



Objet du dossier :
Suivi environnemental
Roudouallec

Contact :
François Taraud
f.taraud@wpd.fr
wpd windmanager France SAS
1 Ter Avenue de la Vertone
44 120 Vertou



SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2021 RAPPORT FINAL PARC EOLIEN DE ROUDOUALLEC (56)

ETUDE REALISEE PAR :

 **SYNERGIS**
ENVIRONNEMENT
Agence BRETAGNE

10B RUE DU DANEMARK
56 400 AURAY
02 97 58 53 15

Janvier
2022

TABLES DES MATIERES

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | Introduction..... | 5 |
| I.1 | <i>Préambule.....</i> | <i>5</i> |
| I.2 | <i>Propriétaire du parc.....</i> | <i>5</i> |
| I.3 | <i>Auteurs de l'étude.....</i> | <i>5</i> |
| II. | Contexte..... | 5 |
| II.1 | <i>Caractéristique du parc.....</i> | <i>5</i> |
| II.2 | <i>Historique des études du parc.....</i> | <i>6</i> |
| II.3 | <i>Localisation.....</i> | <i>6</i> |
| III. | Méthodologie..... | 7 |
| III.1 | <i>Définition des aires d'études.....</i> | <i>7</i> |
| III.2 | <i>Cadrage des suivis.....</i> | <i>9</i> |
| III.2.1 | Contexte réglementaire..... | 9 |
| III.3 | <i>Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères.....</i> | <i>9</i> |
| III.3.1 | Rappel de la commande..... | 9 |
| III.3.2 | Protocole mis en œuvre..... | 9 |
| III.4 | <i>Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité.....</i> | <i>11</i> |
| III.4.1 | Protocoles de terrain proposés..... | 11 |
| III.4.2 | Prise en compte des biais..... | 12 |
| III.4.3 | Rappels théoriques..... | 13 |
| III.4.4 | Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement..... | 14 |
| III.4.5 | Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert..... | 15 |
| III.4.6 | Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement..... | 16 |
| IV. | Contexte écologique et réglementaire..... | 17 |
| IV.1 | <i>Zones naturelles proches.....</i> | <i>17</i> |
| IV.1.1 | Le réseau Natura 2000..... | 17 |
| IV.1.2 | Les Arrêtés de Protection de Biotope (APPB)..... | 19 |
| IV.1.1 | Les réserves naturelles..... | 19 |
| IV.1.1 | Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux (PNR)..... | 21 |
| IV.1.2 | Les zonages d'inventaires : ZNIEFF..... | 21 |
| IV.2 | <i>Schéma Régional Eolien de la région Bretagne.....</i> | <i>27</i> |
| IV.3 | <i>Continuités écologiques.....</i> | <i>27</i> |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| IV.3.1 | Définition..... | 27 |
| IV.3.2 | Aspects légaux..... | 27 |
| IV.3.3 | La trame verte et bleue..... | 27 |
| IV.3.4 | Le SRCE de la région Bretagne..... | 28 |
| IV.4 | Contexte paysager..... | 30 |
| V. | Ecoutes en nacelles..... | 33 |
| V.1 | <i>Historique du parc.....</i> | <i>33</i> |
| V.2 | <i>Résultats des écoutes en nacelle.....</i> | <i>33</i> |
| V.2.1 | Observations globales..... | 33 |
| V.2.2 | Diversité spécifique..... | 33 |
| V.2.3 | Activité..... | 34 |
| V.2.4 | Répartition temporelle des contacts..... | 34 |
| V.2.5 | Analyse des conditions météorologiques et temporelles..... | 35 |
| V.2.6 | Impact de la température sur l'activité des chiroptères..... | 35 |
| V.2.7 | Évaluation du niveau de vulnérabilité face à l'éolien..... | 36 |
| V.3 | <i>Synthèse des enjeux et vulnérabilités.....</i> | <i>41</i> |
| VI. | Suivi de mortalité..... | 43 |
| VI.1 | <i>Historique.....</i> | <i>43</i> |
| VI.1.1 | 2018 : Dervenn..... | 43 |
| VI.1.2 | 2020 : Synergis Environnement..... | 43 |
| VI.2 | <i>Résultats.....</i> | <i>43</i> |
| VI.2.1 | Protocole mis en œuvre..... | 43 |
| VI.2.2 | Occupation du sol au pied des éoliennes..... | 49 |
| VI.2.3 | Surfaces prospectées..... | 49 |
| VI.2.4 | Coefficients de correction..... | 50 |
| VI.2.5 | Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert..... | 50 |
| VI.2.6 | Données de mortalité constatée..... | 51 |
| VI.3 | <i>Évaluation de la mortalité réelle.....</i> | <i>52</i> |
| VI.3.2 | Données disponibles pour l'analyse..... | 53 |
| VI.4 | <i>Analyses.....</i> | <i>56</i> |
| VI.4.1 | Répartition par éolienne des cas de mortalité..... | 56 |
| VI.4.2 | Espèces retrouvées..... | 57 |
| VI.4.3 | Position des cadavres..... | 58 |
| VII. | Prise en compte du risque de mortalité..... | 59 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| VII.1 | Analyse du risque et efficacité du bridage | 59 |
| VII.2 | Fonctionnement du bridage | 60 |
| VII.1 | Réduction du risque..... | 60 |
| VIII. | CONCLUSION | 61 |
| IX. | Bibliographie | 62 |
| X. | Annexe | 63 |
| X.1 | Photos des cadavres découverts lors de la campagne de suivi 2021..... | 63 |

INDEX DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Localisation régionale du parc | 6 |
| Figure 2 : Localisation à l'échelle communale du parc..... | 6 |
| Figure 3 : Localisation à grande échelle des éoliennes..... | 6 |
| Figure 4 : Localisation de l'aire d'étude éloignée | 8 |
| Figure 5 : Principe de l'écholocation des chiroptères..... | 9 |
| Figure 6 : À gauche : ensemble du matériel d'enregistrement ; À droite : barre de fixation..... | 10 |
| Figure 7 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle..... | 13 |
| Figure 8 : Leurre fabriqué en tissu..... | 15 |
| Figure 9 : Carte du réseau Natura 2000 dans un rayon de 10 km..... | 20 |
| Figure 10 : Localisation des ZNIEFF de type I dans un rayon de 10 km | 25 |
| Figure 11 : Localisation des ZNIEFF de type II dans un rayon de 10 km | 26 |
| Figure 12 : Éléments de la Trame Verte et Bleue | 28 |
| Figure 13 : Présentation du grand ensemble de perméabilité n°13 de L'Isole au Blavet | 28 |
| Figure 14 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne (2015)..... | 29 |
| Figure 15 : Vu depuis l'éolienne E6..... | 30 |
| Figure 16 : Vu depuis l'éolienne E3..... | 30 |
| Figure 17 : Continuité écologique autour du parc de Roudouallec | 31 |
| Figure 18 : Valeur moyenne 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. | 32 |
| Figure 19 : Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison..... | 34 |
| Figure 20 : Activité des chiroptères au cours de la nuit..... | 35 |
| Figure 21 : Activité des chiroptères en fonction de la température | 35 |
| Figure 22 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent..... | 36 |
| Figure 23 - Carte de répartition..... | 38 |
| Figure 24 - Carte de répartition..... | 39 |
| Figure 25 - Carte de répartition..... | 39 |
| Figure 26 : Sérotine commune | 39 |
| Figure 27 : Carte de répartition..... | 39 |
| Figure 28 - Noctule commune | 39 |
| Figure 29 - Carte de répartition..... | 39 |
| Figure 30 - Noctule de Leisler | 40 |
| Figure 31 - Carte de répartition..... | 40 |
| Figure 32 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison | 40 |
| Figure 33 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison | 40 |
| Figure 34 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Nathusius au cours de la saison | 40 |
| Figure 35 : Activité (en ct/h) de la sérotine commune au cours de la saison | 41 |

| | |
|---|----|
| Figure 36 : Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison | 41 |
| Figure 37 : Activité (en ct/h) de la noctule de Leisler au cours de la saison | 41 |
| Figure 38 : Schéma de principe des recherches de terrain | 44 |
| Figure 39 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites nord..... | 45 |
| Figure 40 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites sud | 46 |
| Figure 41 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes nord..... | 47 |
| Figure 42 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes sud..... | 48 |
| Figure 43 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires en 2020 et 2021 | 49 |
| Figure 44 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2020 et 2021 | 49 |
| Figure 45 : Chronologie des découvertes de cadavres en 2021 | 51 |
| Figure 46 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères | 51 |
| Figure 47 : Vitesse des vents par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondre à classe 0 : vent de 0 m/s, classe 1 :]0 ;1 m/s], ... Classe 13 :]12 ;13 m/s], classe 14 : vent >14 m/s. | 54 |
| Figure 48 : Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes) ; utilisation des moyennes d'activité par tranche de 10min. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondre à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 :]0 ;1 tr/min], classe 2 :]1 ;2 tr/min], ..., classe 29 :]28 ;29 tr/min, classe 30 : > tr/min. | 54 |
| Figure 49 : Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes) lors du suivi de 2020 ; utilisation des moyennes d'activité par tranche de 10min. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondre à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 :]0 ;1 tr/min], classe 2 :]1 ;2 tr/min], ..., classe 29 :]28 ;29 tr/min, classe 30 : > tr/min..... | 55 |
| Figure 50 : Relation entre la vitesse du vent et la vitesse de rotation du rotor sur les données moyennes à 10 minutes avec application d'un modèle additif généralisé..... | 55 |
| Figure 51 : Illustration du calcul de la distance réelle entre les pâles et un élément paysager. | 56 |
| Figure 52 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière..... | 56 |
| Figure 53 : Chronologie des découvertes de martinet noir au niveau national (Marx, 2017)..... | 58 |
| Figure 54 : Position des cadavres découverts autour des éoliennes, regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique ; contourées en noir les données de 2021 et non contourées les données chiroptères de 2020. | 59 |
| Figure 55 : capture d'écran du logiciel de vérification de bon fonctionnement du bridage..... | 60 |

INDEX DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes..... | 5 |
| Tableau 2 : Historique des études du parc | 6 |
| Tableau 3 : Regroupement d'espèces possibles | 10 |
| Tableau 4 : Tableau des distances de détection des chauves-souris en fonction des espèces et leur coefficient de détectabilité en fonction du milieu | 11 |
| Tableau 5 : Calcul du niveau d'activité en altitude | 11 |
| Tableau 6 : Calcul du niveau de richesse spécifique..... | 11 |
| Tableau 7 : Évaluation du seuil d'activité en altitude pour chaque espèce de chauves-souris en Bretagne..... | 11 |
| Tableau 8 : Exemple de notation des types de couverts pour une éolienne | 14 |
| Tableau 9 : Exemple de coefficients de détectabilité | 15 |
| Tableau 10 : Exemple de calculs de A et d | 15 |
| Tableau 11 : Période de vent favorable à l'activité des chiroptères exemple ici avec des vents de 4,5 m/s..... | 16 |
| Tableau 12 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes..... | 17 |
| Tableau 13 : Liste des sites Natura 2000 localisés dans un rayon de 10 km..... | 17 |
| Tableau 14 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300006 » | 17 |
| Tableau 15 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300006 » | 18 |
| Tableau 16 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300003 » | 18 |
| Tableau 17 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300003 » | 18 |
| Tableau 18 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300041 » | 19 |
| Tableau 19 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300041 » | 19 |
| Tableau 20 : Description des ZNIEFF dans l'AE..... | 22 |
| Tableau 21 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Tableau 22 : Espèces inventoriées en nacelle..... | 33 |
| Tableau 23 : Bilan mensuel de l'activité des chiroptères en nacelle en 2019..... | 33 |
| Tableau 24 : Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle..... | 34 |
| Tableau 25 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h)..... | 34 |
| Tableau 26 : Calcul du niveau d'enjeu des chauves-souris..... | 36 |
| Tableau 27 : Calcul du niveau d'enjeu patrimonial..... | 36 |
| Tableau 28 : Statut de protection et de conservation des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeu..... | 36 |
| Tableau 29 : Niveau d'enjeu patrimoniale des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeu sur site..... | 37 |
| Tableau 30 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces..... | 37 |
| Tableau 31 : Calcul du niveau de sensibilité..... | 37 |
| Tableau 32 : Comportement et sensibilité des espèces..... | 37 |
| Tableau 33 : Calcul du niveau de vulnérabilité..... | 38 |
| Tableau 34 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris..... | 38 |
| Tableau 35 : Niveau d'enjeu et de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Roudouallec..... | 42 |
| Tableau 36 : Planning de réalisation du suivi de mortalité..... | 43 |
| Tableau 37 : Planning de réalisation des tests de persistance..... | 44 |
| Tableau 38 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées..... | 49 |
| Tableau 39 : Tests de persistance..... | 50 |
| Tableau 40 : Taux de détection composite par prospection (exemple d'une partie du suivi de E2)..... | 51 |
| Tableau 41 : Taux de détection composite par éolienne..... | 51 |
| Tableau 42 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités..... | 51 |
| Tableau 43 : Compilation de la mortalité des chiroptères constatée par éolienne et par année..... | 52 |
| Tableau 44 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Roudouallec..... | 52 |
| Tableau 45 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Roudouallec..... | 52 |
| Tableau 46 : Mortalité réelle supposée pour les chiroptères par éolienne sur le parc de Roudouallec..... | 53 |
| Tableau 47 : Comparaison de la mortalité réelle des chiroptères entre les suivis de 2020 et 2021 par éolienne..... | 53 |
| Tableau 48 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne sur le parc de Roudouallec..... | 53 |
| Tableau 49 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers (estimé pour tous d'une hauteur de 15 m)..... | 56 |
| Tableau 50 : Enjeu de l'espèce..... | 57 |
| Tableau 51 : Comportement et sensibilité de l'espèce..... | 57 |
| Tableau 52 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris..... | 57 |
| Tableau 53 : Enjeu lié à l'étourneau sansonnet..... | 57 |
| Tableau 54 : Enjeu lié au martinet noir..... | 58 |
| Tableau 55 : Enjeu lié au pigeon ramier..... | 58 |
| Tableau 56 : Répartition des séquences (sur la période -30 min à + 4h du coucher du soleil). | 59 |
| Tableau 57 : calcul du nombre de chiroptères impactés par éolienne et par an..... | 61 |
| Tableau 58 : Mesures de bridage préconisées..... | 61 |

I. INTRODUCTION

I.1 Préambule

EOLIENNES SUROIT SNC est propriétaire des 7 aérogénérateurs sur la commune de Roudouallec (56), mis en service en 2008 et dont l'exploitation est gérée depuis octobre 2015 par wpd windmanager France SAS. 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 notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs ».

Le bureau d'étude Synergis Environnement a ainsi été missionné pour réaliser, une partie du suivi post-implantation du parc éolien de Roudouallec en 2020 (suivi d'efficacité du bridage chiroptère mis en place en 2019 grâce à un suivi de mortalité des chiroptères). Le suivi environnemental transmis à la DREAL n'étant pas considéré comme complet, cette dernière a demandé la réalisation en 2021 d'un suivi environnemental complet (mortalité et activité des chiroptères). De plus, une évaluation des mesures de bridages renforcés en 2021 à la suite des découvertes de cadavres de chiroptères en 2020 doit être réalisée.

C'est dans ce contexte que Eoliennes Suroit SNC a missionné Synergis environnement pour les :

- ❖ Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères
- ❖ Suivi en nacelle de l'activité des chiroptères
- ❖ Evaluation de l'efficacité du bridage

Ces suivis 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 et reconnues, 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 final traite du suivi de la mortalité de la faune volante, du suivi en nacelle de l'activité des chiroptères menés en 2021 et de l'utilisation de l'espace par le faucon crécerelle. Il reprend la méthodologie employée puis présente les résultats obtenus, propose une analyse et préconise certaines mesures au vu de l'analyse. L'ensemble des résultats seront comparés et mis en corrélation avec les données de 2018 et 2020.

I.2 Propriétaire du parc

Le propriétaire du parc éolien de Roudouallec, en région Bretagne, est la société EOLIENNES SUROIT SNC.



EOLIENNES SUROIT SNC
50 avenue d'Alsace
68 000 Colmar

I.3 Auteurs de l'étude

L'étude faune-flore a été réalisée par le bureau d'études SYNERGIS ENVIRONNEMENT, agence BRETAGNE.



10B RUE DU DANEMARK
56 400 AURAY
02 97 58 53 15

Agence BRETAGNE

Romain CRIOU
Ronan ARHURO
Bastien BLANC
Hugo PONTY

Directeur
Chef de projets
Chargé d'études
Chargé d'études

II. CONTEXTE

II.1 Caractéristique du parc

Le parc éolien est composé de 7 aérogénérateurs du modèle ENERCON E53, d'une puissance globale de 5,6 MW.

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes

| Éléments de l'éolienne | Caractéristiques maximales du gabarit |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Diamètre du rotor | 53 m |
| Hauteur de la tour | 60 m |
| Hauteur en bout de pale | 88 m |
| Garde au sol | 32 m |

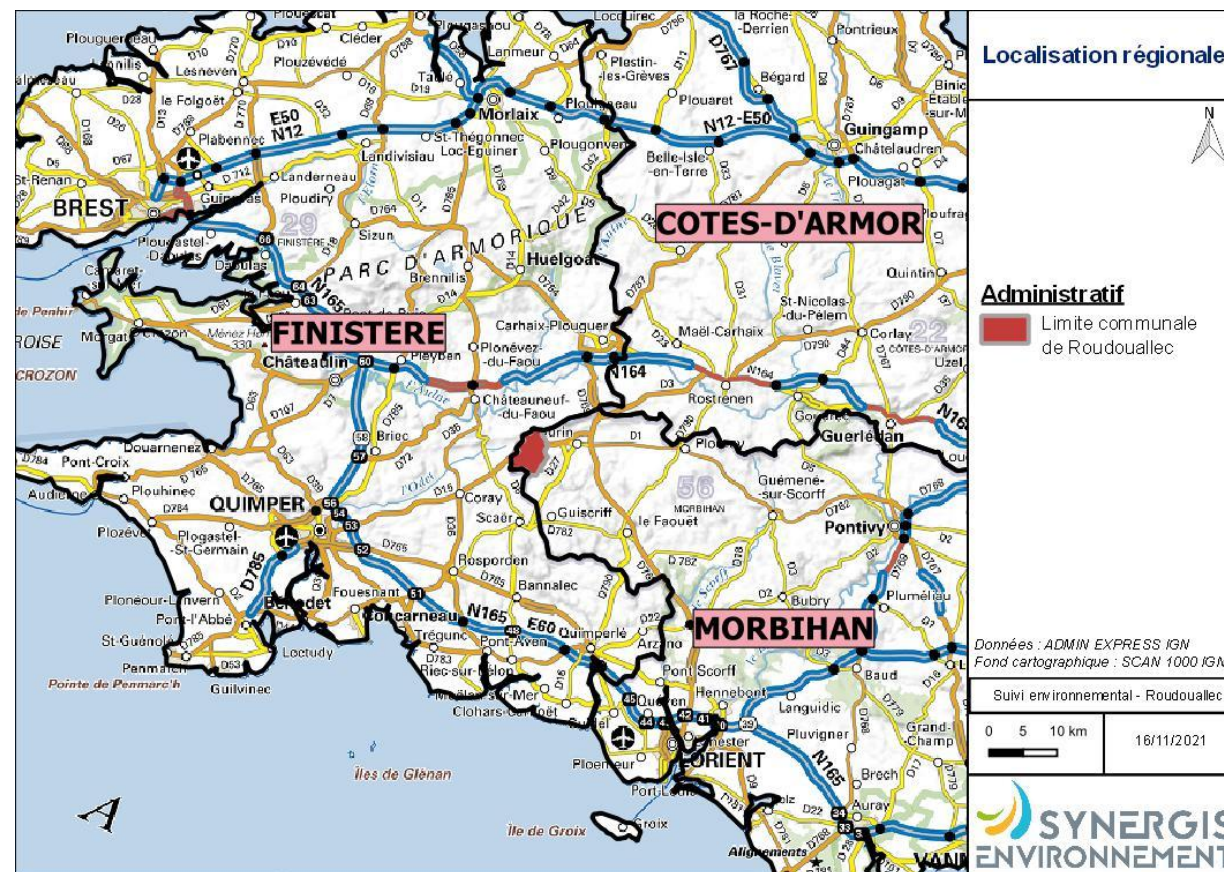
II.2 Historique des études du parc

Tableau 2 : Historique des études du parc

| Année | Description | Prestataire |
|-------|--|------------------------|
| 2004 | Étude d'impact préimplantation | GMB |
| 2008 | Mise en service du parc | |
| 2018 | Suivi de mortalité + activité de l'avifaune | Dervenn |
| 2018 | Suivi en nacelle et au sol de l'activité des chiroptères | Écosphère |
| 2020 | Suivi de mortalité des chiroptères | Synergis Environnement |

II.3 Localisation

Roudouallec est une commune du Morbihan frontalière avec le Finistère, en région Bretagne. Elle est majoritairement dans un contexte paysager agricole et se situe à 33 km au nord-est de Quimper et 20 km au sud-ouest de Carhaix-Plouguer. Le site éolien se situe, quant à lui, au sud de la commune de Roudouallec.



III. METHODOLOGIE

III.1 Définition des aires d'études

Dans le but de mener à bien les inventaires naturalistes et de définir finement les niveaux d'enjeu et d'impact du parc, une aire d'étude éloignée est définie (AEE).

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.

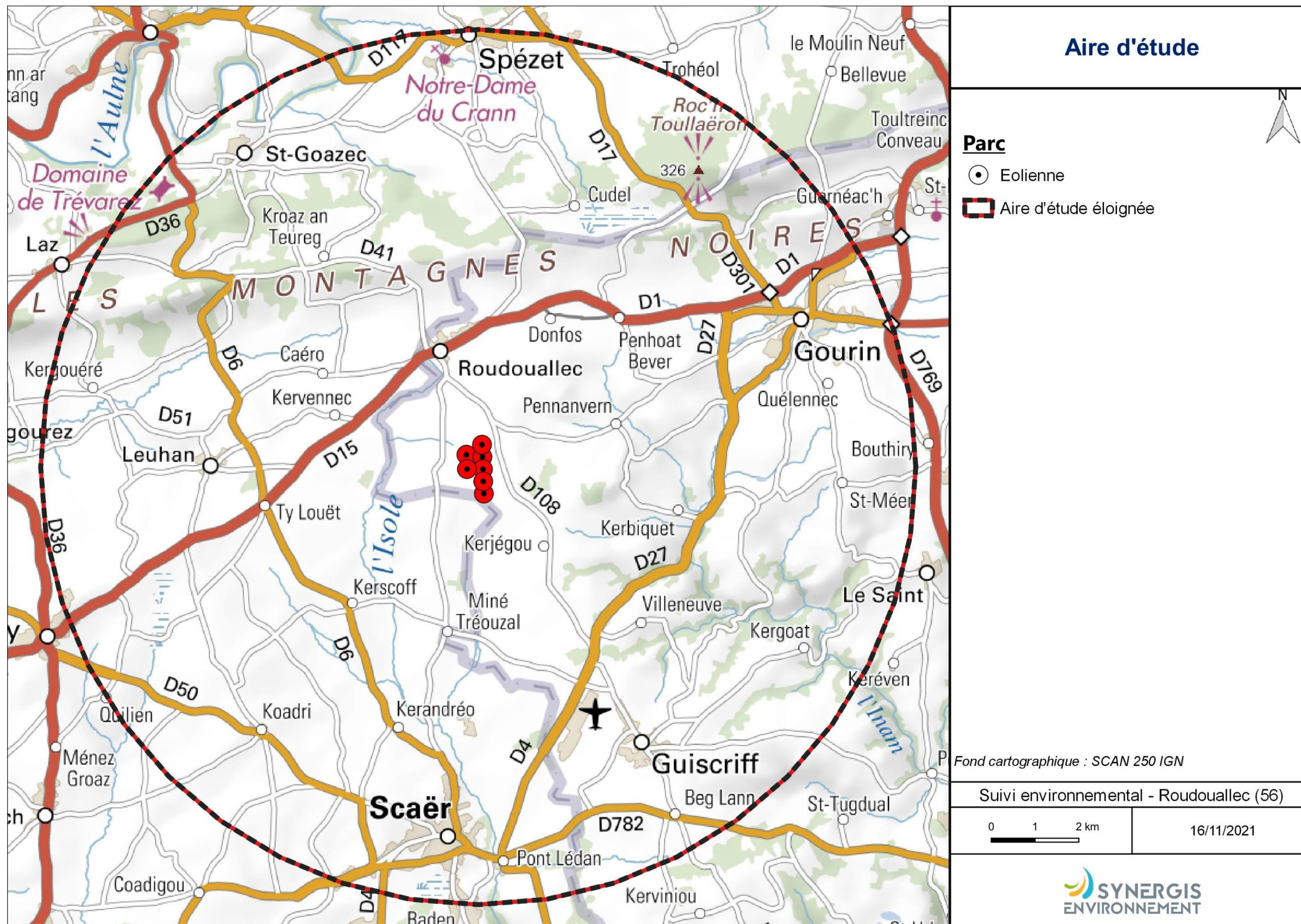


Figure 4 : Localisation de l'aire d'étude éloignée

III.2 Cadrage des suivis

Les cadres méthodologie des deux volets de l'étude (« suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune » et le « suivi en nacelle de l'activité des chiroptères ») 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 fournit par EOLIENNES SUROIT SNC.

III.2.1 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), Eoliennes Suroit SNC a commandé en 2020 un suivi de mortalité des chiroptères au BE Synergis Environnement.

À l'issue de ce suivi, il apparaissait que le parc de Roudouallec avait un impact non négligeable avec 7 cadavres de chiroptères. La mortalité réelle estimée en 2020 sur ce parc éolien était de l'ordre de 78 [7 ; 166] IC80% chiroptères.

Le suivi d'activité des chiroptères en nacelle n'ayant pas été réalisé la même année que le suivi de mortalité, l'inspection ICPE a demandé la réalisation sur la même année (2021) un suivi environnemental complet avec, avec au minimum un suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères et un suivi d'activité des chiroptères en nacelle.

Eoliennes Suroit SNC a missionné Synergis Environnement pour réaliser le suivi environnemental (suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune + suivi de l'activité des chiroptères en nacelles) en 2021, dans le but de répondre à la demande de l'inspection ICPE et évaluer les mesures de bridage présent en conséquence des rapports de suivi de mortalité de 2020 et de suivi d'activité des chiroptères en 2018.

Les résultats sont également à remettre en lien avec le bridage mis en place à la suite du rapport de mortalité de 2020 sous les conditions suivantes :

| Période | Juin à août | Septembre +7 ^e jours d'octobre | | Du 8 ^e jour d'octobre à fin octobre |
|---|--------------------|--|------------------------|---|
| Éolienne | Toutes | E1 | E2, E3, E4, E5, E6, E7 | Toutes |
| Vent | <4,5 m/s | <3,5 m/s | <4,5 m/s | <3,5 m/s |
| Pluie | <0,83 mm/10 min | <0,83 mm/10 min | <0,83 mm/10 min | <0,83 mm/10 min |
| T° | >9 °C | >9 °C | >9 °C | >5 °C |
| Horaire par rapport au coucher de soleil | -0 h 30 à + 4 h 30 | -0 h 30 à + 4 h 30 | -0 h 30 à + 4 h 30 | -0 h 30 à + 4 h 30 |

III.3 Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères

III.3.1 Rappel de la commande

Il s'agit d'un suivi à hauteur de nacelle. Un enregistrement de l'activité des chiroptères doit être réalisé en continu (sans échantillonnage) entre les semaines 18 à 43 (début mai à fin octobre). Le suivi concerne l'éolienne E3. À noter que l'accès aux nacelles ne peut se faire sans une personne habilitée. Ainsi, la mise en place des Batcorder sur le parc de Roudouallec s'est faite en présence du personnel de la société wpd windmanager France SAS.

