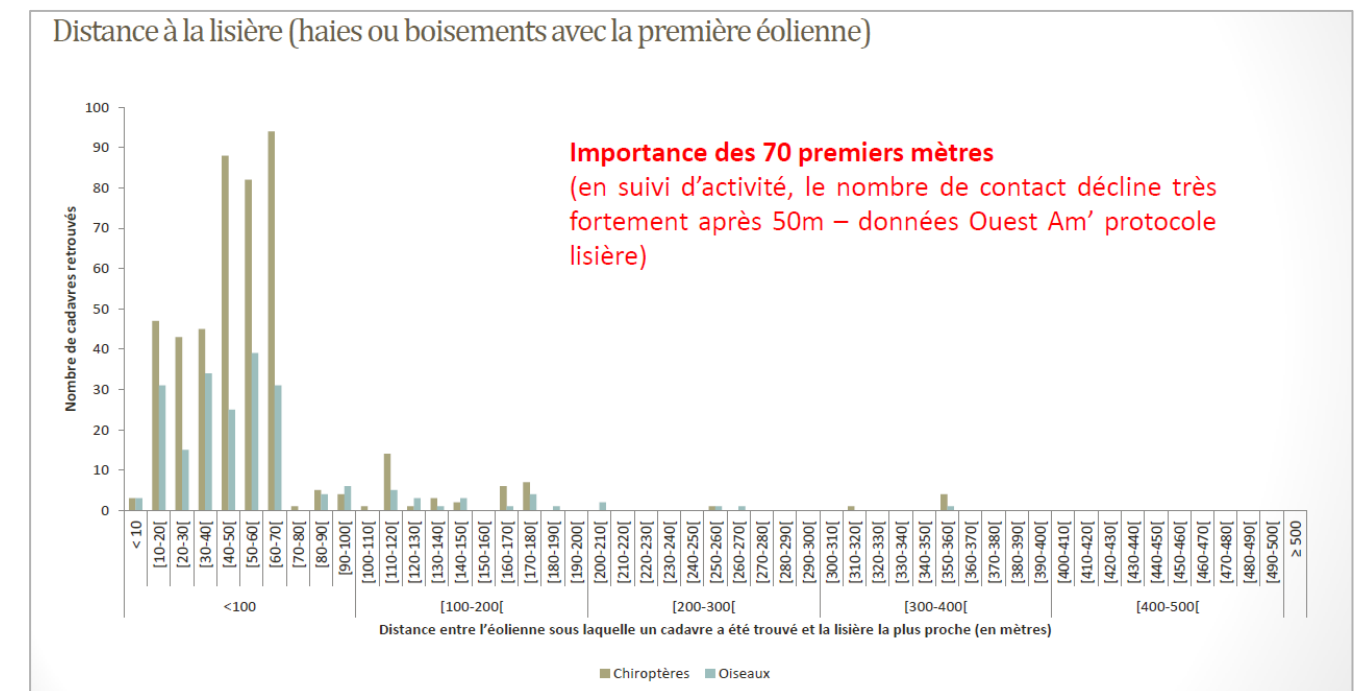
Il est intéressant de regarder si l'environnement de chaque éolienne diffère et peut avoir un lien avec la mortalité réelle supposée. Le tableau ci-dessous mesure la distance minimale entre chaque éolienne et l'élément de relief du paysage le plus proche pouvant favoriser la présence d'oiseaux ou de chauve-souris.

Tableau 28 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers

Éolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Distance mât éolienne — lisière (m)
E1	Haie	97
E2	Arbre seul	39,5
E3	Arbre seul	32,6
E4	Haie	78,6

L'étude du bureau d'étude Ouest Aménagement (Normand & Coislot, Ouest Am., 2020) a montré que la grande majorité des éoliennes étudiées (349 au total) sous lesquelles un cadavre est recensé, est située à moins de

100 mètres d'une lisière ; c'est-à-dire d'une haie ou d'un boisement. L'étude met en avant l'importance des 70 premiers mètres dans la découverte de cas de mortalité.



(Source : Normand & Coislot, Ouest Am, 2020)

Figure 17 : Nombre de carcasses retrouvées en fonction de la distance éolienne-lisière

Sur le parc de Clos-Neuf, les éoliennes E2, E3 et E4, sont situées à une distance inférieure ou égale à 80 mètres de la première haie. Ces éoliennes sont assez proches de boisements pouvant être très attractifs notamment pour les chiroptères comme l'a montré Johnson *et al.* (2004) et Morris *et al.* (2010) sur la diminution de l'activité des chiroptères avec l'éloignement à un boisement et notamment sa lisière.