III.3.2 Protocole mis en œuvre

III.3.2.1 Principe d'écholocation chez les chauves-souris et suivis par acoustique

Les chauves-souris européennes utilisent le principe du sonar, appelé écholocation, pour se déplacer et pour chasser. Elles émettent ainsi des ultrasons qui leur permettent de se déplacer dans la nuit. En effet, les ultrasons (non audible pour l'oreille humaine) rebondissent sur les obstacles ou les proies et leurs échos sont captés par les chauves-souris au niveau des oreilles. C'est cet écho qui va leur permettre d'évaluer la distance et la forme des objets détectés (BARATAUD, 2015). En plus de ces ultrasons, les chiroptères peuvent également émettre des « cris sociaux » qui sont des cris de communication et qui sont audibles par l'homme. Les ultrasons sont émis soit avec le nez dans le cas des rhinolophes, soit avec la bouche dans le cas des vespertiliens.

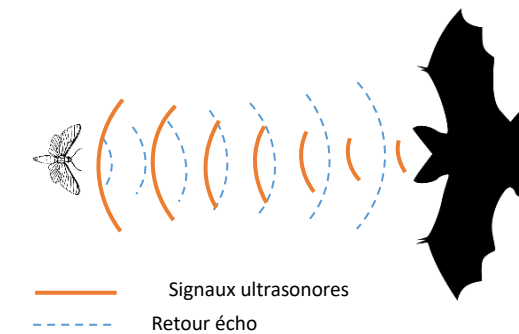


Figure 5 : Principe de l'écholocation des chiroptères

Chaque espèce possède des gammes de signaux qui lui sont propres. Il est alors possible d'identifier une espèce à partir de signaux ultrasonores enregistrés. Toutefois, en fonction du contexte, il peut exister des recouvrements (signaux ayant les mêmes caractéristiques), rendant l'identification plus délicate (BOONMAN & al., 1995 ; SIEMERS ET SCHNITZLER, 2000).

Ainsi, le suivi des chiroptères par acoustique, à l'aide d'un enregistreur d'ultrasons à hauteur de nacelle, permet donc de déterminer les espèces présentes sur le parc en analysant les signaux obtenus. Ainsi, en plus de l'espèce, il peut être relevé si l'individu capté est en chasse ou transit grâce à la structure et le rythme des signaux émis.

III.3.2.2 Écoute en nacelle

III.3.2.2.1 Matériel utilisé

Selon la révision 2018 du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE, 2018), les dispositifs automatisés de suivi d'activité en nacelle doivent pouvoir enregistrer sur l'ensemble de la nuit, sur l'intégralité de la saison. Ils doivent également capter la totalité des signaux acoustiques des chauves-souris.

Il a ainsi été choisi d'utiliser un GSM-Batcorder, développé par EcoObs, qui répond à tous les critères précédents. Ce dispositif est conçu spécialement pour l'écoute prolongée des chauves-souris en nacelle. Il est composé de :

- 1 - Un GSM-Batcorder (10 x 17 x 3 cm)
- 2 - Une batterie (7 x 10 x 5 cm ; taille du fil : 46 cm)
- 3 - Un microphone en disque (partie extérieure : 10 cm ; grand disque : 14 cm ; longueur du fil : 60 cm)
- 4 - Une alimentation (longueur du fil : 1,75 m)
- 5 - Une barre de fixation (8 x 25 x 4 cm)

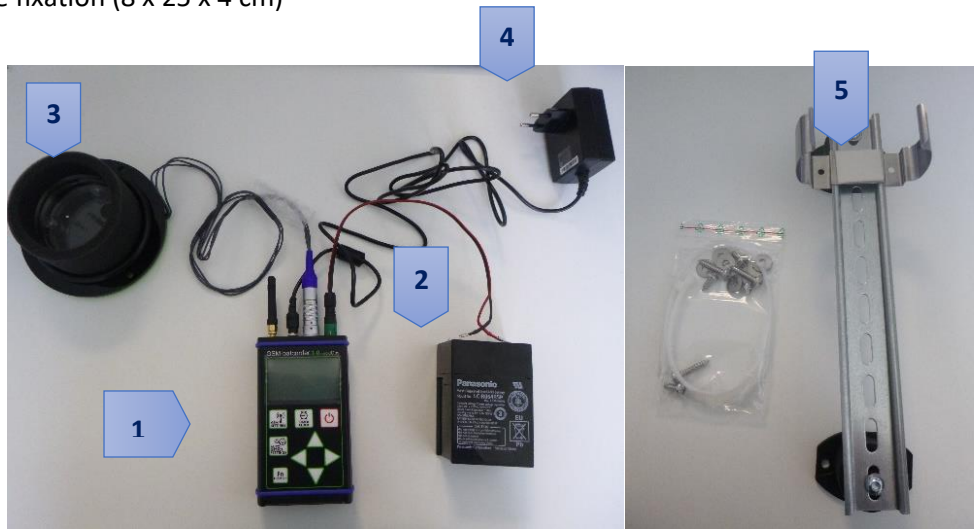


Figure 6 : À gauche : ensemble du matériel d'enregistrement ; À droite : barre de fixation

III.3.2.2.2 Installation

Le module GSM-Batcorder, pour 2021, un appareil neuf, se place donc dans la nacelle de l'éolienne E3. La barre de fixation est attachée au sol de la nacelle avec quatre vis, fournies, d'une longueur de 1,2 cm. Cela nécessite donc de percer dans la tôle de la nacelle. Le boîtier vient par la suite se clipser sur la barre de fixation. La batterie vient se positionner à côté du boîtier et peut être fixée sur la barre à l'aide de collier de serrage en plastique. Dans le cas du microphone en disque, un trou de 10 cm de diamètre doit être percé dans le sol de la nacelle. Le micro ressort ainsi sous la nacelle et le disque de plus grand diamètre vient fermer le trou. Celui-ci est également fixé dans la tôle grâce à trois vis de 2,8 cm. Un joint est présent afin d'empêcher l'eau et l'air de rentrer dans la nacelle.

Dans notre cas, le module a été installé dans la nacelle de l'éolienne E3 du parc éolien de Roudouallec.

Fonctionnement

Le fonctionnement du Batcorder est simple. Différents paramétrages sont réglables directement via le boîtier : heures d'enregistrement, durée minimale de ces derniers, seuil de fréquences... Le boîtier enregistre sur une carte SD les séquences. Une carte SIM peut être insérée dans le Batcorder et permet ainsi à celui-ci d'envoyer après chaque nuit un SMS de statut de l'appareil. Il est également possible de changer les paramétrages du boîtier en cours de saison via l'envoi de SMS avec ce dernier.

Une fois l'enregistreur paramétré et installé dans la nacelle, celui-ci est autonome. En effet, en journée, le Batcorder est alimenté par la prise secteur et recharge en même temps la batterie sur laquelle il est également branché. Lorsqu'il est en « dormance », il est possible d'accéder aux données qu'il a enregistrées. Il se déclenche lui-même aux horaires programmés pour enregistrer. À ce moment-là, il se coupe de l'alimentation secteur pour basculer sur la batterie. Il n'est également plus possible d'accéder aux données qu'il a acquises. Il rebascule sur l'alimentation secteur à sa mise en « dormance » et envoie un SMS à ce moment.

III.3.2.3 Analyse des signaux et identification des espèces

Plusieurs centaines de séquences sont obtenues à la fin de l'étude. Cependant, toutes ne correspondront pas à l'enregistrement de chauves-souris, mais à des bruits « parasites » dus à l'éolienne. Le logiciel BcAdmin couplé au logiciel BatIdent (EcoObs) permet de faire le tri dans ces fichiers-ci.

Une fois les fichiers du Batcorder intégrés à la base de données de BcAdmin, le logiciel analyse les séquences et BatIdent fait une analyse automatique de celles-ci.

BatIdent est conçu pour donner un indice de confiance pertinent, en pourcentage pour chacune de ses déterminations. Il est toutefois important de vérifier dans les séquences dites « parasites » qu'il n'y a pas de chauves-souris dessus.

La détermination manuelle, à l'aide de l'onglet « visualisation » du logiciel BcAdmin, permet d'obtenir des informations plus précises telles que les fréquences initiales et terminales, les intervalles entre les signaux ..., afin d'identifier l'espèce dont il est question sur l'enregistrement.

Cependant, il n'est pas toujours possible d'aboutir à une espèce sur certains fichiers, due à une mauvaise qualité de l'enregistrement, à des signaux de trop faible intensité ou encore à l'absence de critère discriminant. Dans ce cas, l'identification ne va pas plus loin que le genre et c'est le nom du groupe d'espèce qui est retenu. Les différents groupes d'espèces possibles sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Regroupement d'espèces possibles

| Groupe d'espèces | Espèces comprises |
|------------------|---|
| P35 | Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>) Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>) |
| P40 | Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>) Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) |
| P50 | Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>) |
| Plecotus sp | Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>) Oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>) |
| Myotis sp | Tous les Murins |
| Sérotule | Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>) Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>) Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>) |

Lors de l'analyse des risques, c'est l'espèce la plus sensible du groupe qui sera alors retenue.

Une fois l'ensemble identifié, les résultats sont convertis en nombre de contact par heure afin de lisser les biais liés au temps d'écoute. De plus, afin de lisser les biais liés à la distance de détection des espèces, il est choisi d'appliquer un coefficient de correction par espèce. En effet, la distance de détection s'avère différente en fonction des espèces. Un petit rhinolophe ne sera pas capté au-delà de 5m du micro tandis qu'une noctule commune sera enregistrée jusqu'à 150m. La probabilité de contacter une noctule commune sera donc beaucoup plus élevée que celle de rencontrer un petit rhinolophe. Les coefficients appliqués seront ceux préconisés par Michel Barataud dans son livre « Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe » (2015).

Il est également important de noter qu’une absence de contact ne signifie pas forcément une absence de l’espèce sur le site étudié (MOTTE & LIBOIS, 2002), mais peut-être lié à de la non-détection.

Tableau 4 : Tableau des distances de détection des chauves-souris en fonction des espèces et leur coefficient de détectabilité en fonction du milieu

| milieu ouvert ou semi-ouvert | | | | sous-bois | | | |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Intensité d'émission | Espèces | distance détection (m) | coefficient détectabilité | Intensité d'émission | Espèces | distance détection (m) | coefficient détectabilité |
| très faible à faible | <i>Rhinolophus hipposideros</i> | 5 | 5,00 | très faible à faible | <i>Rhinolophus hipposideros</i> | 5 | 5,00 |
| | <i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i> | 10 | 2,50 | | <i>Plecotus spp.</i> | 5 | 5,00 |
| | <i>Myotis emarginatus</i> | 10 | 2,50 | | <i>Myotis emarginatus</i> | 8 | 3,13 |
| | <i>Myotis alcathoe</i> | 10 | 2,50 | | <i>Myotis nattereri</i> | 8 | 3,13 |
| | <i>Myotis mystacinus</i> | 10 | 2,50 | | <i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i> | 10 | 2,50 |
| | <i>Myotis brandtii</i> | 10 | 2,50 | | <i>Myotis alcathoe</i> | 10 | 2,50 |
| | <i>Myotis daubentonii</i> | 15 | 1,67 | | <i>Myotis mystacinus</i> | 10 | 2,50 |
| | <i>Myotis nattereri</i> | 15 | 1,67 | | <i>Myotis brandtii</i> | 10 | 2,50 |
| | <i>Myotis bechsteinii</i> | 15 | 1,67 | | <i>Myotis daubentonii</i> | 10 | 2,50 |
| | <i>Barbastella barbastellus</i> | 15 | 1,67 | | <i>Myotis bechsteinii</i> | 10 | 2,50 |
| moyenne | <i>Myotis oxygnathus</i> | 20 | 1,25 | moyenne | <i>Barbastella barbastellus</i> | 15 | 1,67 |
| | <i>Myotis myotis</i> | 20 | 1,25 | | <i>Myotis oxygnathus</i> | 15 | 1,67 |
| | <i>Plecotus spp.</i> | 20 | 1,25 | | <i>Myotis myotis</i> | 15 | 1,67 |
| | <i>Pipistrellus pygmaeus</i> | 25 | 1,00 | | <i>Pipistrellus pygmaeus</i> | 20 | 1,25 |
| | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | 25 | 1,00 | | <i>Miniopterus schreibersii</i> | 20 | 1,25 |
| | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | 25 | 1,00 | | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | 25 | 1,00 |
| | <i>Pipistrellus nathusii</i> | 25 | 1,00 | | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | 25 | 1,00 |
| | <i>Miniopterus schreibersii</i> | 30 | 0,83 | | <i>Pipistrellus nathusii</i> | 25 | 1,00 |
| forte | <i>Hypsugo savii</i> | 40 | 0,63 | forte | <i>Hypsugo savii</i> | 30 | 0,83 |
| | <i>Eptesicus serotinus</i> | 40 | 0,63 | | <i>Eptesicus serotinus</i> | 30 | 0,83 |
| très forte | <i>Eptesicus nilsonii</i> | 50 | 0,50 | très forte | <i>Eptesicus nilsonii</i> | 50 | 0,50 |
| | <i>Eptesicus isabellinus</i> | 50 | 0,50 | | <i>Eptesicus isabellinus</i> | 50 | 0,50 |
| | <i>Vespertilio murinus</i> | 50 | 0,50 | | <i>Vespertilio murinus</i> | 50 | 0,50 |
| | <i>Nyctalus leisleri</i> | 80 | 0,31 | | <i>Nyctalus leisleri</i> | 80 | 0,31 |
| | <i>Nyctalus noctula</i> | 100 | 0,25 | | <i>Nyctalus noctula</i> | 100 | 0,25 |
| | <i>Tadarida teniotis</i> | 150 | 0,17 | | <i>Tadarida teniotis</i> | 150 | 0,17 |
| | <i>Nyctalus lasiopterus</i> | 150 | 0,17 | | <i>Nyctalus lasiopterus</i> | 150 | 0,17 |

Source : Barataud, 2015

Le but de ces analyses est de quantifier la richesse spécifique et l’activité des espèces sur le site. Ces informations sont également cartographiées et représentées graphiquement.

Le niveau d’activité des chauves-souris ainsi que le niveau de richesse spécifique en altitude sont définis selon les tableaux suivants :

Tableau 5 : Calcul du niveau d'activité en altitude

| Niveau d'activité | Nb de contact / h |
|-------------------|-------------------|
| Nul à très faible | <0,4 |
| Faible | 0,4≤<1 |
| Moyen | 1≤<2 |
| Fort | 2≤<3 |
| Très fort | ≥3 |

Tableau 6 : Calcul du niveau de richesse spécifique

| Richesse spécifique | Nombre d'espèces |
|---------------------|------------------|
| Nulle à très faible | 0 à 2 |
| Faible | 3 à 4 |
| Moyenne | 5 à 7 |
| Forte | 8 à 10 |
| Très forte | >10 |

Pour chaque espèce, le seuil d’activité sera toutefois hiérarchisé selon les niveaux établis pour la région Bretagne.

Le seuil d’activité est calculé en multipliant le nombre de contacts par le coefficient de détectabilité.

Tableau 7 : Évaluation du seuil d'activité en altitude pour chaque espèce de chauves-souris en Bretagne

| Espèce | Indice de détectabilité | Niveau d'abondance en Bretagne | Seuil d'activité en altitude (n = nb contact / h) | | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---|------------------|------------------|------------------|-----------|
| | | | Nul à très faible | Faible | Moyen | Fort | Très fort |
| Pipistrelle commune | Moyen | Commune à très commune | n < 0,16 | 0,16 ≤ n < 0,64 | 0,64 ≤ n < 1,2 | 1,2 ≤ n < 2,4 | 2,4 ≤ n |
| Pipistrelle de Kuhl | Moyen | Commune | n < 0,08 | 0,08 ≤ n < 0,32 | 0,32 ≤ n < 0,6 | 0,6 ≤ n < 1,2 | 1,2 ≤ n |
| Pipistrelle de Nathusius | Moyen | Peu commune | n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,08 | 0,08 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n |
| Pipistrelle pygmée | Moyen | Rare | n < 0,01 | 0,01 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,075 | 0,075 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n |
| Barbastelle d'Europe | Faible | Peu commune | n < 0,004 | 0,004 ≤ n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,06 | 0,06 ≤ n |
| Sérotine commune | Fort | Commune | n < 0,12 | 0,12 ≤ n < 0,48 | 0,48 ≤ n < 0,9 | 0,9 ≤ n < 1,8 | 1,8 ≤ n |
| Noctule commune | Très fort | Rare | n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,08 | 0,08 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n |
| Noctule de Leisler | Très fort | Rare | n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,08 | 0,08 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n |
| Sérotine bicolore | Très fort | Anecdotique | n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,08 | 0,08 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n |
| Grande Noctule | Très fort | Anecdotique | n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,08 | 0,08 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n |
| Oreillard roux | Fort (milieu ouvert) | Assez commune | n < 0,06 | 0,06 ≤ n < 0,24 | 0,24 ≤ n < 0,45 | 0,45 ≤ n < 0,9 | 0,9 ≤ n |
| Oreillard roux | Moyen (milieu semi-ouvert) | Assez commune | n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,16 | 0,16 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n < 0,6 | 0,6 ≤ n |
| Oreillard roux | Faible (milieu fermé) | Assez commune | n < 0,01 | 0,01 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,075 | 0,075 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n |
| Oreillard gris | Fort (milieu ouvert) | Assez commune | n < 0,06 | 0,06 ≤ n < 0,24 | 0,24 ≤ n < 0,45 | 0,45 ≤ n < 0,9 | 0,9 ≤ n |
| Oreillard gris | Moyen (milieu semi-ouvert) | Assez commune | n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,16 | 0,16 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n < 0,6 | 0,6 ≤ n |
| Oreillard gris | Faible (milieu fermé) | Assez commune | n < 0,01 | 0,01 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,075 | 0,075 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n |
| Grand Rhinolophe | Faible | Peu commune | n < 0,004 | 0,004 ≤ n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,06 | 0,06 ≤ n |
| Petit Rhinolophe | Faible | Peu commune | n < 0,004 | 0,004 ≤ n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,06 | 0,06 ≤ n |
| Murin d'Alcathoe | Faible | Peu commune | n < 0,004 | 0,004 ≤ n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,06 | 0,06 ≤ n |
| Murin de Bechstein | Faible | Peu commune | n < 0,004 | 0,004 ≤ n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,06 | 0,06 ≤ n |
| Murin à Orelles échancrées | Faible | Peu commune | n < 0,004 | 0,004 ≤ n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,06 | 0,06 ≤ n |
| Murin de Natterer | Faible | Assez commune | n < 0,01 | 0,01 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,075 | 0,075 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n |
| Murin à moustaches | Faible | Assez commune | n < 0,01 | 0,01 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,075 | 0,075 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n |
| Murin de Daubenton | Faible | Commune | n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,08 | 0,08 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n |
| Grand Murin | Moyen (milieu ouvert et semi-ouvert) | Peu commune | n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,08 | 0,08 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n < 0,3 | 0,3 ≤ n |
| Grand Murin | Faible (milieu fermé) | Peu commune | n < 0,004 | 0,004 ≤ n < 0,02 | 0,02 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,06 | 0,06 ≤ n |
| Minioptère de Schreibers | Moyen | Rare | n < 0,01 | 0,01 ≤ n < 0,04 | 0,04 ≤ n < 0,075 | 0,075 ≤ n < 0,15 | 0,15 ≤ n |

Légende :

| | | | |
|-------------|---------------|--------------------|--------------|
| | | | |
| tout milieu | milieu ouvert | milieu semi-ouvert | milieu fermé |

III.4 Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité

III.4.1 Protocoles de terrain proposés

Le principe de départ est simple, il consiste à parcourir une surface-échantillon adaptée autour de chaque éolienne afin de détecter les cadavres associés à la mortalité éolienne.

L’échantillonnage peut se faire en carré ou en cercle, de longueur ou diamètre de 100 m ou du diamètre du rotor pour les éoliennes à pales de plus de 50 m. Seules les zones avec une végétation suffisamment ouverte sont prises en compte.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacés de 5 à 10 m pour couvrir la totalité de celle-ci. Le temps de prospection attendu est de 30 à 45 minutes pour une surface-échantillon de base.

Cependant, trois facteurs principaux mènent à une sous-estimation de la mortalité, en se contentant de compter les oiseaux et les chiroptères trouvés morts au pied des éoliennes (Dulac, 2008) :

- ✓ La disparition des cadavres entre le moment où l'oiseau ou la chauve-souris tombe et le moment de la recherche sur le terrain (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages, dégradation rapide par les fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours)
- ✓ La difficulté à repérer les animaux, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute
- ✓ La réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales

On peut aussi évoquer la mortalité différée (animal blessé se déplaçant largement hors de l'aire de recherche avant de décéder), qui n'est actuellement pas évaluée

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

La prédation se produit essentiellement au cours du jour (prédateurs et charognards nocturnes ou crépusculaires en début et fin de journée, et des aurores à la tombée de la nuit pour les prédateurs et charognards diurnes). En pleine nuit, la prédation est limitée aux espèces réellement nocturnes.

La prospection doit se faire le plus tôt possible afin de limiter cette prédation.

La détectabilité diminue si la luminosité est trop faible, il n'est donc pas possible de commencer aux aurores. La prospection doit donc 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, 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.

III.4.2 Prise en compte des biais

Pour compléter la prise en compte des facteurs évoqués précédemment, sources de biais, des coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain.

Winkelman a le premier intégré (1989, 1992) ces coefficients correcteurs (in Dulac, 2008). Le principe a été repris et amélioré par la suite. Une formule résume la prise en compte de ces coefficients par Winkelman :

$$N_{\text{estimé}} = C / (p \cdot d) \cdot A$$

$N_{\text{estimé}}$: = nombre de cadavres total

C = nombre de cadavres comptabilisés

d = taux de détection

p = taux de persistance durant l'intervalle de suivi

A = coefficient correcteur de surface = $S_{\text{ap}} / S_{\text{p}}$

S_{p} : Surface prospectée

S_{ap} : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100m*100m)

III.4.2.1 Mortalité détectée et attribuable à l'éolienne

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

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 = $N_a - N_b$

Trois coefficients pondérateurs sont appliqués afin de corriger les biais de la méthodologie.

III.4.2.2 Coefficient de détectabilité (d)

Ce coefficient correspond à l'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres sur une surface donnée, avec un couvert identifié.

Il est déterminé à partir d'un test mené en parallèle au suivi en tant que tel. Il est compris entre 0 (aucun cadavre détecté) à 1 (tous les cadavres sont retrouvés).

III.4.2.3 Durée de persistance (\bar{t})

Il remplace p , proportion de cadavres restant à la fin de l'intervalle de suivi, auquel il est lié, dans les calculs plus développés des estimateurs retenus.

Ce coefficient correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre avant sa disparition (tout en considérant qu'au-delà de plus de 2 semaines, la prédation d'un cadavre par un charognard devient presque nulle).

III.4.2.4 Pondération de surface de prospection

En théorie la surface prospectée est minimum de 1 ha (100m*100m) pour un carré et de 0,78 ha pour un cercle. En pratique, des éléments comme une végétation trop haute, un traitement par biocide au mauvais moment, etc., empêchent l'observateur d'accéder à certaines parcelles.

Afin de prendre en compte les surfaces pour lesquelles aucune prospection n'est effectuée, un coefficient A est calculé en divisant la surface réellement prospectée (S_p) par la surface théorique de prospection (S_{ap} = 100m*100m). Cette pondération est actualisée chaque prospection et pour chaque éolienne.

L'évolution des cultures est souvent le facteur principal de modification des surfaces prospectées. Une parcelle ayant un couvert végétal supérieur à 30 cm de haut est systématiquement non prospectée, la détection diminuant alors très fortement.

III.4.2.5 Estimateurs de mortalité utilisés

Formule d'Erickson

Dans la méthode d'Erickson, le taux de persistance des cadavres, de la formule initiale de Winkelman, est remplacé par la durée moyenne de persistance. L'avantage de cette méthode est de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi vaut 0 (intervalle de suivi long).

La formule d'Erickson (ERICKSON & al., 2000 in DULAC, 2008) est la suivante :

$$N = \frac{I \times C}{\bar{t} \times d} \times A$$

I est la fréquence de passage en jour. C est le nombre de cadavres trouvés. A est le coefficient de correction de surface. d est le coefficient de détectabilité. \bar{t} est la durée moyenne de persistance des cadavres.

Formule de Jones

Pour son estimation de la mortalité, Jones et al. (in DULAC 2008) propose une méthode de calcul en retravaillant la valeur du paramètre de la persistance des cadavres. Il considère que la mortalité est constante dans le temps et que la persistance des cadavres suit une loi exponentielle négative. Cette méthode suppose que la probabilité moyenne de disparition d'un cadavre sur l'intervalle est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé au milieu de l'intervalle de temps. Ainsi, la valeur de p est définie par l'équation suivante :

$$p = \exp(-0.5 \times I/\bar{t})$$

$$N = \frac{c}{d \times \exp(-0.5 \times I/\bar{t}) \times \hat{e}} \times A$$

Avec coefficient correcteur d'intervalle effectif : $\hat{e} = \frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$

Jones *et al.* ajoutent la notion d'intervalle effectif en considérant que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est pas tombé au début de l'intervalle, mais plus probablement au cours de cet intervalle. Il convient donc de redéfinir l'intervalle réellement suivi appelé intervalle effectif \hat{I} qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1%.

Sa valeur vaut donc : $\hat{I} = \log(-0,01 \times \bar{t})$

Pour les calculs, la valeur de I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} (CORNUT & VINCENT, 2010 in DULAC 2008).

Formule de Huso

Huso part de la formule de Jones (HUSO, 2010 in DULAC 2008), mais elle considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Elle considère également que la mortalité est constante.

$$p = \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I}$$

$$\text{D'où : } N = \frac{c}{d \times \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \times A$$

De même, dans les calculs, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} .

III.4.3 Rappels théoriques

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec le traitement statistique et probabiliste, les résultats donnés par les estimateurs peuvent paraître étonnants, voire incohérents. En premier lieu, les calculs donnent des résultats décimaux (qui sont arrondis dans le texte), pour des nombres de cas de mortalité. De plus, les estimateurs fonctionnent sur un certain nombre de probabilités estimées à partir des données de terrain. Afin de rendre compte de la variabilité potentielle des situations initiales, de nombreux cas théoriques sont simulés.

Par exemple, si 10 cadavres sont retrouvés, ça peut correspondre à 10 cas effectifs de mortalité, comme à 100 cas effectifs.

En simulant à de nombreuses reprises les possibilités correspondant à un ensemble de données, par tirage aléatoire d'une mortalité théorique, il est possible d'établir 3 éléments :

- ✓ La médiane, cas théorique le moins extrême. Il y a autant de cas théoriques avec une mortalité moindre qu'avec une mortalité supérieure.
- ✓ L'intervalle de confiance (IC) de 80%, borné par 2 valeurs (IC 10 et IC 90), qui indique que 80% des cas théoriques testés sont situés entre les 2 bornes. Dans la plupart des cas, la situation réelle est dans cet intervalle. Plus cet intervalle est grand, moins les résultats sont certains. Cet intervalle, dans ce contexte, joue le rôle de définir le minimum et le maximum.
- ✓ L'intervalle de confiance de 95%, borné par les 2 valeurs (IC 2,5 et IC 97,5). Il indique donc que 95% des cas théoriques testés sont situés entre ces 2 bornes.

Comme il s'agit de cas théoriques, il est toujours possible de proposer des cas extrêmes ayant d'infimes probabilités de convenir à la situation réelle. En cela, les cas ne peuvent être bordés par un minimum ou un maximum calculé absolu (quoique la mortalité ne pouvant être négative, la borne inférieure peut mathématiquement atteindre 0, minimum absolu).

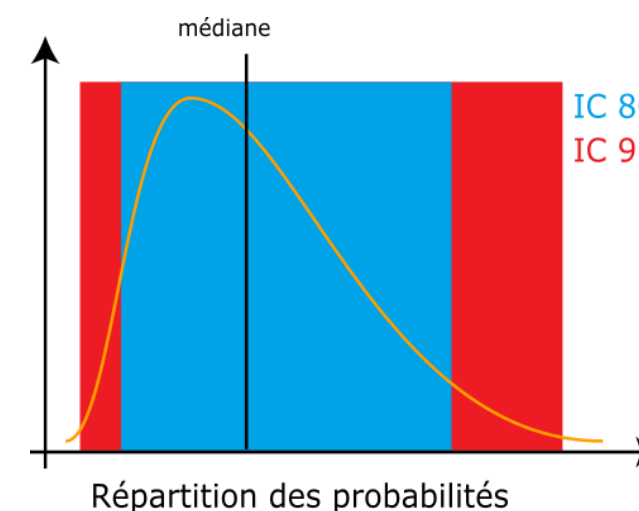


Figure 7 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

Les estimateurs travaillant avec des séries aléatoires de cas théoriques pour tester les possibilités, la même estimation faite 2 fois conduira à des résultats légèrement différents.

Les estimateurs ne calquent pas les bornes inférieures des intervalles sur le nombre de cas réellement enregistrés. Il est donc possible que le calcul indique une borne inférieure au nombre de cas. Quand il est fait état de l'intervalle, ce sont les limites calculées qui sont indiquées. Quand il est évoqué le chiffre réel, la borne inférieure est ajustée au nombre de cas réellement enregistrés.

III.4.4 Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement

Le protocole de terrain reprend la méthodologie employée lors du suivi de 2020.

III.4.4.1 Protocole de terrain retenu

Le suivi se fait sur un carré de 100 m de côté centré sur chaque éolienne. Ces quadrats (carré de 100m par 100m) sont les mêmes que ceux suivis lors du suivi de mortalité de 2020.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacés de 10 m pour couvrir celle-ci. Toutes les zones avec une végétation de plus de 30 cm de haut sont écartées.

Le suivi court de mi-mai 2021 à fin octobre 2021 (semaine 20 à semaine 43) et à lieu une fois par semaine le lundi.

III.4.4.2 Prise en compte du type de surface

Comme chacun peut se l'imaginer, il n'est pas aussi facile de chercher un objet sur une surface goudronnée que dans 30 cm d'herbe. Partant de ce constat, il est apparu logique de traiter de façon différenciée les différents types de surface dans les processus de suivi, de test et d'analyse.

Pour ceci, 5 types de surface sont définis :

- ✓ Surfaces planes (voiries, certaines plateformes, champs labourés nivelés)
- ✓ Végétation basse (moins de 15 cm, moins de 25 cm avec un port dressé et un recouvrement inférieur à 20%, sol nu très irrégulier)
- ✓ Végétation moyenne (plus de 15 cm ou plus de 25 avec port dressé, mais moins de 30 cm de hauteur moyenne)
- ✓ Végétation haute (plus de 30 cm, mais pouvant être parcouru)
- ✓ Inaccessible (fourré dense, zone clôturée...), donc non prospectable

Seules les 3 premières sont prises en compte en pratique dans le suivi, la quatrième pouvant néanmoins révéler des espèces de grande taille.

Ce type de surface varie au fil du temps. Chaque quadrat prospecté peut donc être divisé, à chaque prospection, en plusieurs polygones avec des types de surface différents. Ceci est relevé à chaque fois, afin de pouvoir suivre l'évolution des types de couverts.

Tableau 8 : Exemple de notation des types de couverts pour une éolienne

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

III.4.4.3 Test de détection

Le test de détection permet d'établir le coefficient de détectabilité. Celui-ci est personnel, associé à un intervenant. Il varie aussi selon l'occupation du sol (couvert végétal).

III.4.4.3.1 Limites du test de détection du protocole

Le test originel est prévu pour chaque intervenant, au moins 2 fois, pour et sur chaque site, dans des conditions réelles, sans que l'intervenant soit prévenu, avec un nombre suffisant de leurres posés.

Dans les faits, deux aspects importants se conjuguent, qui limitent la portée :

- ✓ L'aspect surprise est vite éventé ; dès qu'un intervenant observe un leurre, il intègre 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 de tester avec de faibles quantités.
- ✓ Le développement de la végétation au fil des semaines est 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 (maximum 2-3 semaines 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). Avec en outre la distance, l'organisation devient complexe, et les contraintes techniques et financières peuvent amener à ne pas se conformer strictement au protocole, surtout quand plusieurs parcs différents sont pris en charge.

Il apparaît également raisonnable de penser que la capacité de détection d'un observateur est globalement la même entre deux jeunes champs de maïs de même développement ou entre deux plateformes gravillonnées.

III.4.4.3.2 Adaptation du test de détection

Synergis Environnement a mis en place une méthodologie de test alternatif, qui permet d'optimiser la définition du coefficient de détectabilité tout comme l'organisation des tests.

Hormis le constat de départ sur le test de détection, il a été choisi de prendre en compte la variation du coefficient de détectabilité selon le type de surface (III.4.4.2).

Le test de détection adapté est calqué sur le test originel, avec pour différences :

- ✓ La surface totale est généralement inférieure à 1 ha, elle comprend un ou plusieurs types de surface.
- ✓ La disposition des leurres est tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire avec distance minimale de 4m) afin de limiter le biais testeur. Elles sont lâchées en l'air au point prévu.
- ✓ Le test est chronométré, avec des temps minimal et maximal définis selon la surface du test en proportion des surfaces réelles (base 1h/ha). Ceci limite le biais observateur averti, puisque celui-ci, au courant par principe du test en cours, ne peut augmenter sensiblement son temps de recherche et ainsi intensifier celle-ci.
- ✓ Le nombre de leurres cumulés sur plusieurs tests augmente la fiabilité du coefficient de détectabilité (en principe 20 à 30 leurres par test).

Trois types de leurres sont utilisés : tissu (forme en tissu marron), fibre (forme en fibres brunes non tissées) et réaliste (confectionné avec des plumes de ramier ou de corneille). Les résultats des tests permettent de comparer les différents leurres en vue de l'amélioration de ceux-ci.

Le nombre de tests adaptés n'est pas limité (modalités pratiques de mise en place moins lourdes). Un cumul des tests sur plusieurs années est aussi prévu. Un test sur site est généralement réalisé (pour un intervenant régulier), afin de contrôler la cohérence des résultats (avec séparation des types de surfaces). Des corrections peuvent être appliquées en compensation. Le cumul des tests permet l'obtention d'un plus grand nombre de cadavres utilisés en test de détection. Cette augmentation permet lors des calculs d'obtenir des intervalles de confiance plus réduits et donc plus "justes".



Figure 8 : Leurre fabriqué en tissu
(Source : photo ALTHIS)

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection. Ces tests permettent de définir le coefficient de détectabilité pour chaque intervenant. On obtient donc, pour chaque intervenant, un coefficient de détectabilité pour chaque type de surface, selon le modèle ci-dessous.

Tableau 9 : 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 |

III.4.5 Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert

III.4.5.1 Principe

À chaque type de couvert, et à chaque intervenant est associé un taux de détectabilité spécifique.

À chaque éolienne et à chaque passage est associée une surface par type de couvert.

Il est donc possible de définir pour chaque journée un coefficient moyenné journalier de détectabilité et la surface prospectée journalière. Sur la période de suivi, on peut prendre en compte les moyennes pour le suivi, ce qui donne la surface prospectée moyenne, donc le coefficient correcteur de surface, et le coefficient composite de détectabilité qui sont nécessaires pour la mise en œuvre des calculs.

$$A = \frac{\sum_{i=0}^n \left(\frac{S_p + S_b + S_h}{S_{ap}} \right)}{n}$$

$$d = \frac{\sum_{i=0}^n (d_p \times S_p + d_b \times S_b + d_h \times S_h)}{n}$$

A : Coefficient correcteur de surface

S_p : Surface prospectée journalière en surface plane

S_b : Surface prospectée journalière en végétation basse

S_m : Surface prospectée journalière en végétation moyenne

S_{ap} : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100m*100m)

d : Coefficient composite de détectabilité des observateurs

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

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

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

Tableau 10 : Exemple de calculs de A et d

| Eolienne A | Intervenant | Surface plane | | | Végétation basse | | | Non prospectable | Détectabilité moyenné d | Correction de surface prospectée A |
|---------------|------------------|----------------|----------------|------------------------------------|------------------|----------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------------|---|
| | | S _p | d _p | S _p * d _p | S _b | d _b | S _b * d _b | | | |
| 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.4.5.2 Mise en œuvre

Les 3 estimateurs retenus pour les calculs sont disponibles, pour une mise en œuvre, de façon simple et fiable, sur le site du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/>

Les données sont à fournir sous une forme précise :

- ✓ Le nombre de cas de mortalité est saisi par passage dans un fichier,
- ✓ La durée de persistance par carcasse du test est saisi dans un fichier,
- ✓ 4 autres données sont fournies : l'intervalle entre passages, les nombres de leurres posés et retrouvés pour la détection, et le pourcentage de surface prospectée.

Avec ces éléments, le programme fournit l'estimation médiane et les intervalles de confiance à 95% et 80% pour chaque estimateur. Les 3 modèles utilisés ne sont pas comparés, mais moyennés pour définir la médiane et l'intervalle de confiance à 80%.

III.4.5.3 Utilisation des coefficients de détectabilité composites

L'utilisation du programme du CEFE pour les calculs 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 permet pas d'utiliser directement le programme. On recrée donc des chiffres utilisables avec les taux composites.

Le nombre de leurres 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 calculé. Ceci permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection).

Détection théorique = nombre de leurres utilisés pour les tests x d

Exemple pour 40 leurres aux tests de détection et chiffres du Tableau 5 :

Détection théorique sur l'éolienne E = $40 \times d = 40 \times 0,573 = 22,92$.

Sur l'éolienne E, avec un couvert à 53% plat et 33% bas en moyenne, qui correspond à un taux de détection composite de 57,3%, le test de détection pour 40 leurres aurait théoriquement permis de retrouver 23 leurres.

III.4.6 Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement

III.4.6.1 Moments de la journée

Lors des analyses d'activités des chiroptères précédentes il a été mis en évidence que l'activité des chiroptères se concentre entre -30 min et +4 h30 du coucher du soleil (Ecosphère, 2018). Un bridage sur cette tranche horaire a été mis en place. De ce fait en vue de faciliter les analyses, la journée a été découpée en 5 périodes :

- ❖ Le crépuscule (½ heure avant le coucher du soleil)
- ❖ Le début de nuit (du coucher jusqu'à 4 h30 après le coucher de soleil) -> en lien avec les périodes de bridage découlant de l'activité des chiroptères enregistrée en nacelle
- ❖ Le milieu de nuit (entre le début et la fin)
- ❖ La fin de nuit (à partir de 2 h avant le lever du soleil)
- ❖ La période « journée » (du lever à 9 h, puis de 19 h au crépuscule)

Le crépuscule et le début de nuit forment conjointement la première partie de nuit.

III.4.6.2 Séquences

Les données disponibles issues de mesures (vitesse et orientation du vent, activité de l'éolienne, température de l'air) sont relevées par séquences de 10 minutes. Les séquences renseignent des changements sur un pas de temps beaucoup plus fin que celui du suivi de mortalité, qui est de l'ordre de la semaine. Les moyennes et les extrêmes enregistrés au cours de cet intervalle long ne sont pas très pertinents. Cependant, la séquence n'est pas une échelle de restitution adaptée.

Chaque variable étudiée (vent...) est traduite en données discrètes par séquence. Il est recherché des indicateurs, qui définissent le caractère favorable (pour l'activité des chiroptères) ou non d'une mesure, ou qui simplifient la lecture de la donnée (orientation du vent).

À l'échelle des pas de temps restitués (nuit, semaine, mois), il est possible alors de calculer une fréquence des résultats sur le pas de temps considéré (X % de séquences favorables). Ces indicateurs par pas de temps permettent de les analyser et les comparer.

Une variable mesurée (niveau de vent, de température, d'activité éolienne) est transformée en fréquence de séquence favorable ou non à l'activité des chiroptères ou présentant un danger.

Trois indicateurs sont retenus, pour être utilisés dans l'analyse.

III.4.6.2.1 Vent favorable à l'activité des chiroptères

La limite de vent favorable de référence, pour les chiroptères, est de 7 m/s. Cette limite théorique est issue d'observation chez les pipistrelles (espèces principalement contactées sur le site). Le suivi en nacelle met en évidence que 98% des contacts de chiroptères sur le parc se font sous un vent de 6 m/s. Le bridage mis en place au cours de l'année 2021 est pour des vents de 3,5 m/s ou 4,5 m/s selon les éoliennes et la date. Ces deux valeurs peuvent être prises comme première limite et ajustées au besoin selon les analyses.

Les 3 mesures de vent (minimal, moyen et maximal) sont intégrées dans un même indicateur selon le Tableau 11 suivant.

Tableau 11 : Période de vent favorable à l'activité des chiroptères exemple ici avec des vents de 4,5 m/s

| Mesures du vent | | Conditions de vol | Forme simplifiée |
|------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Vent moyen (< 4,5 m/s) | Vent max. (< 4,5 m/s) | Très favorable | Favorable |
| | Vent max. (> 4,5 m/s) | Favorable | |
| Vent moyen (> 4,5 m/s) | Vent min. (< 4,5 m/s) | Peu favorable | Défavorable |
| | Vent min. (> 4,5 m/s) | Défavorable | |

La fréquence ou le nombre pour chaque catégorie peut ainsi être évalué, donnant une indication générale du potentiel d'activité sur la période considérée.

Cette indication paraît plus fiable, comme le montre l'exemple suivant. Soit une série de 10 séquences où le vent moyen a été mesuré successivement à 2 - 4 - 4 - 3 - 6 - 6 - 8 - 11 - 17 - 19 m/s.

Le minimum est à 2 m/s, le maximum à 19 m/s, la moyenne à 8 m/s et la médiane à 6 m/s.

Retenir la moyenne aboutit à considérer la série comme défavorable, tout comme le maximum. À l'inverse, le minimum donne la série comme extrêmement favorable. La médiane est à 6 m/s, ce qui est déjà plus intéressant, mais ne dit pas si les séquences à plus de 6 sont ou non favorables.

L'application de l'indicateur montre que 60% des séquences sont favorables (sans intégrer les nuances liées aux vents minimaux et maximaux des séquences).

III.4.6.2.2 Danger associé au fonctionnement éolien

Les éoliennes ont une utilisation optimale du vent. Dès que celui-ci est suffisant, elles tournent à un régime assez soutenu, qui donne une vitesse linéaire en extrémité de pale vite supérieure à 80 km/h. Les seuls mouvements peu dangereux sont donc ceux en roue libre à faible vitesse. Il n'y a pas vraiment d'activité intermédiaire. Il est cependant possible de graduer le dépassement d'un seuil, selon s'il concerne les activités maximales, moyennes ou minimales.

Un seuil de 8 tr/min peut être retenu en première instance. La représentation graphique des vitesses de rotation en distribution par classes permet de mettre en évidence la rupture de répartition qui correspond au début de la plage de fonctionnement. Un ajustement du seuil peut être réalisé en conséquence.

Tableau 12 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes

| Vitesse de rotation | | Danger | Forme simplifiée |
|----------------------|----------------------|-------------|------------------|
| Moyenne (< 8 tr/min) | Maximale (< 8tr/min) | Très faible | Très faible |
| | Maximale (> 8tr/min) | Peu élevé | Elevé |
| Moyenne (> 8 tr/min) | Minimale (< 8tr/min) | Elevé | |
| | Minimale (> 8tr/min) | Très élevé | |

La proportion ou le nombre de chaque catégorie peut ainsi être évalué, donnant une indication générale du danger sur la période considérée.

III.4.6.2.3 Vents et activité des éoliennes

Les données fournies par l'exploitant sont utilisées, avec un relevé de vent (vitesses et orientation) et d'activité de l'éolienne toutes les dix minutes du 01/05/2021 au 31/10/2021.

Étant donné également que le vent est un élément important pour l'activité des chauves-souris, dont le maximum d'activité intervient dans la demi-heure précédente et les 4 heures suivant le coucher du soleil, l'analyse porte principalement sur le vent durant cette période. Elle s'appuie sur la division de la journée en 5 périodes (III.4.6.1).

On peut ainsi établir une répartition d'orientation par période, avec des orientations cardinales (NE, E, SE, S, SO, O, NO, N).

IV. CONTEXTE ECOLOGIQUE ET REGLEMENTAIRE

IV.1 Zones naturelles proches

L'étude des zones naturelles aux alentours d'un site éolien peut permettre la mise en évidence de potentiels facteurs influençant les enjeux environnementaux. Une aire d'étude éloignée (AEE) de 10km autour du parc est désignée. La distance de 10km est prise arbitrairement, mais prend en compte la facile capacité de déplacement des espèces volantes étudiées dans ce rapport.

La zone naturelle la plus proche est située à 100m du site éolien (ZNIEFF de type 2). Plus éloigné, dans le rayon de 10 km, quatre ZNIEFF de type 1 et une de type 2 sont présentes, ainsi qu'un APPB et deux sites NATURA 2000.

IV.1.1 Le réseau Natura 2000

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.



En ce qui concerne le parc éolien de Roudouallec, 3 sites Natura 2000 (2 ZSC) sont recensés dans un rayon de 10 km autour de l'aire d'étude éloignée.

Tableau 13 : Liste des sites Natura 2000 localisés dans un rayon de 10 km

| Type | Code | Nom | Superficie | Distance au site | Opérateur |
|------|-----------|--|------------|------------------|----------------|
| ZSC | FR5300006 | Rivière Ellé | 2013 ha | 7 km | DREAL Bretagne |
| ZSC | FR5300003 | Complexe de l'Est des Montagnes noires | 1404 ha | 8 km | DREAL Bretagne |
| ZSC | FR5300041 | Vallée de l'Aulne | 3559 ha | 9 km | DREAL Bretagne |

IV.1.1.1 Zone Spéciale de Conservation

IV.1.1.1.1 FR5300006 – Rivière Ellé

Le site est désigné comme Zone Spéciale de Conservation (ZSC) par un arrêté du 04/05/2007.

Le cours moyen offre une très grande diversité de paysages riverains : coteaux abrupts avec affleurements schisteux, landes sèches, boisements mixtes anciens, éboulis périglaciaires ; prairies à hautes herbes, prairies pâturées, boisements tourbeux ; localement, des chaos rocheux parsèment le lit de la rivière, en situation très encaissée, ombragée, à forte hygrométrie permanente.

Ensemble fluvial de très grande qualité caractérisé par les groupements à renoncules (annexe I) et accueillant une importante population reproductrice de Saumons atlantiques (annexe II) ainsi qu'une population sédentaire et reproductrice de Loutre d'Europe (annexe II) sur l'ensemble du bassin en amont de Quimperlé.

Les bas-marais des têtes de bassin versant, en particulier les marais de Plouray, sont remarquables par leur étendue, la diversité phytocénotique, et la composition du cortège floristique et faunistique associés : bas-marais, landes mésophiles (annexe I) et landes humides tourbeuses à sphaignes (habitat prioritaire), notamment, avec plusieurs stations de la Sphaigne de la Pylaie, espèce présente uniquement en Bretagne et en Espagne (Galice et Asturies) pour l'Europe.

L'étang de Priziac, zone humide complexe, accueille en particulier une des rares stations françaises de la Lobélie de Dortmann (protection nationale), espèce inféodée aux étangs oligotrophes à eaux claires (annexe I) à fond sableux, se découvrant à l'étiage, et, à ce titre, indicatrice de la qualité du milieu.

Tableau 14 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300006 »

| Code habitat N2000 | Désignation de l'habitat | Surfaces concernées (ha) |
|--------------------|--|--------------------------|
| 3110 | Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (<i>Littorelletalia uniflorae</i>) | 5,65 |
| 3260 | Rivières des étages planitaires à montagnards avec végétation du <i>Ranunculion fluitantis</i> et du <i>Callitriche-Batrachion</i> | 109,52 |
| 4020* | Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i> | 55,69 |
| 4030 | Landes sèches européennes | 37,04 |
| 6410 | Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>) | 63,09 |
| 6430 | Mégaphorbaies hygrophiles d'ourlets planitaires et des étages montagnards à alpins | 57,7 |
| 7110* | Tourbières hautes actives | 2,25 |
| 7140 | Tourbières de transition et tremblantes | 1,6 |

| Code habitat N2000 | Désignation de l'habitat | Surfaces concernées (ha) |
|--------------------|---|--------------------------|
| 91D0* | Tourbières boisées | 0,55 |
| 9120 | Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à <i>Ilex</i> et parfois à <i>Taxus</i> (<i>Quercion robori-petraeae</i> ou <i>Ilici-Fagenion</i>) | 94,34 |

* : Habitat d'intérêt communautaire prioritaire

Tableau 15 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300006 »

| Type | Code espèce N2000 | Nom vernaculaire | Nom scientifique |
|------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Invertébré | 1007 | Escargot de Quimper | <i>Elona quimperiana</i> |
| Invertébré | 1029 | Mulette perlère | <i>Margaritfera margaritfera</i> |
| Invertébré | 1044 | Agrion de mercure | <i>Coenagrion mercuriale</i> |
| Invertébré | 1065 | Damier de la succise | <i>Euphydryas aurinia</i> |
| Poisson | 1095 | Lamproie marine | <i>Petromyzon marinus</i> |
| Poisson | 1096 | Lamproie de Planer | <i>Lampetra planeri</i> |
| Poisson | 1102 | Grande alose | <i>Alosa alosa</i> |
| Poisson | 1103 | Alose feinte | <i>Alosa fallax</i> |
| Poisson | 1106 | Saumon atlantique | <i>Salmo salar</i> |
| Poisson | 1163 | Chabot commun | <i>Cottus gobio</i> |
| Mammifère | 1304 | Grand rhinolophe | <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> |
| Mammifère | 1308 | Barbastelle d'Europe | <i>Barbastella barbastellus</i> |
| Mammifère | 1323 | Murin de Bechstein | <i>Myotis bechsteinii</i> |
| Mammifère | 1324 | Grand murin | <i>Myotis myotis</i> |
| Mammifère | 1355 | Loutre d'Europe | <i>Lutra lutra</i> |
| Plante | 1398 | Sphaigne de la Pylaie | <i>Sphagnum pylaesii</i> |
| Plante | 1421 | Trichomanes remarquable | <i>Vendeboschia speciosa</i> |
| Plante | 1831 | Fluteau nageant | <i>Luronium natans</i> |

IV.1.1.1.1 FR5300003 – Complexe de l'Est des Montagnes noires

Le site est désigné comme Zone Spéciale de Conservation (ZSC) par un arrêté du 17/02/2014.

Ensemble de sites complexes associant des landes sèches à mésophiles, des landes humides tourbeuses à sphaignes (habitat prioritaire), des tourbières acides, notamment les tourbières à narthécies et à sphaignes (habitat prioritaire), avec présence de la Sphaigne de la Pylaie à l'extrémité Est de son aire de répartition européenne (aire limitée à la Bretagne, la Galice et l'Asturie).

Les rives exondables à substrat sablo-vaseux de l'étang du Corong (Glomel - 22) abrite le Coléanthe délicat (annexe II), unique représentant connu de la tribu des Coleantheae, menacé au niveau mondial.

La Loutre d'Europe occupe ici la zone centrale du noyau principal en Centre-Bretagne.

En 2005 deux extensions du site situées sur la commune de Glomel, permettent d'intégrer :

- ❖ l'étang du Corong abritant l'une des rares localités européennes de coléanthe subtil (*Coleanthus subtilis*). Étang à niveau d'eau variable dont les berges sont colonisées par des ceintures de végétations amphibies se rattachant à l'habitat " Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétations des *Littorelletea uniflorae* (littorelle) et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* " (code 3130). Dans ce site, le coléanthe forme des gazons très étendus, notamment aux environs du village de Saint-Conogan.
- ❖ la zone naturelle de Lann Bern. Cet espace abrite des habitats et des espèces d'intérêt communautaire identiques à ceux d'autres secteurs retenus dans ce complexe, en particulier la Sphaigne de la Pylaie et deux habitats prioritaires

Tableau 16 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300003 »

| Code habitat N2000 | Désignation de l'habitat | Surfaces concernées (ha) |
|--------------------|---|--------------------------|
| 3110 | Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (<i>Littorelletalia uniflorae</i>) | 3,1 |
| 3130 | Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation de <i>Littorelletea uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i> | 3,35 |
| 3260 | Rivières des étages planitaires à montagnards avec végétation du <i>Ranunculon fluitantis</i> et du <i>Callitricho-Batrachion</i> | 0,2 |
| 4020* | Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i> | 118,07 |
| 4030 | Landes sèches européennes | 146,49 |
| 6230* | Formations herbeuses à <i>Nardus</i> , riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale) | 0,02 |
| 6410 | Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>) | 43,87 |
| 7110* | Tourbières hautes actives | 1,74 |
| 7120 | Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle | 20,5 |
| 7140 | Tourbières de transition et tremblantes | 7,81 |
| 7150 | Dépressions sur substrats tourbeux du <i>Rhynchosporion</i> | 0,23 |
| 91E0* | Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) | 0,02 |
| 9120 | Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à <i>Ilex</i> et parfois à <i>Taxus</i> (<i>Quercion robori-petraeae</i> ou <i>Ilici-Fagenion</i>) | 26,34 |

* : Habitat d'intérêt communautaire prioritaire

Tableau 17 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300003 »

| Type | Code espèce N2000 | Nom vernaculaire | Nom scientifique |
|------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|
| Invertébré | 1007 | Escargot de Quimper | <i>Elona quimperiana</i> |
| Invertébré | 1044 | Agrion de mercure | <i>Coenagrion mercuriale</i> |
| Invertébré | 1065 | Damier de la succise | <i>Euphydryas aurinia</i> |
| Invertébré | 1083 | Lucane cerf-volant | <i>Lucanus cervus</i> |
| Poisson | 1096 | Lamproie de Planer | <i>Lampetra planeri</i> |
| Poisson | 1163 | Chabot commun | <i>Cottus gobio</i> |
| Mammifère | 1355 | Loutre d'Europe | <i>Lutra lutra</i> |
| Plante | 1398 | Sphaigne de la Pylaie | <i>Sphagnum pylaesii</i> |
| Plante | 1421 | Trichomanes remarquable | <i>Vendeboschia speciosa</i> |
| Plante | 1831 | Fluteau nageant | <i>Luronium natans</i> |
| Plante | 1887 | Coélanthe délicat | <i>Coelanthus subtilis</i> |

IV.1.1.1.2 FR5300041 – Vallée de l'Aulne

La vallée de l'Aulne est composée de vallées encaissées, corridors boisés et prairies inondables de part et d'autre des méandres de l'Aulne et des vallées adjacentes de ses affluents, dans le contexte par ailleurs fortement anthropisé du bassin agricole de Chateaulin.

Ensemble constitué par la rivière Aulne (habitat d'intérêt communautaire : rivière à renoncules [Annexe I]) cours d'eau encaissé aux rives boisées, notamment par la chênaie-hêtraie atlantique ou occupée par des groupements prairiaux hygrophiles.