Les hautes haies denses peuvent quant à elle favoriser le transit des oiseaux et des chiroptères. L'éolienne E1 est un peu plus isolée des éléments de reliefs paysagés de manière générale (champ plus grand).

À une échelle plus globale, comme montré dans les parties antérieures, le site se trouve dans un contexte agricole et bocager proche de réservoirs de biodiversité (classé ZNIEFF) malgré le peu de connections, la concentration en chiroptères et avifaune reste élevée. Les oiseaux comme les chiroptères utilisent ces éléments de paysage pour se déplacer et pour migrer.

III.4.9. Bilan

SYNTHÈSE

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères 2022 du parc de Clos-Neuf porte sur le suivi au sol des 4 éoliennes du parc des semaines 31 à 43.

L'estimation de mortalités réelle calculée pour les chiroptères est de l'ordre de 5 [1 ; 13] IC80 % cadavres de chiroptères. Un seul cadavre de chiroptère a été retrouvé sous E4. Ce cas de mortalité a été constaté à la mi-septembre (semaine 37).

III.5. Paramètres de bridage

Pour réduire le risque de collision et de barotraumatisme, la solution la plus efficace est de supprimer le danger dans les conditions globalement favorables. C'est-à-dire de brider les éoliennes lorsque les conditions de vent sont les plus favorables au vol des chiroptères.

Dans le cadre de ce premier suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Clos-Neuf, aucun suivi de l'activité des chiroptères n'a été mené. L'activité des chauves-souris au sein du parc éolien ne peut donc pas être évaluée. Ce suivi sera réalisé en 2023 et couplé avec la poursuite du suivi de mortalité sur cette même année.

Un seul cadavre de chiroptère a été retrouvé sous l'éolienne E4, au cours du suivi de mortalité. Le maintien du bridage appliqué lors de la mise en service du parc, selon l'arrêté préfectoral du 7 mai 2019 est donc préconisé.

Les caractéristiques de bridage à retenir sont alors les suivantes :

Tableau 29 : Mesures de bridage prescrites

Période	Éolienne	Mi-mars/avril	Mai et octobre	Juin — septembre
Vent	E1, E2 et E3	Pas de bridage	< 6,5 m/s	< 6,5 m/s pour juin/septembre < 7,5 m/s pour juillet/mi-août
Pluie			Pas de pluie	Pas de pluie
T°			> 10 °C	> 10 °C
Horaire de mise en application			1 h avant coucher du soleil et les 3 premières heures après coucher du soleil	1 h avant coucher du soleil, 1 h après levé du soleil et toute la nuit
Période	Éolienne	Mi-mars/avril	Mai et octobre	Juin — septembre
Vent	E4	< 6 m/s	< 7,5 m/s en mai < 6 m/s en octobre	< 7,5 m/s
Pluie		Pas de pluie	Pas de pluie	Pas de pluie
T°		> 10 °C	> 10 °C	> 10 °C
Horaire de mise en application		1 h avant coucher du soleil et les 2 premières heures de la nuit	1 h avant coucher du soleil et les 2 premières heures de la nuit	1 h avant coucher du soleil et les 2 premières heures de la nuit

III.6. Bridage retenu par l'exploitant

Baywa r. e souhaite limiter le bridage à 5,5 m/s correspondant à environ 50 % des contacts enregistrés. Le bridage appliqué sera donc :

Tableau 30 : Mesures de bridage prescrites

Période	Éolienne	Mi-mars/avril	Mai et octobre	Juin — septembre
Vent	E1, E2 et E3	Pas de bridage	< 6,5 m/s	< 6,5 m/s pour juin/septembre < 7,5 m/s pour juillet/mi-août
Pluie		-	Pas de pluie	Pas de pluie

T°		-	> 10 °C	> 10 °C
Horaire de mise en application		-	1 h avant coucher du soleil et les 3 premières heures après coucher du soleil	1 h avant coucher du soleil, 1 h après levé du soleil et toute la nuit
Période	Éolienne	Mi-mars/avril	Mai et octobre	Juin — septembre
Vent	E4	< 6 m/s	< 7,5 m/s en mai < 6 m/s en octobre	< 7,5 m/s
Pluie		Pas de pluie	Pas de pluie	Pas de pluie
T°		> 10 °C	> 10 °C	> 10 °C
Horaire de mise en application		1 h avant coucher du soleil et les 2 premières heures de la nuit	1 h avant coucher du soleil et les 2 premières heures de la nuit	1 h avant coucher du soleil et les 2 premières heures de la nuit

IV. Conclusion

SYNTHÈSE

Le parc éolien de Clos-Neuf exploité par la Baywa r. e France SAS, se situe dans un contexte agricole et bocager, sur le territoire des Côtes-d'Armor.