Site d'intérêt majeur pour la reproduction et l'hivernage du grand rhinolophe (annexe II) en France, l'espèce occupant des constructions et d'anciennes ardoisières réparties sur le linéaire fluvial ainsi que des constructions. Enfin, la loutre (annexe II) reconquiert depuis 15 ans le cours principal de l'Aulne, à partir des têtes de bassins versants de ce fleuve. L'Aulne accueille par ailleurs la plus importante population reproductrice de saumon atlantique française (annexe II). L'Aulne, dans sa partie amont, regroupe 76% des frayères du site.

Tableau 18 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300041 »

| Code habitat N2000 | Désignation de l'habitat | Surfaces concernées (ha) |
|--------------------|--|--------------------------|
| 3260 | Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du <i>Ranunculion fluitantis</i> et du <i>Callitricho-Batrachion</i> | 12,29 |
| 6410 | Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>) | 1,42 |
| 6430 | Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaux et des étages montagnards à alpin | 43,08 |
| 8220 | Pentes rocheuses siliceuses avec végétation chasmophytique | 2,14 |
| 8230 | Roches siliceuses avec végétation pionnière du <i>Sedo-Scleranthion</i> ou du <i>Sedo albi-Veronicion dillenii</i> | 2,14 |
| 91E0* | Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) | 154,4 |
| 9120 | Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à <i>Ilex</i> et parfois à <i>Taxus</i> (<i>Quercion robur-petraeae</i> ou <i>Ilici-Fagenion</i>) | 429,76 |
| 9130 | Hêtraies de l' <i>Asperulo-Fagetum</i> | 111,38 |
| 9180 | Forêts de pentes, éboulis ou ravins du <i>Tilio-Acerion</i> | 5,13 |

Tableau 19 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300041 »

| Type | Code N2000 | Nom vernaculaire | Nom scientifique |
|-------------|------------|---------------------|------------------------------------|
| Invertébrés | 1007 | Escargot de Quimper | <i>Elona quimperiana</i> |
| Invertébrés | 1029 | Moule perlière | <i>Margaritifera margaritifera</i> |
| Invertébrés | 1083 | Lucane cerf-volant | <i>Lucanus cervus</i> |
| Poissons | 1095 | Lamproie marine | <i>Petromyzon marinus</i> |
| Poissons | 1096 | Lamproie de Planer | <i>Lampetra planeri</i> |
| Poissons | 1102 | Grande alose | <i>Alosa alosa</i> |
| Poissons | 1103 | Alose feinte | <i>Alosa fallax</i> |

| Type | Code N2000 | Nom vernaculaire | Nom scientifique |
|-------------|------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Poissons | 1106 | Saumon atlantique | <i>Salmo salar</i> |
| Poissons | 1163 | Chabot commun | <i>Cottus gobio</i> |
| Mammifères | 1303 | Petit rhinolophe | <i>Rhinolophus hipposideros</i> |
| Mammifères | 1304 | Grand rhinolophe | <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> |
| Mammifères | 1308 | Barbastelle | <i>Barbastella barbastellus</i> |
| Mammifères | 1321 | Murin à oreilles échancrées | <i>Myotis emarginatus</i> |
| Mammifères | 1323 | Murin de Bechstein | <i>Myotis bechsteinii</i> |
| Mammifères | 1324 | Grand murin | <i>Myotis myotis</i> |
| Mammifères | 1337 | Castor d'Europe | <i>Castor fiber</i> |
| Mammifères | 1355 | Loutre d'Europe | <i>Lutra lutra</i> |
| Plantes | 1421 | Trichomanès remarquable | <i>Vandenboschia speciosa</i> |
| Invertébrés | 6199 | Écaille chinée | <i>Euplagia quadripunctaria</i> |

Bilan

Deux des trois sites NATURA 2000 sont des corridors écologiques s'organisant autour de cours d'eau. Le dernier site est une zone de milieux naturels bien conservés ou des chiroptères et des oiseaux peuvent y trouver refuge aussi bien en période de migration que de reproduction.

IV.1.2 Les Arrêtés de Protection de Biotope (APPB)

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

IV.1.1 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 de la ZIP.

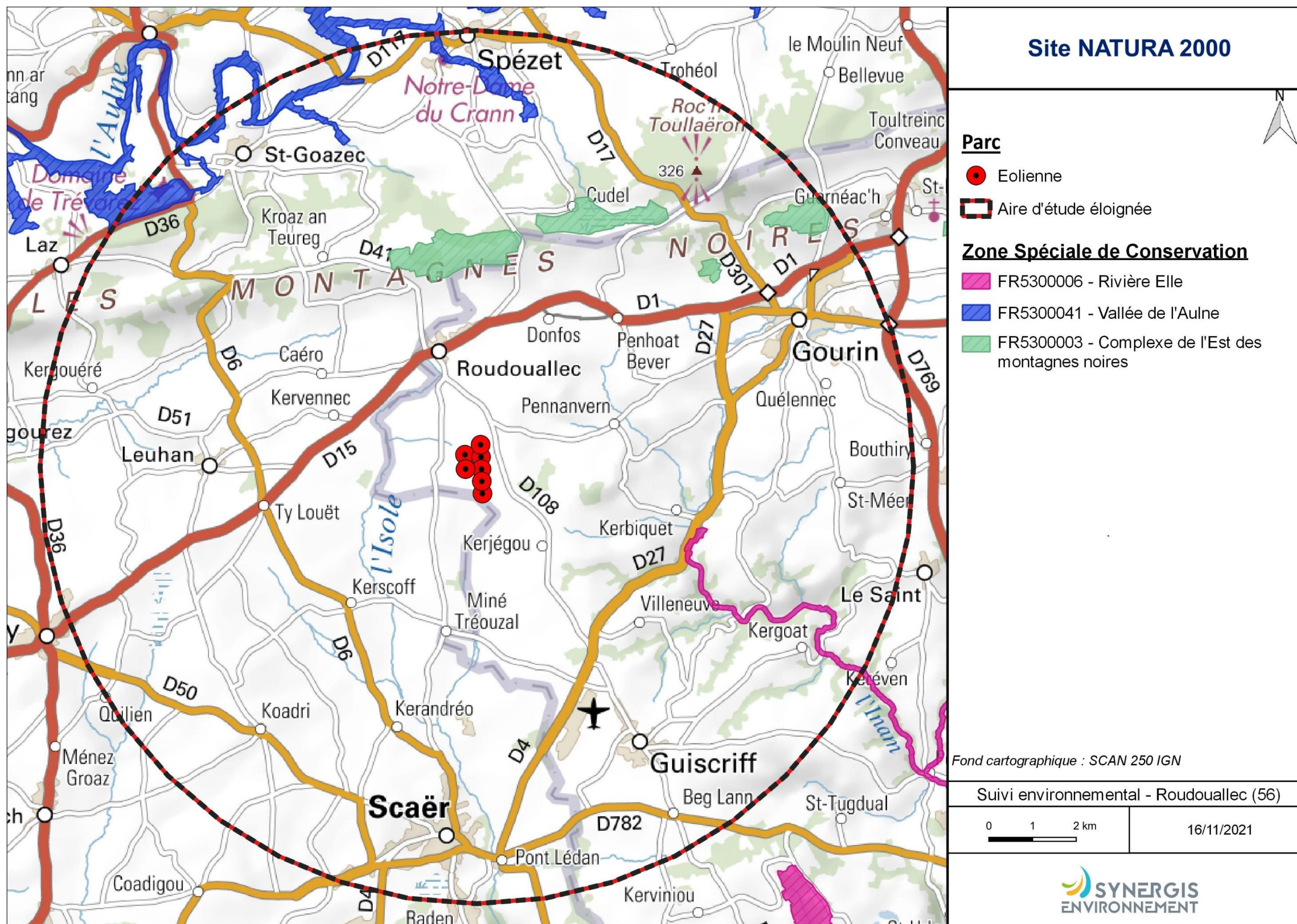


Figure 9 : Carte du réseau Natura 2000 dans un rayon de 10 km

IV.1.1 Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux (PNR)

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 naturel régional ou national n’est répertorié dans un rayon de 10 km autour de la ZIP.

IV.1.2 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 parc concerne une ZNIEFF I.

Treize ZNIEFF sont localisées dans l’aire d’étude éloignée dont onze de type I et deux de type II.

| Type | Identifiant | NOM | Distance aux éoliennes |
|-----------|-------------|--|------------------------|
| ZNIEFF II | 530030036 | RIVIERE ISOLE, TOURBIERES DU BASSIN AMONT ET VALLEES BOISEES | 500 m |
| ZNIEFF II | 530015608 | BASSIN VERSANT DE L'ELLE | 500 m |
| ZNIEFF I | 530015600 | TRONCON A LURONIUM NATANS SUR L'ISOLE AMONT | 2,5 km |
| ZNIEFF I | 530006296 | LE MOUSTOIR | 3,5 km |
| ZNIEFF I | 530015670 | MENEZ AN DUC - CASTEL RUPHEL, LE QUEIDEL, ET LANDES DE COAT-QUILVERN A LENTEGANT | 3,5 km |
| ZNIEFF I | 530015604 | TOURBIERE DE BOUDOUBANAL | 4 km |
| ZNIEFF I | 530001026 | SITE DE KUDEL | 5,5 km |
| ZNIEFF I | 530015612 | TOURBIERE DE GUERVEUR | 6,5 km |
| ZNIEFF I | 530015674 | RUISSEAU DU PONT MINE | 7 km |
| ZNIEFF I | 530020113 | MONTAGNE DE LAZ | 7,5 km |
| ZNIEFF I | 530015673 | RUISSEAU DU CRAN | 7,5 km |
| ZNIEFF I | 530006299 | TOURBIERE DE PONT LEDAN ET BIGODOU | 8 km |
| ZNIEFF I | 530030034 | VALLEES DE L'AVEN ET DU STER GOZ | 8 km |
| ZNIEFF I | 530020044 | LE RICK | 9 km |
| ZNIEFF I | 530020045 | LE GOAKER-ROSILY | 9 km |
| ZNIEFF I | 530020047 | TOURBIERE DE MINE RULAN ET CARRIERES DE STANG BLANC | 9 km |
| ZNIEFF I | 530002091 | TOURBIERE DE COAT CRENN | 9,5 km |

Les caractéristiques principales ainsi que les informations de distance relatives de chaque ZNIEFF sont synthétisées dans le Tableau 20.

Bilan

L’ensemble de ces ZNIEFF, très concentrées dans la zone, ont comme principaux enjeux de conservation les habitats rivulaires, des landes et des tourbières.

Les landes et les tourbières sont des zones de reproduction, d’hivernage et de halte migratoire pour de nombreux oiseaux et notamment les rapaces. La forte densité de cours d’eaux présentant des ripisylves mettent en évidence des continuités écologiques que les oiseaux et les chauves-souris empreintes pour se déplacer.

Tableau 20 : Description des ZNIEFF dans l'AEF

| Type | Identifiant | NOM | Habitats déterminants | Espèces déterminantes | Description | Distance au site |
|-----------|-------------|--|---|--|---|------------------|
| ZNIEFF II | 530030036 | RIVIERE ISOLE, TOURBIERES DU BASSIN AMONT ET VALLEES BOISEES | 51.1 Tourbières hautes à peu près naturelles, 62.2 Végétation des falaises continentales silicieuses, 31.1 Landes humides, 24.4 Végétation immergée des rivières, 24.1 Lits des rivières, 41.1 Hêtraies | 1 espèce de bryophytes, 4 espèces de mammifères, 1 espèce de mollusques, 3 espèces d'odonates, 6 espèces d'oiseaux, 9 espèces de phanérogames, 2 espèces de poissons, 3 espèces de ptéridophytes et 1 espèce de reptiles | Rivière à intérêt piscicole avec le Saumon d'atlantique, l'anguille d'Europe, la truite fario et la Lamproie. L'essentiel du chevelu relève de l'habitat d'intérêt communautaire « rivières avec végétation du <i>Ranunculus fluitantis</i> et du <i>Callitriche-Batrachion</i> ». La partie amont à pente très peu marquée comblée par des alluvions quaternaires, montre un paysage bocager très ouvert ponctué de plusieurs zones tourbeuses (<i>Drosera intermedia</i> , <i>D. rotundifolia</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> ...). Plusieurs stations souvent très développées de Fluteau nageant sont à noter (espèces protégées et d'intérêt communautaire). La partie aval encaissée est largement boisée. La qualité des milieux aquatiques y est très bonne permettant la présence de <i>Onychogomphus uncatus</i> (menacée à l'échelle européenne) et <i>Boyeria irene</i> ainsi que le Cincle plongeur espèce présumé disparu de Bretagne. | 500 m |
| ZNIEFF II | 530015608 | BASSIN VERSANT DE L'ELLE | 31.2 - Landes sèches ; 18.21 - Groupements des falaises atlantiques ; 62.2 - Végétation des falaises continentales silicieuses. | 2463 espèces listées, dont 242 espèces déterminantes | Cette ZNIEFF comprend une importante rivière à saumons du Massif armoricain, et de nombreuses zones humides (tourbières, landes). Son intérêt botanique est marqué par la présence de 2 des 37 espèces végétales de très haut intérêt patrimonial en Bretagne. | 500 m |
| ZNIEFF I | 530015600 | TRONCON A LURONIUM NATANS SUR L'ISOLE AMONT | 24.4 Végétation immergée des rivières, 24.12 Zone à truite, 37.1 Communautés à Reine des prés et communautés associées, 37.3 Prairies humides oligotrophes | 1 espèce de mammifères, 1 espèce d'oiseaux, 3 espèces de phanérogames et 2 espèces de poissons. | Ce tronçon de l'Isle présente sur environ 10 kilomètres de long, une population étendue et relativement dense de Flûteau nageant. Les rives conservent seulement quelques arbres dispersés et une lisière plus ou moins continue de roselière à Baldingère et de Canche cespiteuse. La rivière connaît des débits très contrastés : les crues répondent rapidement aux fortes pluies, tandis qu'en période estivale, la rivière peut connaître des assecs sévères. | 2,5 km |
| ZNIEFF I | 530006296 | LE MOUSTOIR | 37.3 Prairies humides oligotrophes, 31.2 Landes sèches, 31.1 Landes humides, 51.1 Tourbières hautes à peu près naturelles | fauvette pitchou, rossolis intermédiaire, narthécie des marais, grassette du portugal, osmonde royale, lézard vivipare | La tourbière du Moustoir est la tourbière des sources de l'Odet. Autrefois d'intérêt régional à l'Inventaire des tourbières de Bretagne, elle ne conserve plus qu'un intérêt local dans l'Inventaire des tourbières du Finistère. Mais c'est encore un site naturel de bonne taille, assez peu pénétrable, et qui conserve un réel intérêt écologique | 3,5 km |
| ZNIEFF I | 530015670 | MENEZ AN DUC - CASTEL RUPHEL, LE QUEIDEL, ET LANDES DE COAT-QUILVERN A LENTEGANT | 44.À Forêts marécageuses de Bouleaux et de Conifères, 31.2 Landes sèches, 31.1 Landes humides, 37.3 Prairies humides oligotrophes, 41.12 Hêtraies atlantiques acidiphiles | 5 oiseaux, 6 phanérogames, 1 ptéridophyte, 1 reptile | Belles unités de Landes retenues dans la zone Natura 2000 "Montagne Noires". L'ensemble du site accueille de nombreux rapaces estivants, hivernants ou de passage, dont le busard cendré et d'autres espèces d'intérêt communautaire (engoulevent d'Europe, locustelle tachetée...). | 3,5 km |
| ZNIEFF | 530015604 | TOURBIERE DE BOUDOUBANAL | 31.1 Landes humides, 37.3 Prairies humides oligotrophes, 51.1 Tourbières hautes à peu près naturelles | 1 espèce de bryophytes, 2 espèces d'oiseaux, 8 espèces de phanérogames, 1 espèce de reptiles | 2 secteurs tourbeux de grande qualité générés par des sources. L'action de pâturage menée également sur la tourbière de pente à narthécies et la lande humide à tourbeuse est un facteur de diversité biologique indéniable, car participant au maintien et à la création de zones tourbeuses basses plus ou moins dénudées (gouilles et micro-mares : habitats du Rhynchosporion) | 4 km |
| ZNIEFF I | 530001026 | SITE DE KUDEL | 44.À Forêt marécageuses de Bouleaux et de Conifères, 62.2 Végétation des falaises continentales silicieuses, 41.12 Forêt atlantiques acidiphiles, 31.1 Landes humides, 51.1 Tourbières hautes à peu près naturelles | 1 espèce d'Arachnides, 1 espèce de Basidiomycètes, 4 espèces de Bryophytes, 3 espèces de Coléoptères, 1 espèce de Mollusques, 2 espèces d'Odonates, 2 espèces d'oiseaux, 9 espèces de Phanérogames, 2 espèces de Ptéridophytes | Ce site abrite la plus vaste zone tourbeuse de la Montagne Noire. Présence d'une vaste boulaie possédant une couverture de sphaignes et de mares diversifiées. Présence de hêtraies-chênaies à if et localement en futaies âgées. Les rochers ombragés abritent le prothalle de la fougère protégée et d'intérêt communautaire. Le petit étang de barrage sur l'aval de la tourbière accueille 19 espèces d'odonates en bon nombre, dont le <i>Sympetrum danae</i> totalement hors de son aire (relique ?). Présence en migration de plusieurs rapaces (busard des roseaux, cendré, Saint-Martin, circaète Jean-le-Blanc). | 5,5 km |
| ZNIEFF I | 530015612 | TOURBIERE DE GUERVEUR | 51.1 Tourbières hautes à peu près naturelles, 44.9 Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais), 37.3 Prairies humides oligotrophes, 31.1 | Fauvette pitchou, Rossolis à feuilles rondes, Rossolis intermédiaire, Narthécie des marais, Grassette du Portugal, Rhynchosporion clanc, Lézard vivipare | Tourbière découpée en deux parties distinctes. L'une possédant des bois mésohygrophiles, des saulaies tourbeuses, landes humides à bruyères et callunes coulées tourbeuses à sphaignes et narthécies et coulées tourbeuses de molinie. Et l'autre caractérisée par des prairies humides évoluant vers la mégaphorbiaie et des boisements de pins ou de bouleaux. Un inventaire faunistique reste à réaliser dans cette zone humide qui, par sa taille, a certainement un assez fort intérêt. <i>Sylvia undata</i> est ainsi probablement nicheuse. | 6,5 km |

| Type | Identifiant | NOM | Habitats déterminants | Espèces déterminantes | Description | Distance au site |
|----------|-------------|---|---|---|---|------------------|
| | | | et .2 Landes humides et sèches | | | |
| ZNIEFF I | 530015674 | RUISSEAU DU PONT MINE | 37.2 et 37.1 Prairies humides oligotrophes et eutrophes, 24.4 Végétation immergées des rivières, 44.92 Saussaies marécageuses | Putois d'Europe, anguille d'Europe, chabot, lamproie de planer, truite d'Europe, osmonde royale | Ruisseau oligotrophe des Montagnes noires circulant dans un contexte général d'agriculture intensive sur des sols argilolimoneux à sous-sol schisteux. Le peuplement piscicole est caractéristique de la zone à Truite. Il comprend cinq espèces, dont deux d'intérêt communautaire : la lamproie de Planer et le chabot. La population de truite fario trouve sur ce ruisseau d'excellentes zones de frayères. Le voisinage immédiat du ruisseau est essentiellement constitué de prairies humides à jonc diffus et de chênaie. En rive gauche, il existe une prairie humide oligotrophe remarquable, bien entretenue par fauche. Dans un tel contexte paysager, la vallée de ce ruisseau constitue un corridor à préserver. | 7 km |
| ZNIEFF I | 530020113 | MONTAGNE DE LAZ | 37.3 Prairies humides oligotrophes, 37.1 Communautés à Reine des près et communautés associées, 31.2 Landes sèches, 31.12 Landes humides atlantiques méridionales | 1 espèce d'amphibien, 3 espèces de coléoptères, 2 espèces de mammifères, 2 espèces de mollusques, 12 espèces d'oiseaux, 7 espèces de phanérogames, 2 espèces de ptéridophytes, 1 espèce de reptiles | Principaux ensembles résiduels des landes des Montagne noires. Plusieurs petits ruisseaux affluents de l'Odette y trouvent leurs sources. La carrière du Plessix, aujourd'hui inexploitée, est utilisée comme reposoir par le Faucon Pèlerin et le Grand Corbeau. | 7,5 km |
| ZNIEFF I | 530015673 | RUISSEAU DU CRANN | 24.4 Végétation immergée des rivières | Loutre d'Europe, putois d'Europe, anguille d'Europe, chabot, lamproie de planer, osmonde royale | Ruisseau oligotrophe des Montagnes noires circulant dans un contexte général d'agriculture intensive sur des sols argilolimoneux à sous-sol schisteux. Le peuplement piscicole est caractéristique de la zone à Truite. Il comprend cinq espèces, dont deux d'intérêt communautaire : la lamproie de Planer et le chabot. La population de truite fario trouve sur ce ruisseau d'excellentes zones de frayères. Le voisinage immédiat du ruisseau est essentiellement constitué de prairies humides à jonc diffus et de saulaies et boulaies humides. Dans un tel contexte paysager, la vallée de ce ruisseau constitue un corridor à préserver. La loutre y est présente. | 7,5 km |
| ZNIEFF I | 530006299 | TOURBIERE DE PONT LEDAN ET BIGODOU | 51.1 Tourbières hautes à peu près naturelles, 31.1 et .2 Landes sèches est humides, 37.3 Prairies humides oligotrophes, 22.3 Communautés amphibies | 2 espèces de bryophytes, 7 espèces de phanérogames, 1 espèce de ptéridophytes, 1 espèce de reptiles. | Présence d'un habitat tourbeux rare en Bretagne : le groupement à sphaigne de Magellan et linaigrette engainée. Autour de ces groupements se trouvent des landes tourbeuses à callune très typée et de groupements tourbeux plus classiques à nartécie, molinie et bruyères (<i>Erica spp.</i>). | 8 km |
| ZNIEFF I | 530030034 | VALLEES DE L'AVEN ET DU STER GOZ | 24.4 Végétation immergée des rivières, 24.12 Zone à truite, 37.3 Prairies humides oligotrophes, 41.1 Hêtraies, 31.1 Landes humides | 2 espèces de bryophytes, 6 espèces de mammifères, 1 espèce de mollusques, 5 espèces de phanérogames, 2 espèces de poissons, et 1 espèce de ptéridophytes | Petit fleuve côtier (environ 30km de linéaire principale et 150 ha de bassin versant) accueille 3 poissons migrateurs amphihalins d'intérêt patrimonial : Le saumon Atlantique, l'anguille et la truite de mer. Cette qualité du peuplement piscicole est à relier à la qualité du milieu. | 8 km |
| ZNIEFF I | 530020044 | LE RICK | Forêt de frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens, 89 lagunes et réservoirs industriels, canaux, 41.5 Chênaies acidiphiles, 86.4 Sites industriels anciens. | 2 espèces d'Amphibiens, 2 espèces de Coléoptères, 10 espèces de mammifères, 1 espèce de mollusques, 8 espèces d'Oiseaux, 2 espèces de Poissons et 1 espèce de Reptiles | Cette zone constitue un corridor fonctionnel pour la biocénose locale, liée à la présence du canal et isolée au sein d'une zone fortement marquée par le développement de l'agriculture intensive (maïsiculture, élevages hors sol). Elle est de ce fait en particulier indispensable à la survie et à la reproduction d'une espèce d'intérêt communautaire, la loutre d'Europe, et contribue au maintien de l'avifaune locale en offrant des sites de reproduction à de nombreuses espèces d'oiseaux protégés. Ces boisements offrent des sites de reproduction aux chiroptères arboricoles et une zone de chasse pour les autres espèces de chauves-souris. L'ancienne carrière d'ardoise offre des cavités propices aux chiroptères. La galerie souterraine abrite une importante colonie hivernante de grands rhinolophes et de myotis. | 9 km |
| ZNIEFF I | 530020045 | LE GOAKER-ROSILY | 53.3 Jonchaies hautes, 44.3 Forêt de frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens, 41.5 Chênaies acidiphiles, 24.1 Lits de rivières, 44.1 Formations riveraines de Saules | 2 espèces d'Amphibiens, 2 espèces de Coléoptères, 8 espèces de mammifères, 1 espèce de mollusques, 8 espèces d'Oiseaux, 2 espèces de Poissons et 1 espèce de Reptiles | Cette zone constitue un corridor fonctionnel pour la biocénose locale, liée à la présence du canal et isolée au sein d'une zone fortement marquée par le développement de l'agriculture intensive (maïsiculture, élevages hors sol). Elle est de ce fait en particulier indispensable à la survie et à la reproduction d'une espèce d'intérêt communautaire, la loutre d'Europe, et contribue au maintien de l'avifaune locale en offrant des sites de reproduction à de nombreuses espèces d'oiseaux protégés. Ces boisements offrent des sites de reproduction aux chiroptères arboricoles et une zone de chasse pour les autres espèces de chauves-souris. | 9 km |
| ZNIEFF I | 530020047 | TOURBIERE DE MINE RULAN ET CARRIERES DE STANG BLANC | 31.1 et .2 Landes humides et sèches, 89.2 Lagunes industrielles et canaux d'eau douce. | Loutre d'Europe, agrion mignon, cordulégastre annelé, cordulie à corps fin, rossolis intermédiaire, flûteau nageant, nartécie des marais, grassette du Portugal, renoncule blanche. | Cette ZNIEFF présente de grandes excavations ennoyées. Ces plans d'eau sont largement environnés de bois de saules et bouleaux. Les rives et les zones découpées présentent une végétation tourbeuse intéressante (<i>Drosera intermedia</i> , <i>Luronium natans</i>). Présence également de landes tourbeuses (<i>Narthecium ossifragum</i> , Grasette du Portugal, <i>drosera...</i>). | 9 km |

| Type | Identifiant | NOM | Habitats déterminants | Espèces déterminantes | Description | Distance au site |
|----------|-------------|-------------------------|---|---|---|------------------|
| ZNIEEF I | 530002091 | TOURBIERE DE COAT CRENN | 31.1 et .2 Landes humides et sèches, 51.1 Tourbières hautes à peu près naturelles, 44.À Forêts marécageuses de Bouleaux et de Conifères, 37.3 Prairies humides oligotrophes | Escargot de Quimper, locustelle tachetée, fauvette pitchou, orchis incarnat, rossolis intermédiaire, narthécies des marais, osmonde royale. | Tourbière possédant un intérêt local dû à son assèchement artificialisé. Présence sur une partie réduite de lande humide à bruyère et de lande mésophile à ajonc. Certains groupements de tourbières à narthécies persistent dans un environnement boisé qui est localement une saulaie-bétulaie tourbeuse assez diversifiée. | 9,5 km |

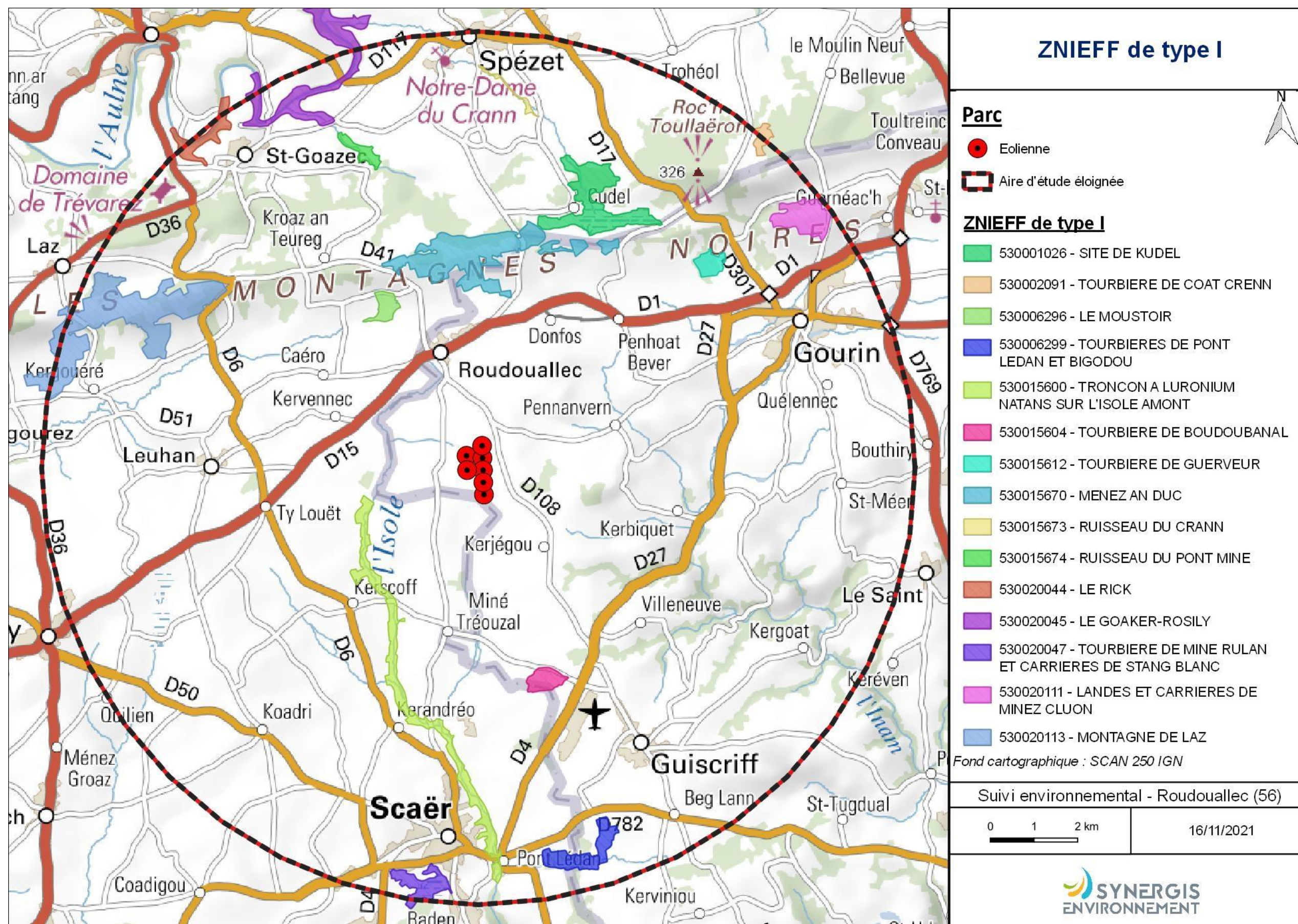


Figure 10 : Localisation des ZNIEFF de type I dans un rayon de 10 km

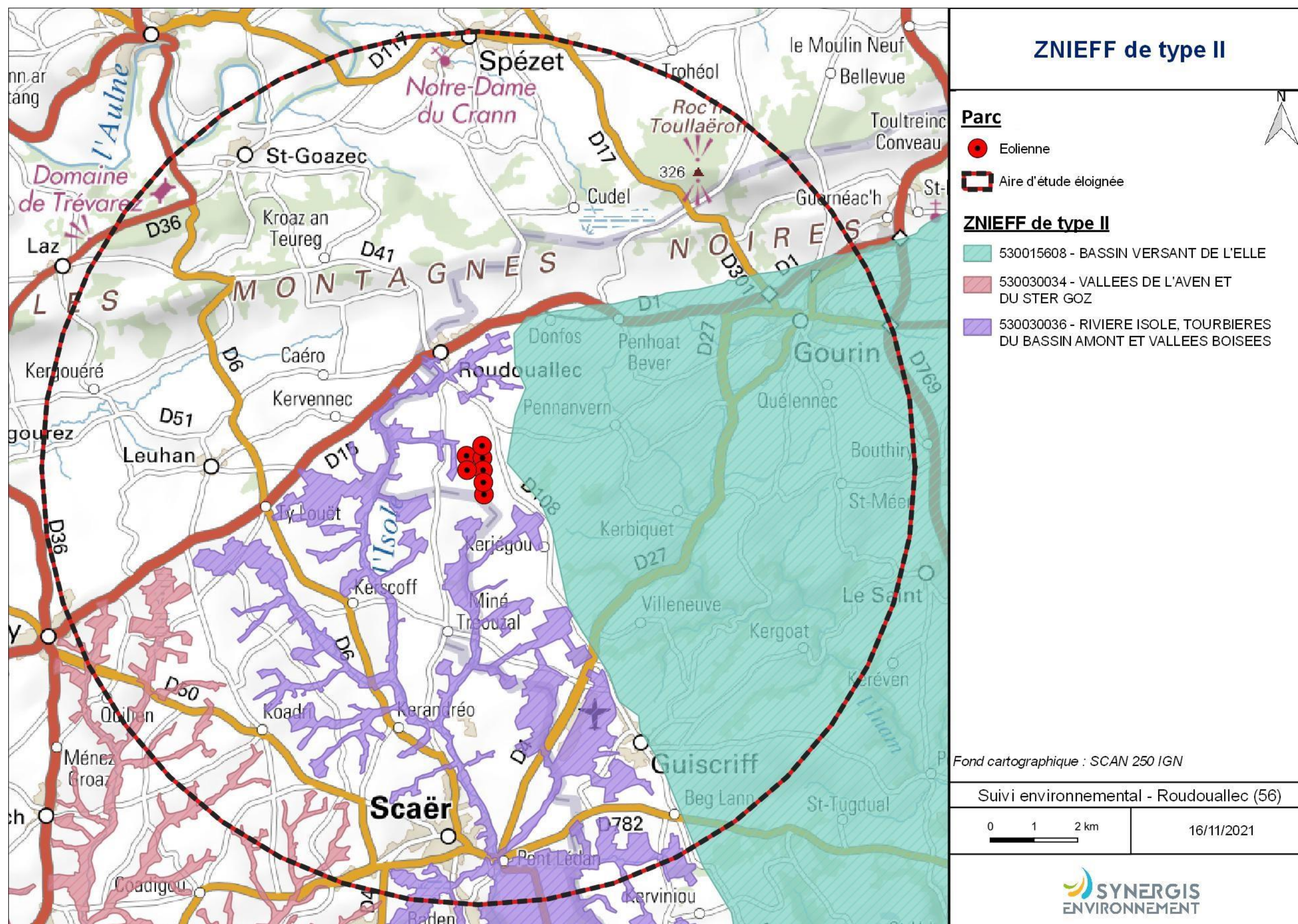


Figure 11 : Localisation des ZNIEFF de type II dans un rayon de 10 km

IV.2 Schéma Régional Eolien de la région Bretagne

Le schéma régional éolien breton a été arrêté par le préfet de région le 28 septembre 2012, puis annulé par un jugement du Tribunal Administratif de Rennes du 23 octobre 2015.

Toutefois, il reste un guide pour l'élaboration des projets de zones de développement de l'éolien et des parcs terrestres.

Ce rapport rappelle l'importance de la prise en compte des zones naturelles classées, des données des atlas et des suivis complémentaires sur sites pour mettre en évidence les potentiels enjeux écologiques en présence sur et autour de la zone du parc.

IV.3 Continuités écologiques

IV.3.1 Définition

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...

IV.3.2 Aspects légaux

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 ayant de fortes fonctionnalités écologiques et désignées 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.

IV.3.3 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.

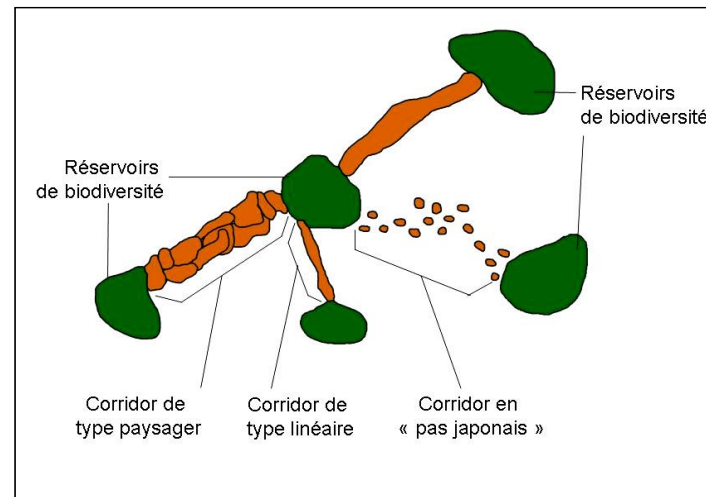


Figure 12 : Éléments de la Trame Verte et Bleue

Source : CEMAGREF, d'après Bennett 1991

IV.3.4 Le SRCE de la région Bretagne

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 » ».

L'aire d'étude éloignée est inclus en partie dans le grand ensemble de perméabilité n°13 : de l'Isole au Blavet.

Grand ensemble de perméabilité n° 13 : De l'Isole au Blavet

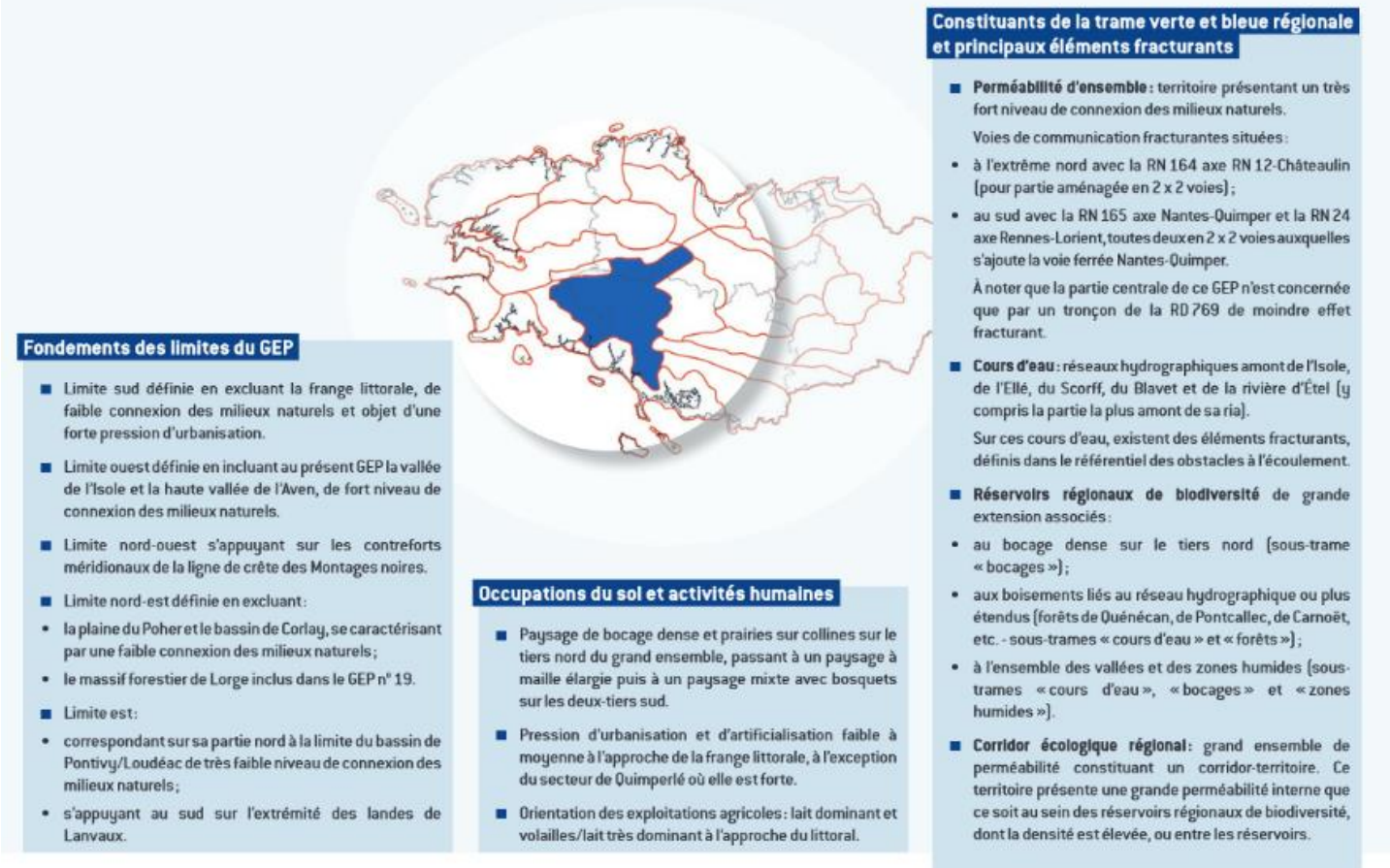


Figure 13 : Présentation du grand ensemble de perméabilité n°13 de l'Isole au Blavet

Source : SRCE Bretagne 2015

Les informations disponibles actuellement permettent d'avoir d'ores et déjà des éléments concernant les continuités écologiques au niveau du parc éolien et son aire d'étude éloignée.

Cet ensemble de perméabilité présente un niveau très élevé de connexion des milieux naturels. Le réseau hydrographique permettant le développement de boisements est considéré comme un réservoir de biodiversité. Il est considéré comme un corridor territoire. L'occupation du sol au tour des éoliennes est un paysage à maille élargie ce situant les deux entités plus préservées, avec au nord un bocage dense et des prairies sur collines et au sud un paysage mixte avec des bosquets.

Bilan

Les alentours des éoliennes présentent des réservoirs de biodiversité et des connexions entre milieux naturels très élevés. Le territoire autour du parc éolien est considéré comme un territoire-corridor. Une grande diversité d'espèce et un grand nombre d'individus sont susceptibles d'utiliser les alentours du parc éolien de Roudouallec.

Bilan des zones naturelles

Les sites naturels décrivent l'aire d'étude éloignée comme une zone relativement préservée présentant de nombreuses zones « naturelles ». Les différents sites naturels sont assez bien connectés entre eux. Le réseau hydrographique et les habitats connexes sont considérés comme très favorables pour le déplacement des espèces, ce qui peut apporter un grand nombre d'individus de chiroptères et d'oiseaux à proximité des éoliennes.

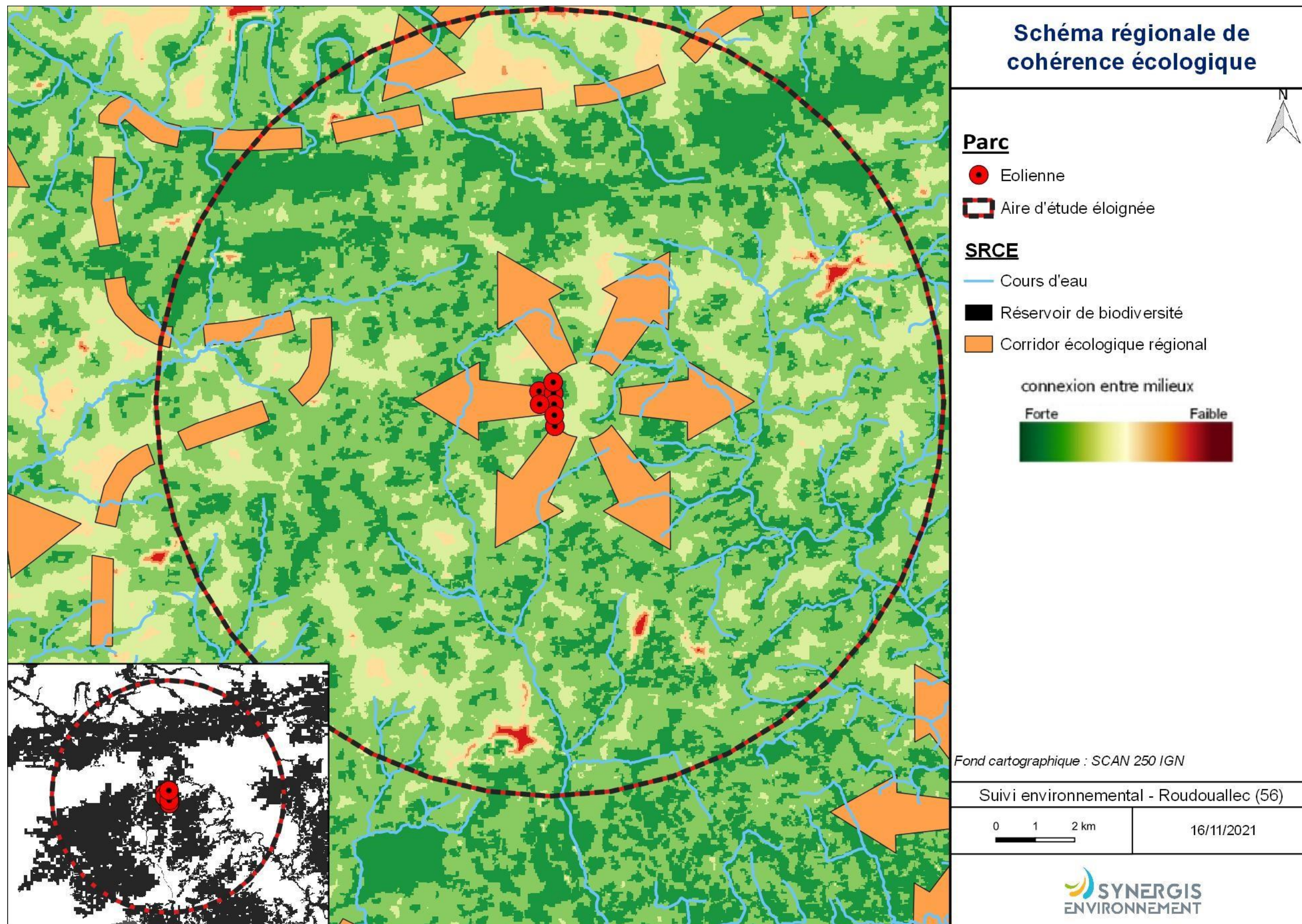


Figure 14 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne (2015)

IV.4 Contexte paysager

Le site de Roudouallec se trouve dans un contexte agricole comportant de nombreuses prairies et peu de cultures. Le maillage de haies est assez dense, donnant un aspect bocager au territoire.

Les éoliennes sont principalement entourées de prairies pâturées ou fauchées séparées entre elles par des haies souvent bien développées (strates : herbacée, arbustive et arborée). De nombreux bosquets parsèment le paysage.

Les réseaux de boisements et de haies forment des corridors écologiques que les espèces de mammifères terrestres et volants, ainsi que les oiseaux, peuvent emprunter. L'attrait de la zone pour les petits mammifères induit une densité de proie élevée et peut donc attirer d'autant plus les espèces d'oiseaux s'en nourrissant. La densité de bocage assez élevé et la prédominance de prairie permanente sont aussi très 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.



Figure 15 : Vu depuis l'éolienne E6



Figure 16 : Vu depuis l'éolienne E3

Le Groupe Mammalogique Breton a identifié une trame des continuités pour les chauves-souris en Bretagne. Cette trame à l'échelle de l'aire d'étude éloignée met en évidence deux zones très favorables au nord et au sud du parc éolien. Le réseau hydrographique et les habitats connexes (zone humide, boisements, haies...) peuvent être perçus comme des corridors écologiques reliant ces deux entités (Montgomery *et al.*, 2020).

Bilan contexte paysager

La densité de bocage, de boisements et de prairies permanentes ainsi que la présence au nord du complexe des montagnes noires (trames favorables aux chiroptères) induit un potentiel d'accueil de l'avifaune et des chiroptères fort.

Bilan des zones naturelles et du contexte paysager

L'aire d'étude éloignée est une zone de « corridor-territoire » dont les connexions entre les milieux naturels sont très élevées. Un grand réseau de cours d'eau permet la connexion entre de nombreux sites à une échelle large. À une échelle plus locale, la densité du bocage et des milieux semi-naturels met en évidence un attrait de l'avifaune et des chiroptères élevés.

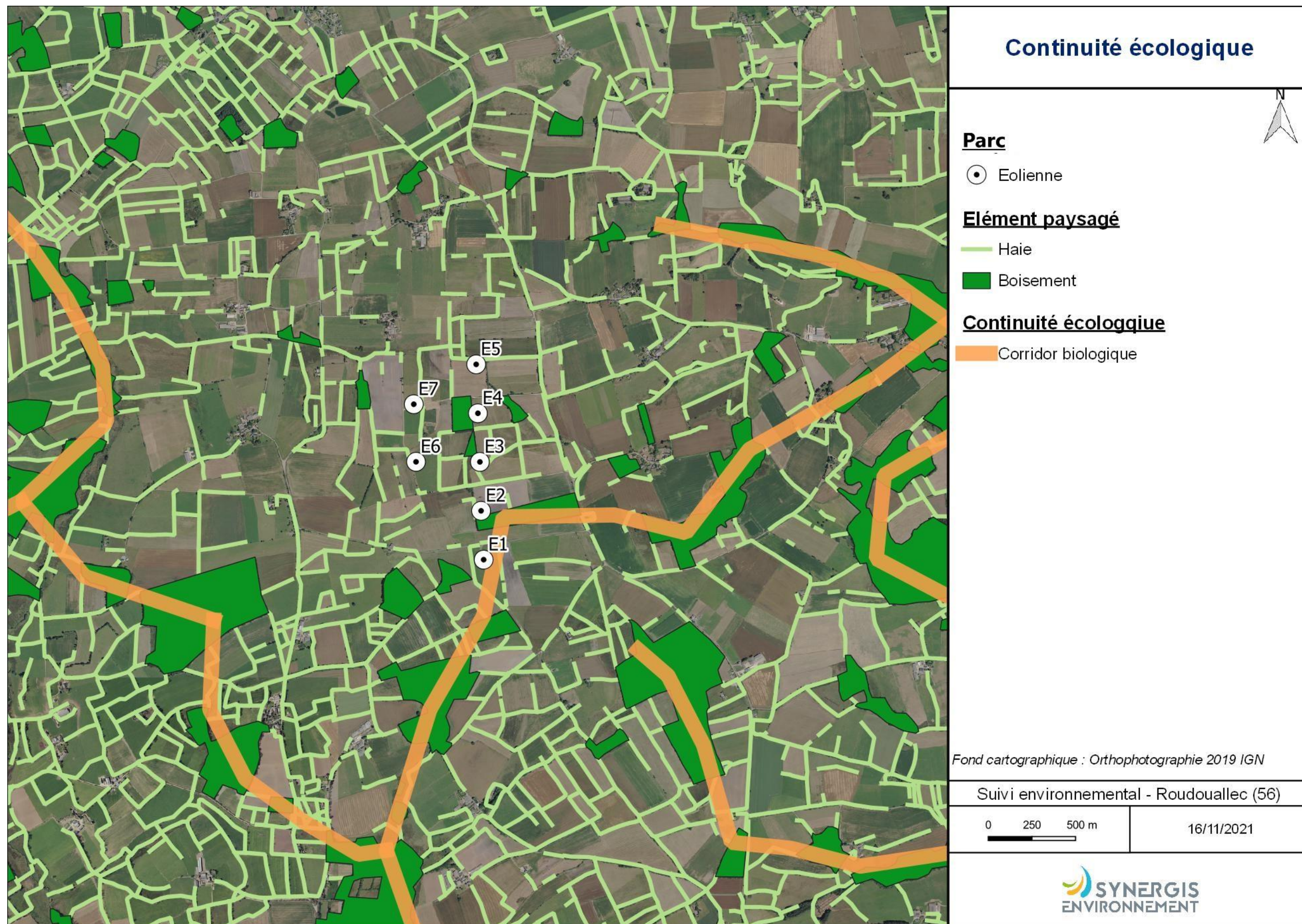


Figure 17 : Continuité écologique autour du parc de Roudouallec

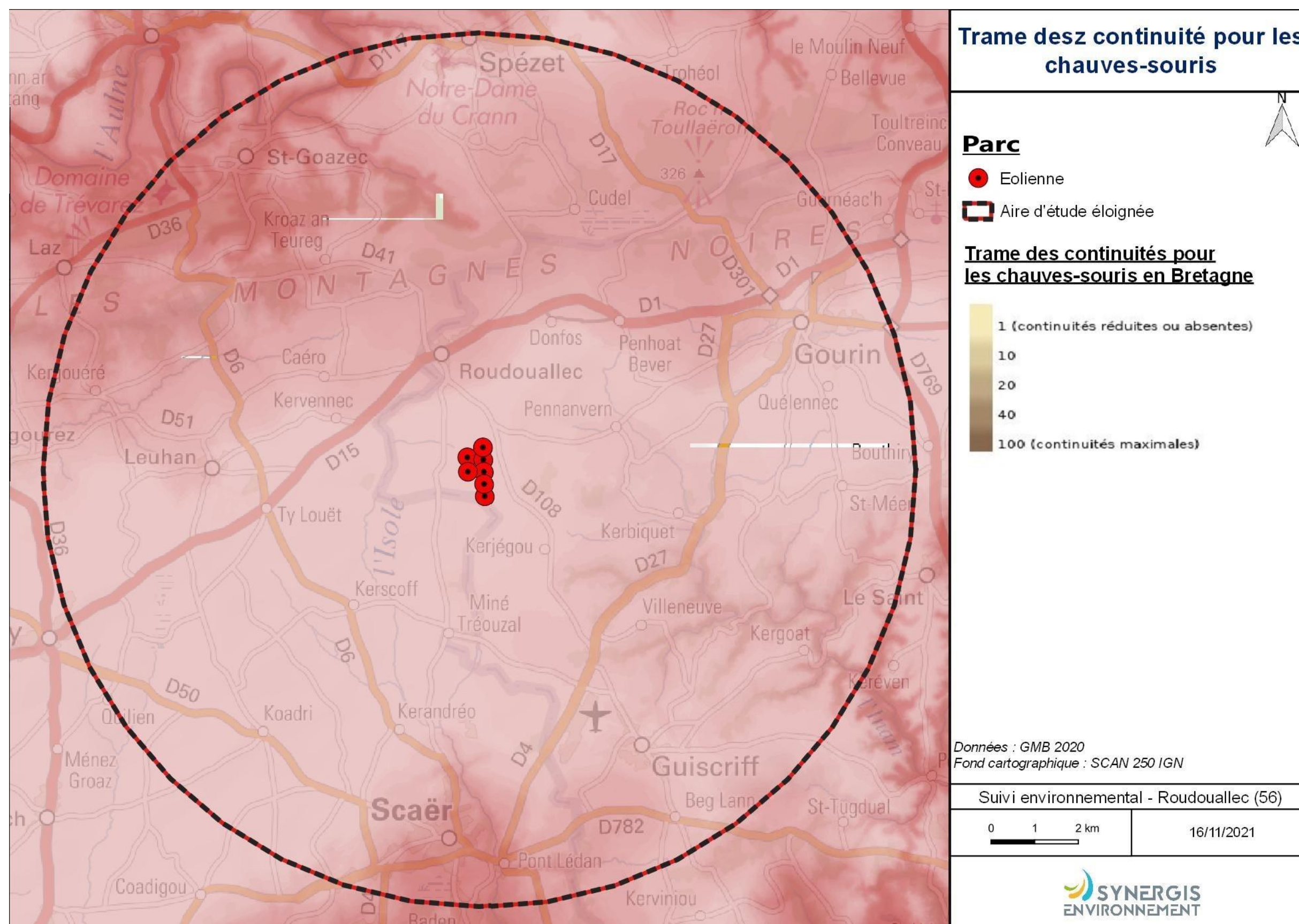


Figure 18 : Valeur moyenne des continuités écologiques de 6 espèces de chauves-souris en Bretagne continentales. Ces valeurs, distribuées de 1 à 100 dans cette trame diffuse, synthétisent la qualité et la quantité des connexions possibles entre les cœurs d'habitats de différentes espèces sensibles de chiroptères (grand et petit rhinolophes, murins de Bechstein et de Daubenton, barbastelle d'Europe et sérotine commune). Source : Groupe Mammalogique Breton 2020.