Un cas de mortalité de chiroptère est enregistré sur l'éolienne E4 (1 individu retrouvé). La mortalité réelle supposée pour le parc entier, pour les chiroptères est de l'ordre de 3 individus de chiroptères.

La découverte d'un cadavre de chiroptère au cours du suivi amène Synergis Environnement à préconiser le maintien du bridage sur le parc entier.

Le suivi de mortalité et d'activité en nacelle des chiroptères pour l'année 2023 permettra d'évaluer l'efficacité des mesures de bridages sur la collision des chiroptères et d'ajuster les paramètres si nécessaire.


V. Bibliographie

- BARATAUD, M., 2015. Acoustic ecology of European bats. Species Identification, Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (Inventaires et biodiversité Series), 352 p.
- BOONMAN, A. M., LIMPENS H.J.G.A. & VERBOOM B., 1995. – The influence of landscape elements on the echolocation of the pond bat *Myotis dasycneme*. — *Rhinolophe* 11, 39-40.
- CRAN P. M. & BARCLAY R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*. Vol.90, n° 6. p. : 1330–1340.
- DULAC P., 2008. Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPO délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon. Nantes. 106 p.
- DÜRR T., 2020. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Septembre 2020.
- EUROBATS, 2014. — Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. — EUROBATS Publications Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- JOHNSON, G. D., PERLIK, M. K., ERICKSON, W. P., & STRICKLAND, M. D., 2004. Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin*, 32(4), 1278–1288.
- LONG C.V., FLINT J. A. & LEPPER P. A. 2011. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *Eur. J. Wildl. Res.*, published online.
- MARX G., 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune — Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 — LPO France.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHNSON G. & KERN W., 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants – National Avian, Wind Power Planning Meeting III – San Diego, California, p 172–182.
- MONTGOMERY, I., CARUSO, T., & REID, N., 2020. Hedgerows as Ecosystems: Service Delivery, Management, and Restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 81–102.
- MORRIS, A. D., MILLER, D. A., & KALCOUNIS-RUEPPELL, M. C., 2010. Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *The Journal of Wildlife Management*, 74(1), 26–34.
- MOTTE & LIBOIS, 2002. Conservation of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. *Belg. J. Zool.*, 132 (1) : 49 —
- MTES, 2018. — Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. – 19 p.
- LPO, 2004 (révision en août 2009). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Programme national Eolien et Biodiversité ADEME-MEEDDM-SER/FEE-LPO
- Ouest Am », 2019. Impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères de l'ouest de la France : étude des suivis de mortalité de 2010 à 2019. Ouest Aménagement.
- RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDZA, D. KOVAČ, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDER-MANN, 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication : séries N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RYDELL J., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M. J., GREEN M., RODRIGUES L. & HEDENSTRÖM A. 2010. Mortality of bats at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2), 261-274.

- SIEMERS B.M. & SCHNITZLER H.-U., 2000. – Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to vegetation using echolocation signals of very broad bandwidth. — *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 400–412.
- STEEN, H., MYSTERUD, A., & AUSTRHEIM, G., 2005. Sheep grazing and rodent populations: evidence of negative interactions from a landscape scale experiment. *Oecologia*, 143(3), 357–364.
- UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France — Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
- WEICKERT CC, WHITTAKER JC, FELDHAMER GA, 2001. Effects of enclosed large ungulates on small mammals at land between the lakes, Kentucky. *Canadian Field Naturalist* :115:247–250.

VI. Annexes

VI.1. Fiches de mortalité

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHIROPTERES			
Nom du parc éolien : Parc éolien de Clos-Neuf			
Eolienne E4	Date : 13/09/2022	Heure : 14h00	Nom du découvreur : Marie LE CORRE
Localisation : Latitude : 6798574,15 Longitude : 302287,84 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 28 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord-Est Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme, rase			
N° de photos : <div style="text-align: center;">  </div>			
Description et identification : Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : Non renseigné Particularités (couleur, forme quelconque) : Non renseigné Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)			
Etat de l'individu : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment			
Etat du cadavre : <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Barotraumatisme			
COMMENTAIRES :			