V. ECOUTES EN NACELLES

V.1 Historique du parc

Un premier suivi au sol en 2004 est réalisé par le Groupe Mammalogique Breton (GMB) dans le cadre de l'étude d'impact.

Le GMB a conclu qu'au regard des résultats obtenus le site était assez pauvrement peuplé avec seulement trois espèces, dont deux communes. En revanche, en terme quantitatif, **la zone était activement prospectée par les chiroptères** (6 contacts par heure). Les contacts ont eu lieu durant toute la nuit, ce qui confirmait l'intérêt de la zone pour ces chauves-souris. Les chauves-souris sont présentes sur toute la zone d'étude, mais évitent les zones d'agriculture intensive.

A contrario, et grâce à une pression d'inventaire nettement supérieure, **les résultats du suivi de 2018 réalisé par Écosphère à l'aide d'un Batmode s+ sur la nacelle de l'éolienne E4 confirme une activité chiroptérologique assez élevée et diversifiée, notamment en été et à l'automne.** Le grand rhinolophe a fréquenté le site en 2018, même si peu de contacts sont enregistrés ; ainsi que la sérotine commune, la barbastelle, l'oreillard gris et diverses espèces de murins. Il n'y a donc a priori pas d'effet de répulsion du parc éolien pour ces espèces de bas vol gîtant à cette période dans les bâtiments et les arbres creux des abords.

V.2 Résultats des écoutes en nacelle

Les résultats enregistrés sur l'éolienne E3 en 2021 lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 21 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris

| Date d'enregistrement | Durée d'enregistrement (H) | Mois | Espèces | | | | | | | | Groupes | | Nombre de contacts bruts total | Nombre de contacts/heure | Niveau d'activité |
|--------------------------|----------------------------|-----------|---------|-----|----|----|----|----|-----|-----|----------|-------|--------------------------------|--------------------------|-------------------|
| | | | Pp | Pk | Pn | Es | Nn | NI | Plr | Pls | Sérotule | Myosp | | | |
| 04/05/2021 au 31/05/2021 | 544,00 | Mai | 186 | 22 | 2 | | 1 | 12 | | | | | 223,00 | 0,41 | Faible |
| 01/06/2021 au 30/06/2021 | 240,00 | Juin | 153 | 54 | 12 | | | 6 | | | | | 225,00 | 0,94 | Faible |
| 01/07/2021 au 30/07/2021 | 252,00 | Juillet | 86 | 11 | 9 | 2 | | 23 | | 8 | | | 139,00 | 0,55 | Faible |
| 01/08/2021 au 31/08/2021 | 604,00 | Août | 92 | 5 | | 22 | | 51 | | | 1 | | 171,00 | 0,28 | Très faible |
| 01/09/2021 au 30/09/2021 | 342,00 | Septembre | 188 | 17 | 5 | | | 2 | 2 | 2 | | | 216,00 | 0,63 | Faible |
| 01/10/2021 au 30/10/2021 | 408,00 | Octobre | 668 | 217 | 30 | | | 6 | | | | 4 | 925,00 | 2,27 | Fort |

Légende :

Pp : Pipistrelle commune Pk : Pipistrelle de kuhli Pn : Pipistrelle de nathusius
Es : Sérotine commune Nn : Noctule commune NI : Noctule de Leisler
Plr : Oreillard roux Pls : Oreillard gris Myosp : Murin indéterminé
Sérotule : Noctule commune/leisler/Sérotine commune

V.2.1 Observations globales

Ce sont au total 1899 contacts qui ont été enregistrés lors de la saison pour une moyenne de 0,79 contact par heure. L'activité chiroptérologique globale au niveau de l'éolienne E3 est donc considérée comme **faible** selon la méthodologie.

V.2.2 Diversité spécifique

Ce sont 8 espèces et 2 groupes d'espèces de chauves-souris qui ont été recensées en nacelle.

Tableau 22 : Espèces inventoriées en nacelle

| Abréviation | Nom Vernaculaire | Nom Scientifique | Nombre de Mois de Présence | Présence % |
|-------------|---|---|----------------------------|------------|
| Pp | Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | 6 | 100% |
| Pk | Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | 6 | 100% |
| Pn | Pipistrelle de Nathusius | <i>Pipistrellus nathusii</i> | 5 | 83% |
| Es | Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | 2 | 33% |
| Nn | Noctule commune | <i>Nyctalus noctula</i> | 1 | 17% |
| NI | Noctule de Leisler | <i>Nyctalus leisleri</i> | 6 | 100% |
| Plr | Oreillard roux | <i>Plecotus auritus</i> | 1 | 17% |
| Pls | Oreillard gris | <i>Plecotus austriacus</i> | 2 | 33% |
| Sérotule | Sérotine commune / Noctule commune / Noctule de Leisler | <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus noctula</i> / <i>Nyctalus leisleri</i> | 1 | 17% |
| Myosp | Murin sp | <i>Myotis sp</i> | 1 | 17% |

Les résultats enregistrés lors de la saison d'écoute de 2018 par Ecosphère sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 23 : Bilan mensuel de l'activité des chiroptères en nacelle en 2019

| E4 | Pipistrelle commune | Pipistrelle de Kuhl | Pipistrelles de Kuhl/Nathusius | Pipistrelle de Nathusius | Noctule de Leisler* | Noctule indéterminée* | Sérotule* | Barbastelle | Oreillards | Total |
|-----------|---------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|-----------|-------------|------------|-------|
| avril* | 4 | | | | | | | | | 4 |
| mai | 62 | 6 | | 1 | 8 | 1 | 1 | | | 79 |
| juin | 61 | | | 2 | 3 | | 1 | | | 67 |
| juillet | 137 | 33 | 14 | 6 | 153 | | 14 | 1 | | 358 |
| août | 38 | 22 | 9 | 5 | 58 | | 6 | | | 138 |
| septembre | 134 | 6 | 3 | 3 | 47 | | 12 | | | 205 |
| octobre | 431 | 26 | 5 | 4 | 12 | 1 | 7 | | 5 | 491 |
| novembre* | | | | | 9 | | | | | 9 |
| Total | 867 | 93 | 31 | 21 | 290 | 2 | 41 | 1 | 5 | 1351 |

* suivi opérationnel du 18 au 30 avril ;

* les 7, 8, 9 et 30 novembre, des mauvaises valeurs de calibration du micro (différence > 6 dBFS) ont été relevées

Source : Ecosphère, 2019

Le suivi de 2018 réalisé par Ecosphères avait quant à lui détecté 4 espèces et 5 groupes d'espèces. A la différence de 2018, en 2021, des individus du groupe des murins ont été contactés (4 contacts).

V.2.3 Activité

L'évaluation de leur activité est calculée par l'application du coefficient de détectabilité ainsi qu'en fonction de leur niveau d'abondance en Bretagne comme expliqué dans la méthodologie.

L'intégralité des contacts a été prise en compte lors de l'analyse.

Tableau 24 : Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle

| Abréviation | Nom Vernaculaire | Nom Scientifique | Activité (Cts Ajustés /H) | Niveau d'activité |
|-------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Pp | Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | 0,61 | Faible |
| Pk | Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | 0,15 | Faible |
| Pn | Pipistrelle de Nathusius | <i>Pipistrellus nathusii</i> | 0,03 | Faible |
| Es | Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | 0,005 | Très faible |
| Nn | Noctule commune | <i>Nyctalus noctula</i> | 0,0001 | Très faible |
| Nl | Noctule de Leisler | <i>Nyctalus leisleri</i> | 0,01 | Très faible |
| Plr | Oreillard roux | <i>Plecotus auritus</i> | 0,001 | Très faible |
| Pls | Oreillard gris | <i>Plecotus austriacus</i> | 0,01 | Très faible |

Les pipistrelles ont une activité moyenne faible tandis que les autres espèces de chiroptères contactées ont une activité très faible en altitude. L'espèce ayant l'activité la plus « intense » est la pipistrelle commune avec 0,61 contact/heure, l'espèce la plus impactée par les éoliennes en Europe.

En prenant les espèces au cas par cas, il en va de même pour leur activité.

Tableau 25 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h)

| Date d'enregistrement | Durée d'enregistrement (H) | Mois | Espèces | | | | | | | | Groupes | | Nombre total de Contacts Ajustés / Heure | Niveau d'activité |
|--------------------------|----------------------------|-----------|---------|------|-------|------|--------|-------|------|------|----------|-------|--|-------------------|
| | | | Pp | Pk | Pn | Es | Nn | Nl | Plr | Pls | Sérotine | Myosp | | |
| 04/05/2021 au 31/05/2021 | 544,00 | Mai | 0,34 | 0,04 | 0,004 | | 0,0005 | 0,01 | | | | | 0,39 | Très faible |
| 01/06/2021 au 30/06/2021 | 240,00 | Juin | 0,64 | 0,23 | 0,05 | | | 0,01 | | | | | 0,92 | Faible |
| 01/07/2021 au 30/07/2021 | 252,00 | Juillet | 0,34 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | | 0,03 | | 0,04 | | | 0,49 | Faible |
| 01/08/2021 au 31/08/2021 | 604,00 | Août | 0,15 | 0,01 | | 0,02 | | 0,03 | | | 0,001 | | 0,21 | Très faible |
| 01/09/2021 au 30/09/2021 | 342,00 | Septembre | 0,55 | 0,05 | 0,01 | | | 0,002 | 0,01 | 0,01 | | | 0,63 | Faible |
| 01/10/2021 au 30/10/2021 | 408,00 | Octobre | 1,64 | 0,53 | 0,07 | | | 0,005 | | | | 0,02 | 2,26 | Fort |

Il en ressort que :

- ❖ La pipistrelle commune est présente toute l'année sur le site. Elle a une activité très faible à faible toute l'année sauf au mois d'octobre où cette dernière présente une activité forte ;

- ❖ La pipistrelle de Kuhl est présente toute l'année sur le site. Elle a une activité très faible à faible toute l'année sauf au mois d'octobre où cette dernière présente une activité moyenne ;
- ❖ La pipistrelle de Nathusius est présente presque toute l'année sur le site. Elle a une activité très faible à faible sur toute la période d'enregistrement, mais présente une activité plus forte en octobre,
- ❖ La noctule commune n'est contactée qu'à une seule reprise au mois de mai et de fait présente une activité très faible ;
- ❖ La noctule de Leisler est présente toute l'année sur le site. Elle a une activité très faible à faible sur toute la période d'enregistrement.

V.2.4 Répartition temporelle des contacts.

L'activité la plus forte est au mois d'octobre (2,26 contacts/h) et la plus faible est au mois d'août (0,21 contact/h). La diversité spécifique est au maximum de 6 espèces pendant les mois de juillet et septembre. Les mois de septembre et octobre correspondent à la période de dissolution des colonies de parturitions, à l'arrivée en migration de certaines espèces (pipistrelle de Nathusius et noctule commune) et à la forte activité de chasse liée à la préparation de l'hiver. Par conséquent, il est logique que l'activité et la richesse spécifique soient les « plus fortes » durant ce mois.

Selon l'étude de 2018 réalisée par Ecosphère, « Pour un nombre de nuits quasi équivalent chaque mois (hormis pour avril), les moyennes « toutes espèces » sont nettement plus élevées en juillet et en octobre que pour les autres mois... »

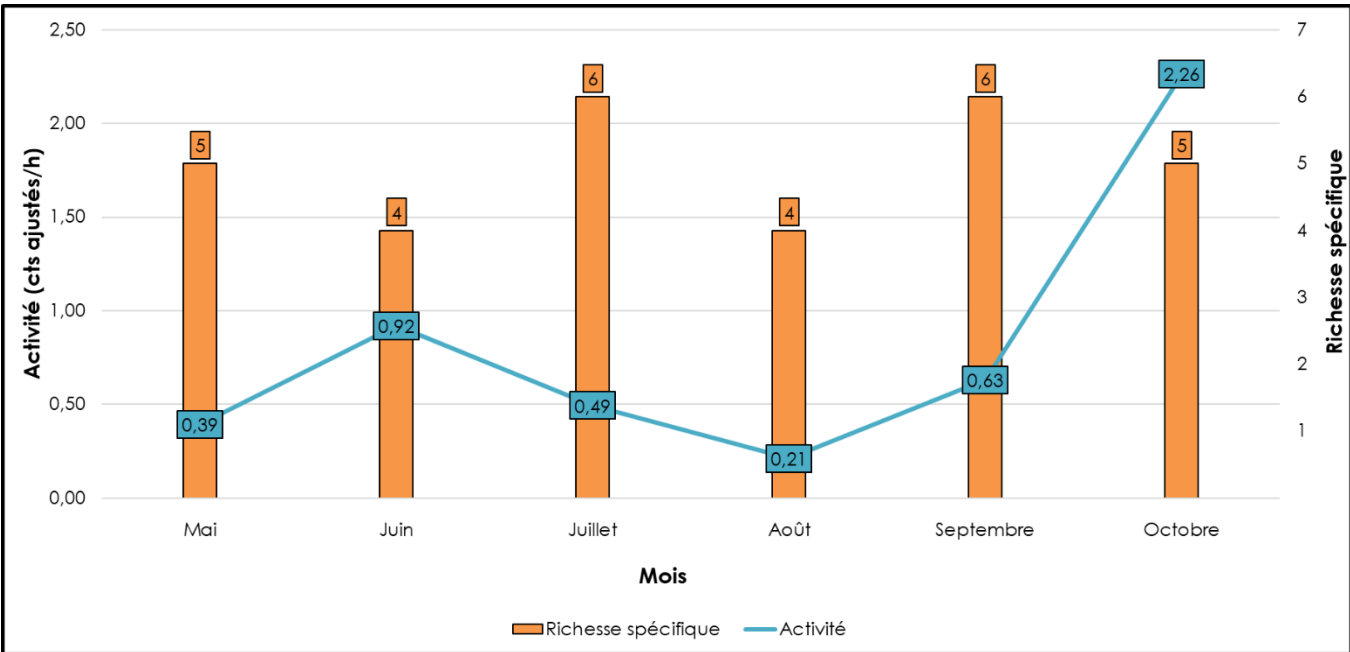


Figure 19 : Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison

V.2.5 Analyse des conditions météorologiques et temporelles

V.2.5.1 Activité des chiroptères au cours de la nuit

Les enregistrements démarrent 30 minutes avant le coucher de soleil et se terminent 30 minutes après le lever de soleil. Le graphique ci-dessous montre l'évolution de l'activité chiroptérologique au cours de la nuit.

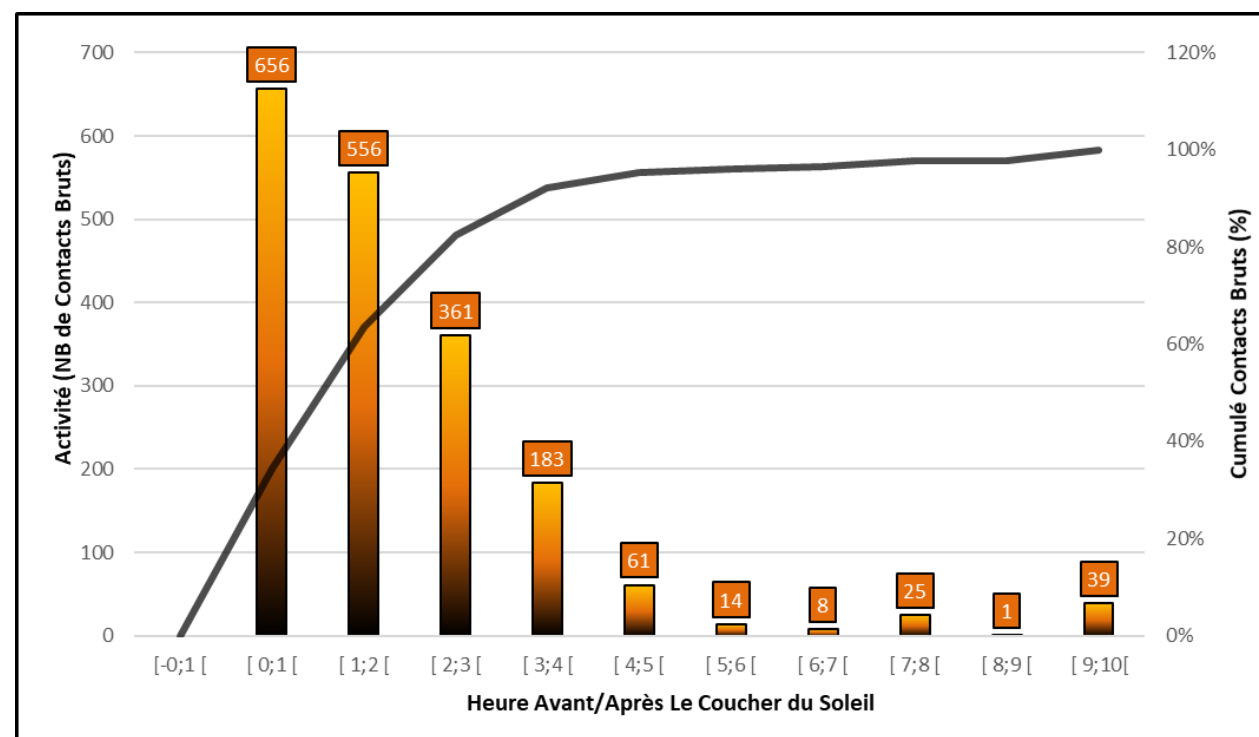


Figure 20 : Activité des chiroptères au cours de la nuit

La durée de la nuit étant variable d'une saison à l'autre, cela explique le faible nombre de contacts obtenus dans les dernières tranches de la nuit. Cependant, on note que 92 % de l'activité se concentre sur les 4 premières heures de la nuit, et particulièrement entre 1 et 2 heures après le coucher de soleil. Bien que cela diffère en fonction des espèces, la majorité des chauves-souris chassent le plus activement en début de nuit.

Selon l'étude de 2018 réalisée par Ecosphère « peu de contacts ont été enregistrés après la 7ème heure, à l'exception notable de deux contacts d'oreillards en octobre et de quelques contacts de noctule de Leisler à plusieurs dates. Jusqu'à la mi-juin, les contacts sont souvent enregistrés durant les trois premières heures de la nuit. Ensuite, ils sont beaucoup plus étalés dans la nuit jusqu'à la mi-octobre. »

V.2.6 Impact de la température sur l'activité des chiroptères

La température est un facteur pouvant influencer l'activité des chiroptères. Le graphique suivant montre l'évolution de l'activité des chauves-souris en fonction de la température.

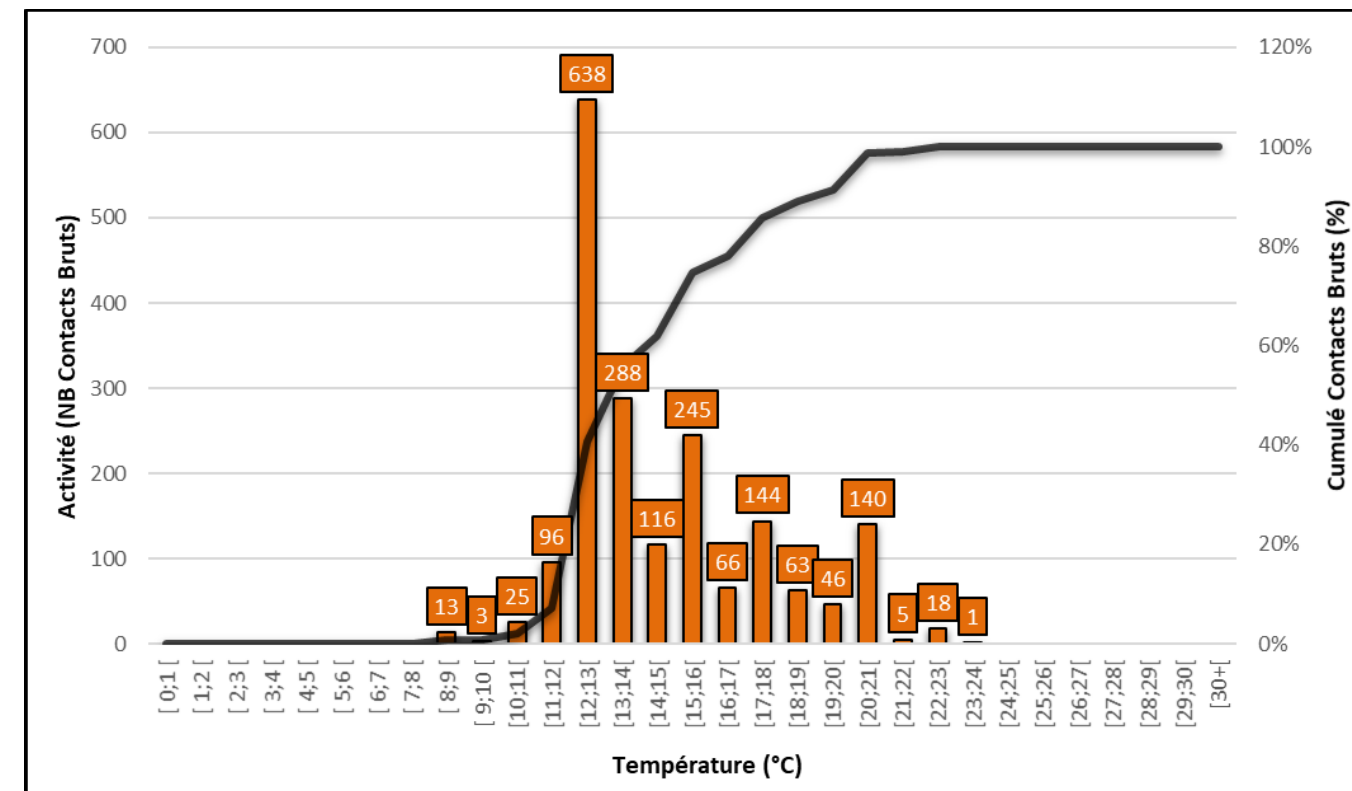


Figure 21 : Activité des chiroptères en fonction de la température

En 2021, les chauves-souris sont présentes à hauteur de pale à partir de 8 °C et jusqu'à 24 °C. 78 % de l'activité se concentre principalement entre 12 et 18 °C. Il faut néanmoins prendre du recul sur ces résultats et les mettre au regard de l'occurrence de ces tranches de températures durant les phases d'enregistrement.

V.2.6.1 Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

De même que pour la température, la vitesse du vent influence l'activité des chiroptères.

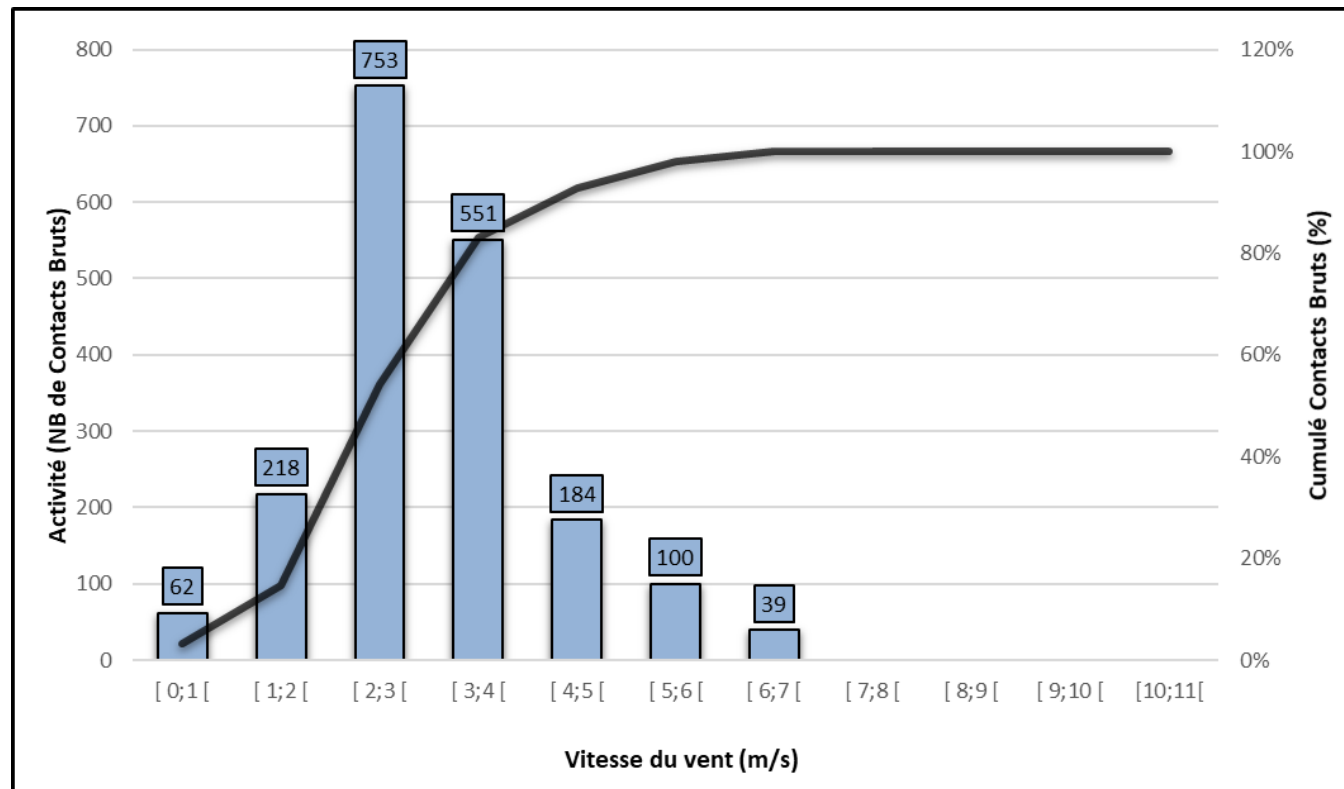


Figure 22 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

Les chiroptères sont actifs de 0 à 7 m/s. L'analyse de la vitesse du vent nous indique que l'activité chiroptérologique se concentre entre 0 et 6 m/s (97 %), avec un pic entre 1 et 6 m/s (94 %). Au-delà de 6 m/s l'activité décroît fortement (2 %).

V.2.6.2 Précipitations et activité des chiroptères

L'analyse des données météorologiques de précipitations ne permettent pas de mettre en évidence la proportion de contact de chiroptères enregistrés pour chaque tranche de données. En effet, sur les 1899 contacts de chiroptères enregistrés, seuls 2 peuvent être rattachés à une donnée de précipitations. Ce n'est pas significatif, de nombreuses données de précipitations manquant sur les séquences de 10 min.

V.2.7 Évaluation du niveau de vulnérabilité face à l'éolien

Tout comme les oiseaux, les chauves-souris peuvent être impactées par l'éolien, mais ne présentent pas toutes la même vulnérabilité face à celui-ci.

Ainsi, un niveau de vulnérabilité pour chaque espèce est calculé en fonction de leur niveau d'enjeu et de sensibilité face aux éoliennes.



V.2.7.1 Détermination du niveau d'enjeu

Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées en France, mais les statuts de protection et de conservation varient en fonction des espèces. Trois statuts ont ainsi été choisis afin de déterminer le niveau d'enjeu : la liste rouge des mammifères de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SFEP & ONCFS, 2017), la liste rouge régionale des mammifères de Bretagne (GMB, 2016), l'inscription ou non de l'espèce en Annexe II de la « Directive Habitats » (92/43/CEE).

L'addition de ces trois statuts permet ainsi d'évaluer le niveau d'enjeux de l'espèce sur un certain territoire et la notation se fait de la manière suivante :

Tableau 26 : Calcul du niveau d'enjeu des chauves-souris

| Statuts | | | Notation |
|------------|--------------|----------------------|----------|
| LR France | LR régionale | Directive "Habitats" | |
| LC | LC | | 0 |
| NT, DD | NT, DD | Annexe 2 | 0,5 |
| VU, EN, CR | VU, EN, CR | | 1 |

Liste rouge : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacée ; DD : données insuffisantes ; VU : vulnérable ; EN : en danger d'extinction ; CR : en danger critique d'extinction

Quatre niveaux d'enjeu sont alors possibles :

Tableau 27 : Calcul du niveau d'enjeu patrimonial

| Niveau d'enjeu patrimonial | Notation |
|----------------------------|-----------|
| Faible | 0 |
| Modéré | 0,5 |
| Fort | 1 |
| Très fort | 1,5 à 2,5 |

V.2.7.2 Évaluation du niveau d'enjeu

Ce sont au total 8 espèces et 2 groupes d'espèces qui ont été inventoriées au niveau de l'éolienne E3. Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées en France, mais elles n'ont pas le même statut.

Tableau 28 : Statut de protection et de conservation des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeu

| Nom vernaculaire | Nom scientifique | LR France (2017) | LR Bretagne (2015) | Protection nationale | Directive Habitats | Enjeu patrimonial |
|--------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | NT | LC | Article 2 | Annexe IV | Faible |
| Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | LC | LC | Article 2 | Annexe IV | Faible |
| Pipistrelle de Nathusius | <i>Pipistrellus nathusii</i> | NT | NT | Article 2 | Annexe IV | Fort |
| Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | NT | LC | Article 2 | Annexe IV | Faible |
| Noctule commune | <i>Nyctalus noctula</i> | VU | NT | Article 2 | Annexe IV | Fort |
| Noctule de leisler | <i>Nyctalus leisleri</i> | NT | NT | Article 2 | Annexe IV | Fort |
| Plecotus auritus | <i>Oreillard roux</i> | LC | LC | Article 2 | Annexe IV | Faible |
| Plecotus austriacus | <i>Oreillard gris</i> | LC | LC | Article 2 | Annexe IV | Faible |

La noctule commune est classée en niveau d'enjeu « fort » du fait de son statut « vulnérable » sur la liste nationale et « quasi-menacée » à l'échelle régionale.

La noctule de Leisler et la pipistrelle de Nathusius sont classées en enjeu fort, car classées comme quasi menacées sur les listes rouges nationales et régionales.

Cet enjeu est modulé avec l'activité sur le site afin d'obtenir un enjeu sur site. Ainsi, le niveau d'activité de chaque espèce influence son réel enjeu sur le site. Ces variations dépendent du comportement des individus sur site (transit, chasse, cris sociaux, colonie...), de la biologie de l'espèce, de son écologie, mais également des périodes et de l'habitat sur lequel l'individu est contacté. Il s'agit donc d'une expertise chiroptérologique propre à chaque espèce ne pouvant être calculée mathématiquement.

Tableau 29 : Niveau d'enjeu patrimoniale des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeu sur site

| Nom vernaculaire | Nom scientifique | Niveau d'activité sur site | Niveau d'enjeu patrimonial | Niveau d'enjeu sur site |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | Faible | Faible | Modéré |
| Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | Faible | Faible | Faible |
| Pipistrelle de Nathusius | <i>Pipistrellus nathusii</i> | Faible | Fort | Modéré |
| Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | Très faible | Faible | Faible |
| Noctule commune | <i>Nyctalus noctula</i> | Très faible | Fort | Faible |
| Noctule de Leisler | <i>Nyctalus leisleri</i> | Très faible | Fort | Faible |
| Oreillard roux | <i>Plecotus auritus</i> | Très faible | Faible | Faible |
| Oreillard gris | <i>Plecotus austriacus</i> | Très faible | Faible | Faible |

V.2.7.3 Détermination du niveau de sensibilité

La sensibilité des chiroptères recoupe deux aspects : la sensibilité à la perte d'habitats et la sensibilité aux collisions.

Le niveau de sensibilité pour chaque espèce est estimé à partir de l'état des connaissances actuelles et du travail mené par Eurobats (RODRIGUES & al., 2014), qui, pour chaque groupe d'espèces, a déterminé un niveau de sensibilité.

Tableau 30 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces

| Risque fort | Risque moyen | Risque faible | Inconnu |
|---------------------|-------------------|------------------|------------------------|
| Nyctalus spp. | Eptesicus spp. | Myotis spp.** | Roussettus aegyptiacus |
| Pipistrellus spp. | Barbastella spp. | Plecotus spp. | Taphozous nudiventris |
| Vespertilio murinus | Myotis dasycneme* | Rhinolophus spp. | Otonycteris hemprichii |
| Hypsugo savii | | | Miniopterus pallidus |
| Miniopterus | | | |
| Tadarida teniotis | | | |

Source : EUROBATS, 2014

Trois niveaux ressortent pour les espèces présentes en France et une note est attribuée en fonction de ceux-ci.

Tableau 31 : Calcul du niveau de sensibilité

| Niveau de sensibilité | Notation |
|-----------------------|----------|
| Sensibilité faible | 0,5 |
| Sensibilité moyenne | 1 |
| Sensibilité forte | 2 |

V.2.7.4 Evaluation du niveau de sensibilité

Les chauves-souris n'ont pas toutes la même sensibilité face à l'éolien. Les espèces de haut vol seront plus concernées par un risque de collision que les espèces de vol bas. Il en est de même pour les espèces pouvant effectuer de longues distances de déplacement.

Tableau 32 : Comportement et sensibilité des espèces

| 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) | Note de sensibilité | Niveau de sensibilité face à l'éolien |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|------------------------|--|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | Vol haut et bas | Non | Oui | Oui | Fort | 2 | Fort |
| Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | Vol haut et bas | Non | Oui | Oui | Fort | 2 | Fort |
| Pipistrelle de Nathusius | <i>Pipistrellus nathusii</i> | Vol haut et bas | Oui | Oui | Oui | Fort | 2 | Fort |
| Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | Vol haut et bas | Non | Oui | Oui | Moyen | 1 | Moyen |
| Noctule commune | <i>Nyctalus noctula</i> | Vol haut et bas | Oui | Oui | Oui | Fort | 2 | Fort |
| Noctule de Leisler | <i>Nyctalus leisleri</i> | Vol haut et bas | Oui | Oui | Oui | Fort | 2 | Fort |
| Oreillard roux | <i>Plecotus auritus</i> | Vol bas | Non | Non | Oui | Faible | 0.5 | Faible |
| Oreillard gris | <i>Plecotus austriacus</i> | Vol bas | Non | Non | Oui | Faible | 0.5 | Faible |

Il ressort de ce tableau que toutes les espèces inventoriées ont une sensibilité forte à l'éolien, mise à part la sérotine commune qui présente une sensibilité moyenne et les deux espèces d'oreillards qui présentent une sensibilité faible.

V.2.7.5 Détermination du niveau de vulnérabilité

C'est donc l'addition des notes obtenues avec le niveau d'enjeu et le niveau de sensibilité qui permet de définir le niveau de vulnérabilité potentiel des espèces.

Tableau 33 : Calcul du niveau de vulnérabilité

| Note enjeu + note sensibilité | Niveau de vulnérabilité |
|-------------------------------|-------------------------|
| 0 et 0,5 | Faible ou à préciser |
| 1 et 1,5 | Modéré |
| 2 et 2,5 | Assez fort |
| 3 et + | Fort |

V.2.7.5.1 Evaluation du niveau de vulnérabilité

Le croisement des niveaux d'enjeux et de sensibilité permet d'obtenir le niveau de vulnérabilité de chaque espèce et permet ainsi de faire ressortir les espèces concernées par un parc éolien.

Tableau 34 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

| 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> | Modéré (0.5) | Fort (2) | Assez fort (2.5) |
| Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | Faible (0) | Fort (2) | Assez fort (2) |
| Pipistrelle de Nathusius | <i>Pipistrellus nathusii</i> | Modéré (0.5) | Fort (2) | Assez fort (2.5) |
| Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | Faible (0) | Moyen (1) | Modéré (1) |
| Noctule commune | <i>Nyctalus noctula</i> | Faible (0) | Fort (2) | Assez fort (2) |
| Noctule de Leisler | <i>Nyctalus leisleri</i> | Faible (0) | Fort (2) | Assez fort (2) |
| Oreillard roux | <i>Plecotus auritus</i> | Faible (0) | Faible (0.5) | Faible (0.5) |
| Oreillard gris | <i>Plecotus austriacus</i> | Faible (0) | Faible (0.5) | Faible (0.5) |


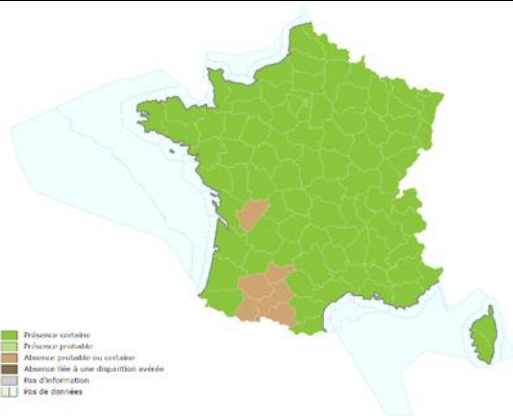
Excepté les deux espèces d'oreillards, toutes les espèces présentes sont concernées par un niveau de vulnérabilité modéré à fort et sont à prendre en compte, notamment les espèces migratrices.


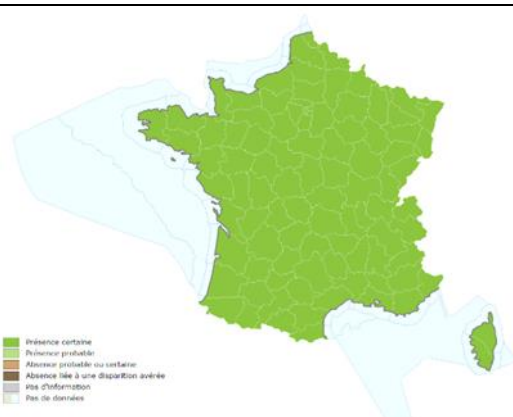
V.2.7.5.2 Présentation des espèces classées vulnérables


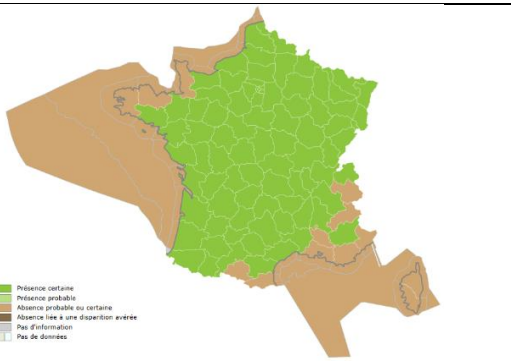
Afin de mieux appréhender les espèces de chauves-souris présentant une vulnérabilité modérée à forte, elles sont présentées dans ce paragraphe.

| Pipistrelle commune – <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | Espèce de vulnérabilité assez forte |
|---|--|
| <p>La pipistrelle commune est une espèce de petite taille qui fréquente tous les milieux. Elle se retrouve en pleine forêt comme en villes ou en zones cultivées. Elle gîte dans les bâtiments, les greniers, les fissures de murs, les cavités arboricoles et de nombreux autres endroits.</p> <p>En France, la pipistrelle commune est très présente et est souvent l'espèce la plus contactée. En Bretagne, elle est également largement répartie.</p> | |
|  <p>Photo 1 - Pipistrelle commune</p> <p>Source : Photo ALTHIS</p> |  <p>Figure 23 - Carte de répartition</p> <p>Source : Carte INPN</p> |

| Pipistrelle de Kuhl – <i>Pipistrellus kuhlii</i> | Espèce de vulnérabilité assez forte |
|---|---|
| <p>La pipistrelle de Kuhl est une chauve-souris de petite taille anthropophile. Elle se rencontre fréquemment dans les villes. Elle fréquente également les milieux agricoles, forestiers et une grande diversité d'autres habitats. Elle gîte en période estivale dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.</p> <p>En France, la pipistrelle de Kuhl est bien présente à l'exception de certains départements au nord où elle reste anecdotique.</p> | |
|  <p>Photo 2 - Pipistrelle de Kuhl</p> <p>Source : Photo V. Verissimo</p> |  <p>Figure 24 - Carte de répartition</p> <p>Source : Carte INPN</p> |

| Pipistrelle de Nathusius – <i>Pipistrellus nathusii</i> | Espèce de vulnérabilité forte |
|---|---|
| <p>La pipistrelle de Nathusius est une espèce forestière qui fréquente préférentiellement les boisements avec de nombreux points d'eau. Il s'agit d'une espèce migratrice qui vole sur de grandes distances entre ses gîtes de mise bas et d'hibernation.</p> <p>En France, l'espèce est plus présente sur les zones littorales qu'au centre.</p> <p>En Bretagne, elle est considérée comme rare ou très localisée.</p> | |
|  <p>Photo 3 - Pipistrelle de Nathusius</p> <p>Source : Photo J. Wedd</p> |  <p>Figure 25 - Carte de répartition</p> <p>Source : Carte INPN</p> |

| Sérotine commune | Espèce de vulnérabilité modérée |
|--|--|
| <p>La sérotine commune est une chauve-souris robuste qui fréquente une grande variété de milieux, allant de la ville aux milieux forestiers, de culture... Pour ses gîtes d'été, la sérotine commune s'installe de préférence dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.</p> <p>En France, la sérotine commune est présente sur l'ensemble du territoire, mais est plutôt considérée comme une espèce de basse altitude.</p> <p>En Bretagne, elle est considérée comme commune.</p> | |
|  <p>Figure 26 : Sérotine commune</p> <p>Source : Photo Y. Ronchard</p> |  <p>Figure 27 : Carte de répartition</p> <p>Source : Carte INPN</p> |

| Noctule commune – <i>Nyctalus noctula</i> | Espèce de vulnérabilité forte |
|--|--|
| <p>La Noctule commune fait partie des plus grandes espèces en Europe. Forestière à la base, elle a su s'adapter au milieu urbain. Arboricole, elle gîte dans les anciens trous de pics ou dans de larges cavités dans les troncs.</p> <p>En France, l'espèce est présente sur la quasi-totalité du territoire. Sa densité tend toutefois à décliner fortement.</p> <p>En Bretagne, si elle est considérée comme commune dans le Morbihan, elle est mal connue dans les Côtes-d'Armor et rare à très localisé en Ille-et-Vilaine. Elle est absente ou inconnue dans le Finistère.</p> | |
|  <p>Figure 28 - Noctule commune</p> <p>Source : ALTHIS</p> |  <p>Figure 29 - Carte de répartition</p> <p>Source : INPN</p> |

Noctule de Leisler – *Nyctalus leisleri*

Espèce de vulnérabilité assez forte

La noctule de Leisler est une espèce de taille moyenne qui fréquente les milieux forestiers et particulièrement les forêts de feuillus ouvertes. Cette espèce, migratrice, peut effectuer des déplacements allant de quelques centaines de kilomètres jusqu'à plus de 1500 km. Ses gîtes sont arboricoles, principalement en boisements de feuillus.

En France, l'espèce est présente sur l'ensemble du territoire.

Découverte seulement en 2002 en Bretagne, elle est considérée comme rare et mal connue dans la région.



Figure 30 - Noctule de Leisler

source : ONF



Figure 31 - Carte de répartition

Source : INPN

V.2.7.5.3 Vulnérabilité sur le site des espèces concernées

Afin d'appréhender au mieux la sensibilité sur le parc, la vulnérabilité de chaque espèce est redéfinie en fonction de son activité dans l'aire d'étude, avec les écoutes en altitude.

V.2.7.5.3.1 Pipistrelle commune

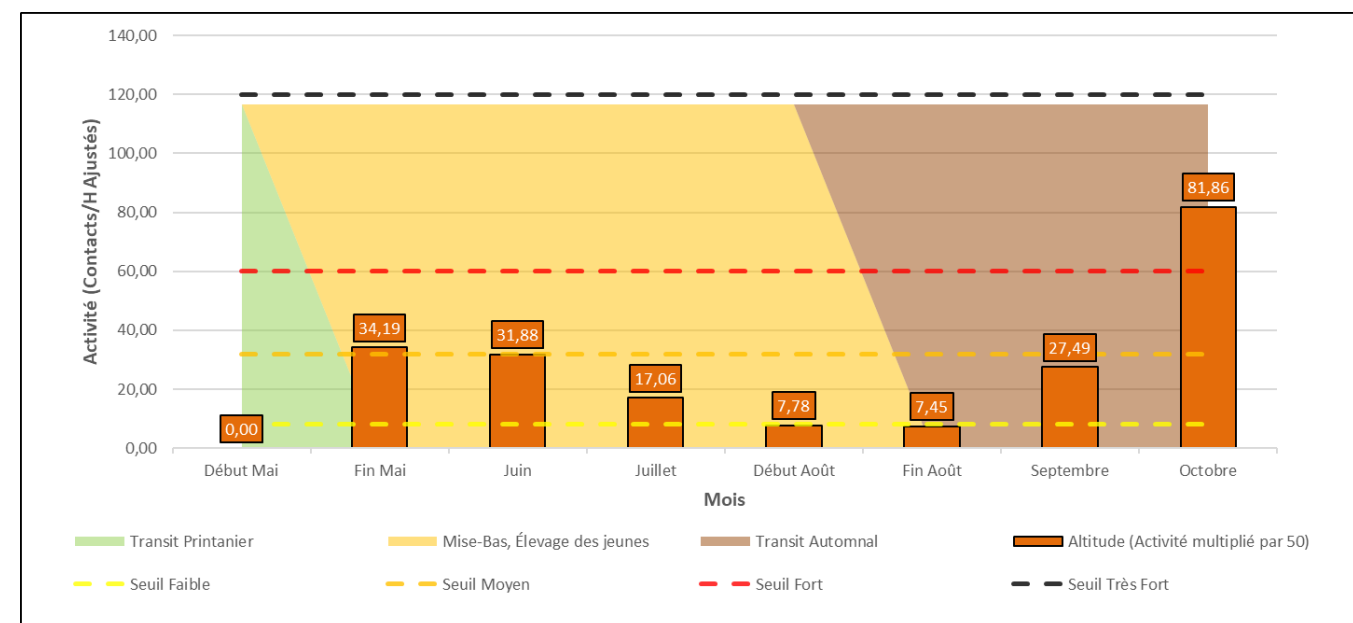


Figure 32 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison

Il s'agit de l'une des espèces les plus actives et les plus présentes sur le site, elle est contactée en altitude dès le mois de mai et présente un pic d'activité durant le mois d'octobre (période de transit automnal) avec une activité forte. À la vue de cette importante activité et en prenant en compte le risque de collision important pour cette espèce, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme assez forte***.

*Au vu de sa forte sensibilité à l'éolien, il convient d'être prudent sur l'ensemble de la période.

V.2.7.5.3.2 Pipistrelle de Kuhl

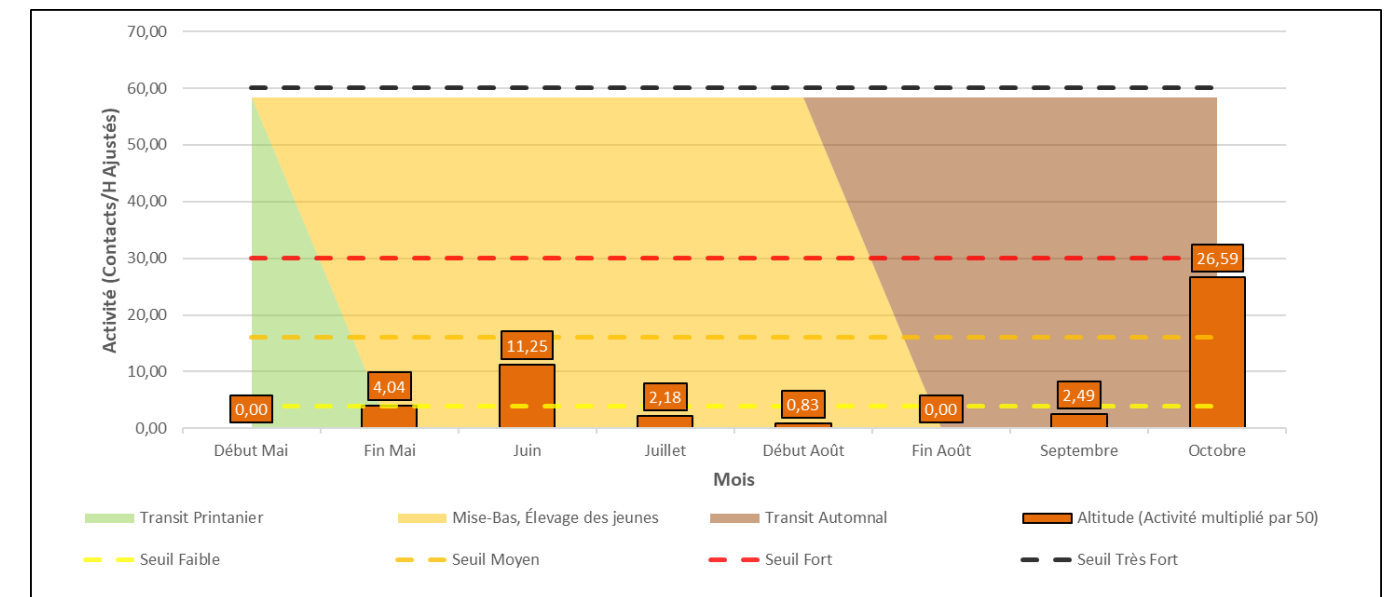


Figure 33 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison

L'activité de la pipistrelle de Kuhl est globalement faible, toutefois un pic d'activité au mois d'octobre avec une activité moyenne est observé (période de transit automnal). À la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme assez forte***.

*Au vu de sa forte sensibilité à l'éolien, il convient d'être prudent sur l'ensemble de la période.

V.2.7.5.3.3 Pipistrelle de Nathusius

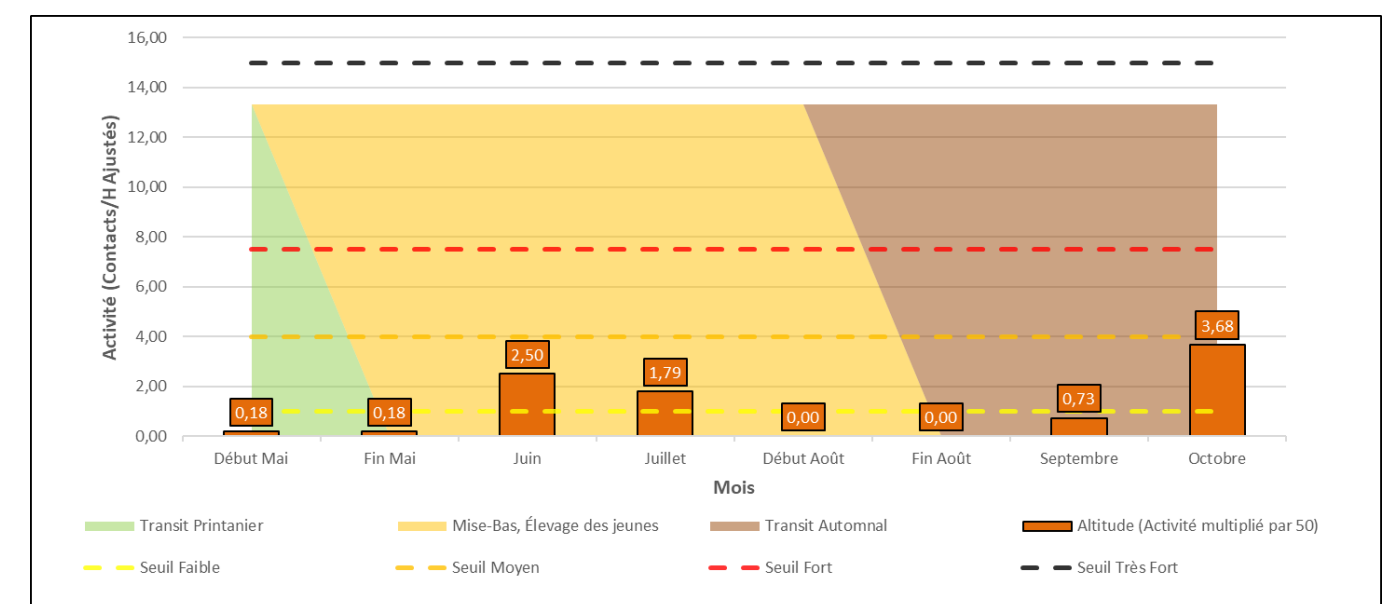


Figure 34 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Nathusius au cours de la saison

Espèce migratrice, la pipistrelle de Nathusius fait partie des espèces les plus représentées sur le parc éolien de Roudouallec. Elle présente une activité très faible sur l'ensemble de la période. Néanmoins, du fait de son enjeu patrimonial fort et de sa capacité de migrer, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme assez forte***.

*Au vu de sa forte sensibilité à l'éolien, il convient d'être prudent sur l'ensemble de la période.

V.2.7.5.3.4 Sérotine commune

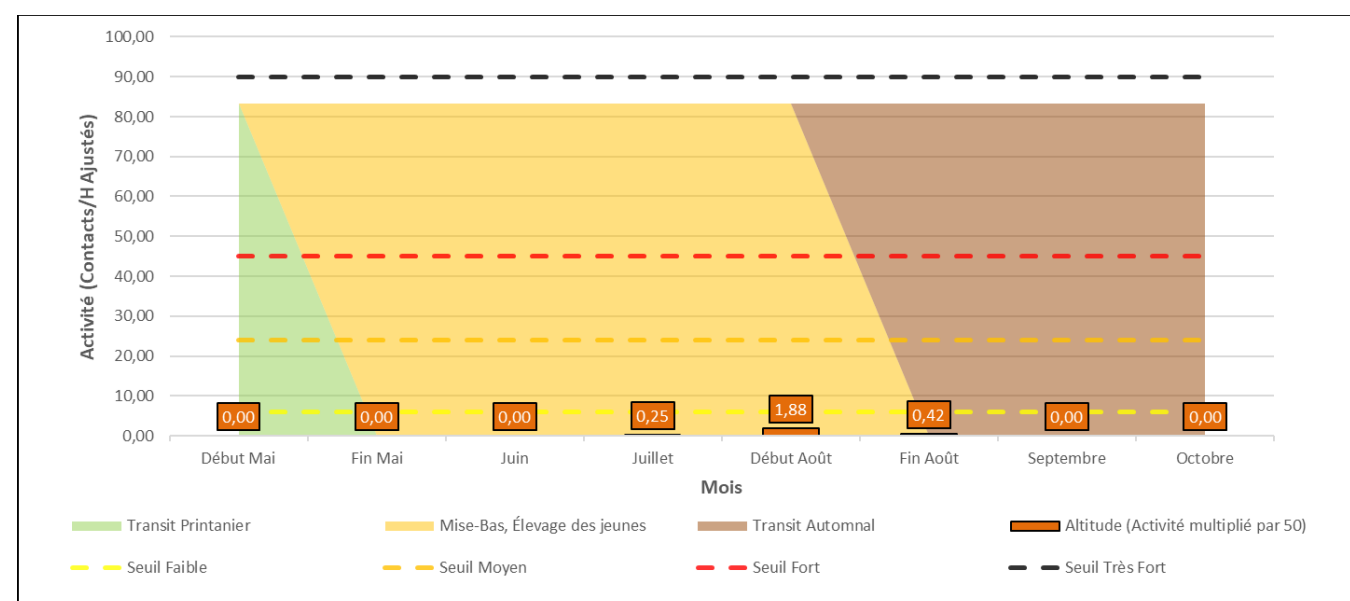


Figure 35 : Activité (en ct/h) de la sérotine commune au cours de la saison

La Sérotine commune a été contactée en altitude au mois de juillet et août, en très faible activité. À la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme modérée***.

*Au vu de sa forte sensibilité à l'éolien, il convient d'être prudent sur l'ensemble de la période.

V.2.7.5.3.5 Noctule commune

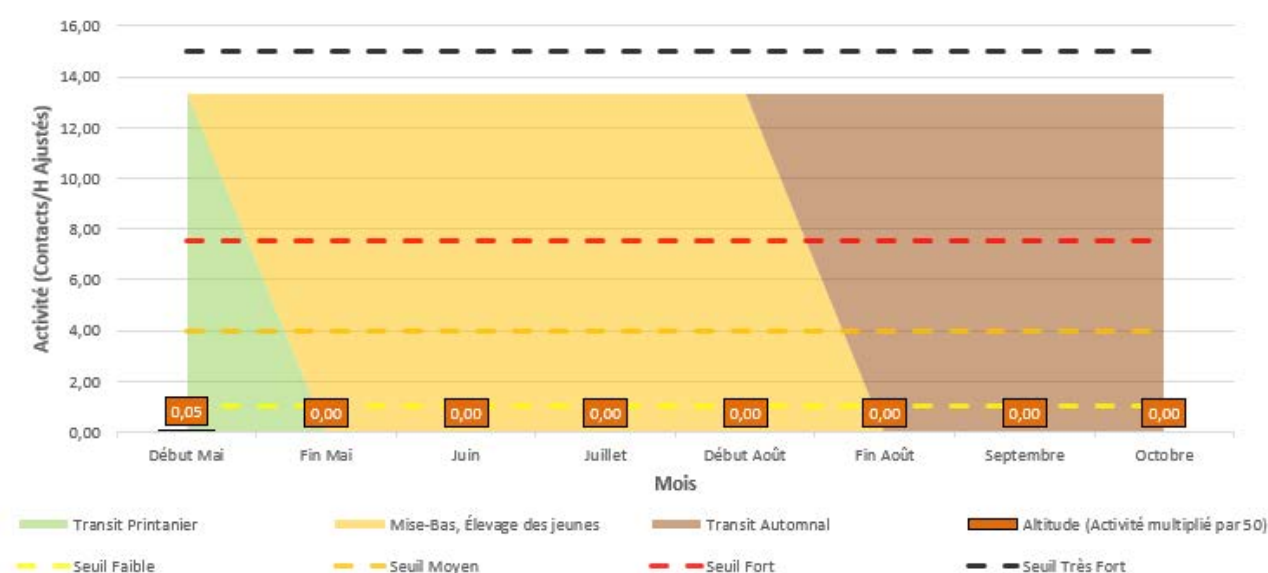


Figure 36 : Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison

La noctule commune a été contactée en altitude qu'une seule fois au mois de mai et présente de ce fait une activité très faible. Néanmoins, à la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme assez forte***.

*Au vu de sa forte sensibilité à l'éolien, il convient d'être prudent sur l'ensemble de la période.

V.2.7.5.3.6 Noctule de Leisler

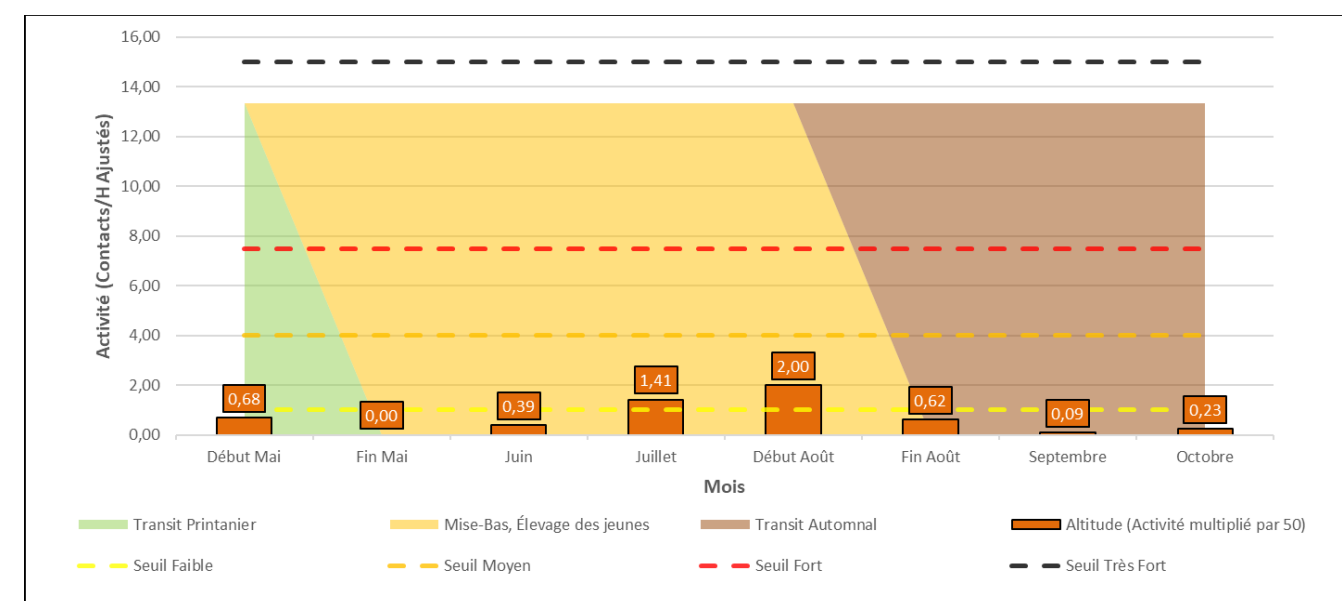


Figure 37 : Activité (en ct/h) de la noctule de Leisler au cours de la saison

La noctule de Leisler a été contactée en altitude tout au long de l'année avec une activité allant de très faible à faible. À la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme assez forte***.

*Au vu de sa forte sensibilité à l'éolien, il convient d'être prudent sur l'ensemble de la période.

V.3 Synthèse des enjeux et vulnérabilités

Huit espèces ont été recensées à hauteur de nacelle sur le parc éolien de Roudouallec. Toutes sont sensibles aux collisions avec les éoliennes mis à part deux d'entre elles.

La pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Khul et la Noctule de Leisler sont les espèces les plus contactées en termes de saisonnalité. Cependant, c'est la pipistrelle commune qui possède la plus forte activité durant la saison. La noctule commune est l'espèce la moins contactée.

Les trois espèces de pipistrelles ont toutes leur activité au maximum durant le mois d'octobre, mois durant lequel les colonies de parturitions s'éclatent définitivement, chassent en préparation de l'hiver ou sont en migration.

L'activité au niveau de la nacelle est qualifiée de faible avec 0,79 ct/h.

Tableau 35 : Niveau d'enjeu et de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Roudouallec

| 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> | Modéré (0.5) | Fort (2) | Assez fort (2.5) |
| Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | Faible (0) | Fort (2) | Assez fort (2) |
| Pipistrelle de Nathusius | <i>Pipistrellus nathusii</i> | Modéré (0.5) | Fort (2) | Assez fort (2.5) |
| Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | Faible (0) | Moyen (1) | Modéré (1) |
| Noctule commune | <i>Nyctalus noctula</i> | Faible (0) | Fort (2) | Assez fort (2) |
| Noctule de Leisler | <i>Nyctalus leisleri</i> | Faible (0) | Fort (2) | Assez fort (2) |
| Oreillard roux | <i>Plecotus auritus</i> | Faible (0) | Faible (0.5) | Faible (0.5) |
| Oreillard gris | <i>Plecotus austriacus</i> | Faible (0) | Faible (0.5) | Faible (0.5) |

Conclusion du suivi en nacelle des chiroptères

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Roudouallec s'est fait entre les semaines 18 et 43 sur l'éolienne E3. L'activité est faible sur l'ensemble de la saison, avec une activité de 0,79 contact/heure. **Le pic d'activité est situé durant le mois d'octobre** avec 2,26 ct/h, soit une activité forte.

97% des individus ont été contactés avec un vent inférieur ou égal à 6 m/s.

Huit espèces ont été contactées, trois du genre *Pipistrellus*, une du genre *Serotinus*, deux du genre *Nyctalus* et deux du genre *Plecotus*.

Les espèces du genre *Plecotus* présentent **un niveau de vulnérabilité sur site « faible »**.

L'espèce du genre *Serotinus* présente **un niveau de vulnérabilité sur site « modéré »**.

Les espèces du genre *Pipistrellus* et *Nyctalus* présentent **un niveau de vulnérabilité sur site « assez fort »**.

La vulnérabilité sur site des espèces migratrices (pipistrelle de Nathusius, noctule commune) est évaluée comme « assez forte », mais avec une activité faible à très faible.

VI. SUIVI DE MORTALITE

VI.1 Historique

VI.1.1 2018 : Dervenn

En 2018, le premier suivi environnemental a été réalisé par le bureau d'étude Dervenn qui se basait conformément aux normes réglementaires en vigueur à l'époque sur seulement quatre passages. La découverte d'un **seul cadavre de buse variable, *Buteo buteo*** (05/10/2018) n'avait pas permis de fournir d'estimation de la mortalité réelle sur le parc.

VI.1.2 2020 : Synergis Environnement

En 2020, un nouveau suivi de mortalité des chiroptères est opéré sur le site, se conformant à la nouvelle réglementation, qui prévoit 24 passages de la semaine 20 à 43. Des passages complémentaires entre les semaines 29 à 35 sont réalisés à hauteur d'un passage de plus par semaine. Ce suivi de mortalité a recensé 12 cas de mortalités, dont 5 oiseaux et 7 chiroptères. L'estimation de mortalité réelle pour cette année a pu être calculée : pour les chiroptères l'estimation est de **78 [7 ; 166] IC 80% chiroptères**

VI.2 Résultats

VI.2.1 Protocole mis en œuvre

VI.2.1.1 Fréquence de suivis

Les interventions ont été réalisées de mi-mai à fin octobre (semaine 20 à 43), chaque lundi de la semaine, soit 24 interventions au cours de l'année 2021 (Tableau 36).

Tableau 36 : Planning de réalisation du suivi de mortalité

| Dates | Intervenants |
|------------|--------------------------------------|
| 17/05/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 24/05/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 31/05/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 07/06/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 14/06/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 21/06/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 28/06/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 28/06/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 05/07/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 12/07/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 19/07/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 26/07/2021 | Bastien Blanc, Romain Le Goff |
| 02/08/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 09/08/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 16/08/2021 | Sébastien Nedellec, Mathilde Migault |
| 23/08/2021 | Sébastien Nedellec, Mathilde Migault |
| 30/08/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 06/09/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 13/09/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 20/09/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 27/09/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 04/10/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 11/10/2021 | Bastien Blanc, Mathilde Migault |
| 18/10/2021 | Ronan Arhuro, Mathilde Migault |
| 25/10/2021 | Sébastien Nedellec, Mathilde Migault |

VI.2.1.2 Protocole de terrain

Le protocole de terrain est inspiré de celui mis au point par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO, 2004).

Les prospections s'effectuent à pied sous les 7 aérogénérateurs. La surface à prospecter correspond à un carré de 100m x 100m, soit une surface de 1ha autour de chaque éolienne (Figure 38). Il est considéré que cette surface est suffisante pour obtenir une valeur précise de la mortalité induite par les éoliennes.

Pour réaliser cette prospection, l'observateur utilise une tablette de terrain munie d'un logiciel de cartographie (QGIS) et d'un GPS. Chaque éolienne est entourée par un quadra (périmètre de la surface à prospecter). Celui-ci est ligné par des transects (Figure 39). L'observateur visualise sa position dans l'espace directement sur le logiciel. Il n'a plus qu'à suivre les transects pour rechercher efficacement les cadavres, tout en respectant leurs longueurs et leurs écartements. L'espacement entre transects est de 10m.

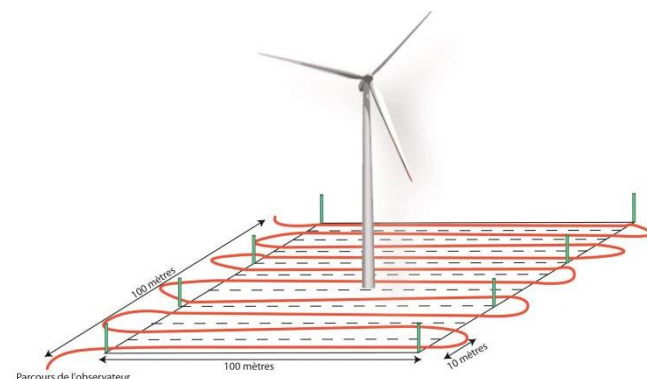


Figure 38 : Schéma de principe des recherches de terrain

Source : LPO, 2004

Pour toutes les journées de suivi et pour chaque aérogénérateur, une base de données est remplie, même en l'absence de cadavre. Elle contient entre autres : la date, le prospecteur, la hauteur des surfaces prospectées et au besoin, l'espèce localisée, une estimation de son âge, son état, etc.

De plus, chacun des quadrats prospectés est pris en photo, ainsi que tous les cadavres trouvés.

.1.1.1 - Test de persistance

Pour déterminer ce coefficient, 10 cadavres de poussins et 10 de souris sont disséminés et répartis au pied des trois 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 :

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

Deux tests espacés dans le temps ont été menés.

Tableau 37 : Planning de réalisation des tests de persistance

| Dates | Intervenants | Interventions |
|------------|---------------|-------------------------|
| 14/06/2021 | Bastien Blanc | Mise en place du test 1 |
| 15/06/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 1 |
| 16/06/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 1 |
| 18/06/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 1 |
| 21/06/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 1 |
| 28/06/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 1 |
| 13/09/2021 | Bastien Blanc | Mise en place du test 2 |
| 14/09/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 2 |
| 16/09/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 2 |
| 17/09/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 2 |
| 20/09/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 2 |
| 27/09/2021 | Bastien Blanc | Contrôle test 2 |

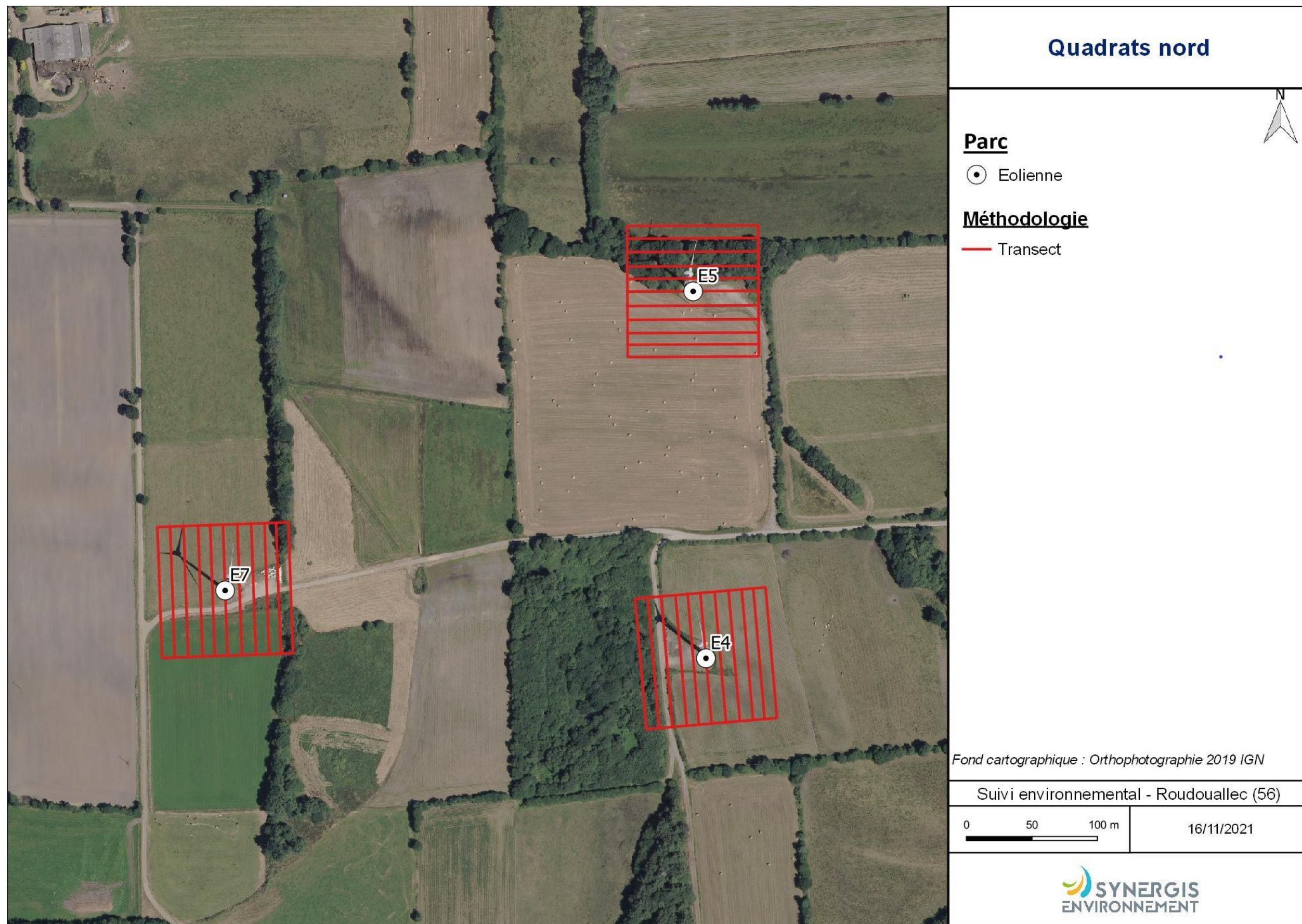


Figure 39 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites nord



Figure 40 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites sud



Figure 41 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes nord



Figure 42 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes sud

VI.2.2 Occupation du sol au pied des éoliennes

Trois types de couverts sont majoritairement présents : prairies, boisements et voiries. Les prairies de fauches et pâturages sont majoritaires avec 75 % de la surface totale des quadrats. Les boisements, comprenant également les ronciers et les haies, représentent 18 % de la surface totale. Ces différents couverts fluctuent en hauteur au fil du suivi. Ce qui n'est pas le cas des voiries et des zones rudérales composées par les plateformes éoliennes et de leurs chemins d'accès à hauteur de 7 % de la surface totale.

Tableau 38 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées

| Typologie simplifiée des habitats | Surface (en ha) | Pourcentage |
|-----------------------------------|-----------------|-------------|
| Prairie de fauche | 5,24 | 75 % |
| Boisement | 1,26 | 18 % |
| Plateforme | 0,38 | 5 % |
| Voirie | 0,11 | 2 % |

- Ces couverts induisent 3 types de surface, du point de vue du suivi :
- Les plateformes et les voiries sont considérées comme des « surfaces planes »,
 - Les prairies sont en « végétation basse », « végétation moyenne » ou « végétation haute », selon la période,
 - Les boisements (comprenant les haies et les ronciers) sont considérés comme « non prospectables ».

VI.2.3 Surfaces prospectées

La surface globale prospectée est globalement homogène au cours de la période de prospection (médiane : 43 085 m² ; moyenne : 42 021m² ; Figure 43). Lors des quatre premières semaines de suivi, la hauteur de végétation n'a pas permis de prospecter de grandes surfaces, puis une fois la fauche de certaines parcelles et le pâturage d'autres, la surface prospectable a fortement augmentée. Des fluctuations sont ensuite présentes, mais reste à plus de 40 000 m² de prospectée par semaine. Puis à partir de la semaine 34 de nombreux troupeaux sont venus réduire fortement la surface prospectable. Au cours des semaines suivantes, la réduction de ce nombre de troupeaux ainsi que la fauche de certaines parcelles a induit une augmentation progressive de la surface prospectable. Le maximum possible prospectable de 70 000 ha, n'est jamais atteint.

Le paterne de surface prospectable entre les deux années n'est pas le même, en 2020 la période de surface basse du au pâturage et à la fauche correspond à la période de prospection maximale de 2021. Inversement les périodes à faible surface prospectable en 2021 sont dans les plus prospectable en 2020. Les périodes de pâturages et de fauches sont donc assez différentes entre les deux années.

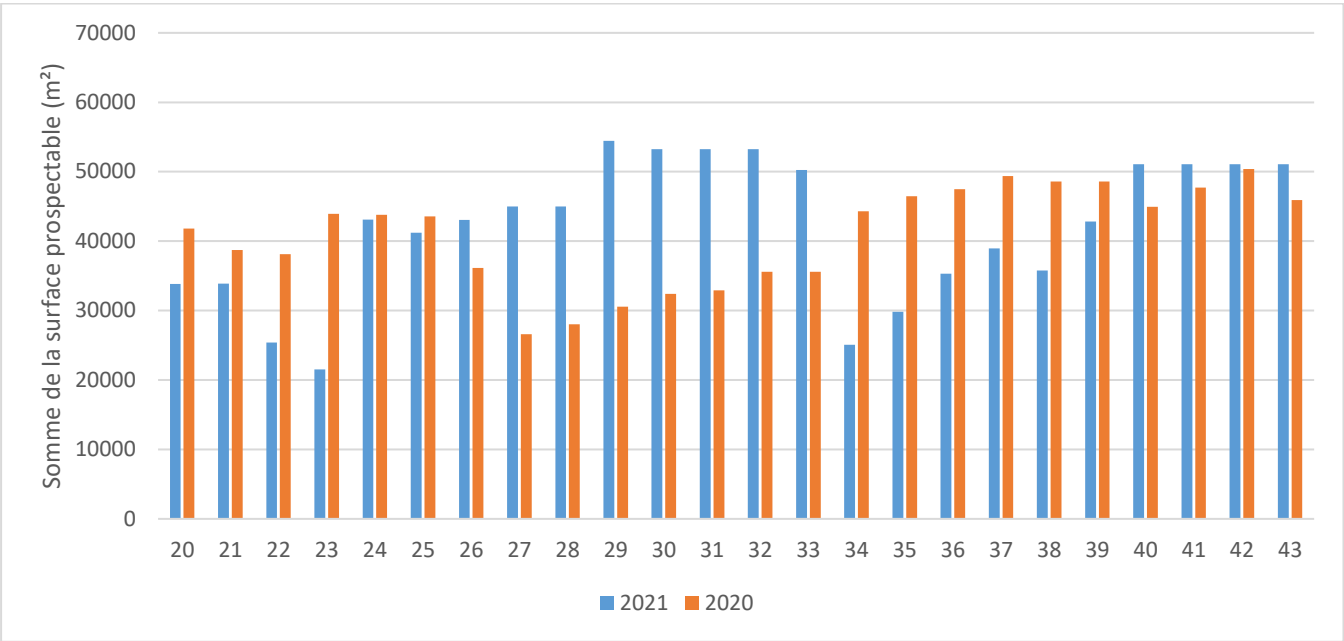


Figure 43 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires en 2020 et 2021

Les surfaces moyennes prospectées par éoliennes au cours du suivi sont assez similaires entre les années 2020 et 2021. Cette année 2021, ce sont les éoliennes E1, E6 et E7 qui ont été les plus prospectées en termes de surfaces avec en moyenne plus de 7 000 m² sur 10 000 m² possibles. Les éoliennes E6 et E7 sont principalement entourées de prairies pâturées de façon régulièrement (pâturage intensif en rotation). L'éolienne E1 subit quant à elle du pâturage et de la fauche fréquente. Les autres éoliennes ont déjà, au départ, des surfaces dites non prospectables plus ou moins importantes (boisements, haies) ce qui réduit la surface prospectable. De plus les parcelles prospectables sont majoritairement utilisé en prairies de fauche ce qui réduit la surface prospectable, lors des périodes de végétation haute.

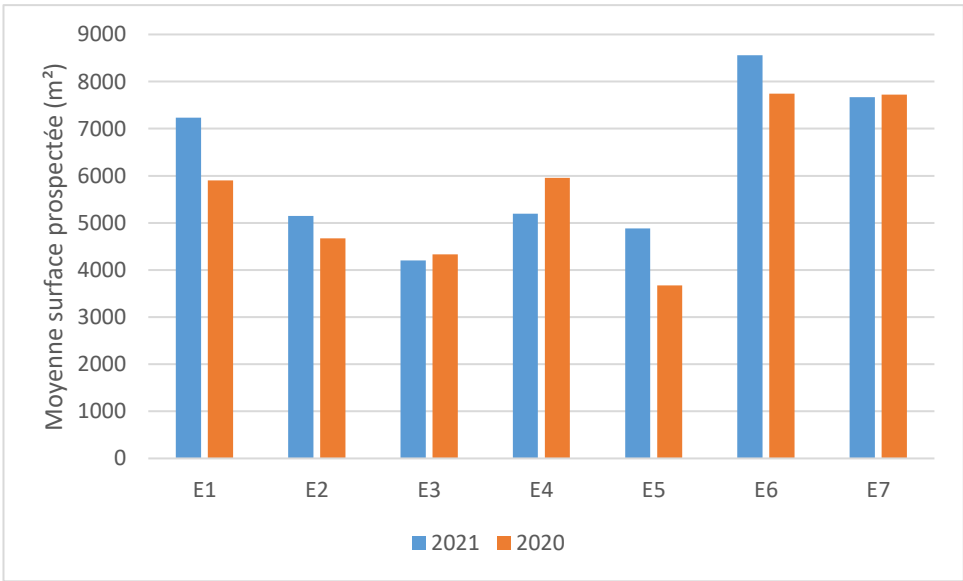


Figure 44 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2020 et 2021

VI.2.4 Coefficients de correction

VI.2.4.1 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, avec différents types de végétation pour chaque test (surface plane, végétation basse, moyenne, haute). 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 lure, 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 quasi-totalité des passages sur les différents sites éoliens a été effectuée par deux opérateurs seulement. De ce fait, une méthodologie de test alternative a été utilisée, permettant d'avoir un taux de détection par type de végétation pour chaque intervenant, en cumulant les tests.

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). Des leurres en tissu foncé ont été utilisés, ainsi que des leurres en coton brun plus clair, et des leurres plus réalistes, mais moins nombreux.

Les deux intervenants principaux ont été testés respectivement sur un total de 45 leurres (lors des quatre tests génériques) et de 135 leurres (lors des six tests génériques). Ces tests ont été mis en place sur un total de linéaire de 357 m pour le premier intervenant principal et de 1251 m pour le second. Les résultats des tests sont utilisés directement dans le Tableau 41.

VI.2.4.2 Test de persistance

Le test consiste à disperser, comme proies, des cadavres de 10 poussins et 10 souris au pied des éoliennes, dans la zone prospectée et à suivre leur disparition progressive. Le premier test a été mené le 14 juin ; le second le 13 septembre (Tableau 39). Ces deux tests sont réalisés sur l'intégralité du parc, avec 3 ou 4 proies par éoliennes.

Tableau 39 : Tests de persistance

| Tests | Date de passage | Nombre de proies restantes | Persistance (j) | Persistance moyenne (j) |
|------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|
| Test 1 du 14 juin | 14/06/2021 | 20 | - | 2,2 |
| Test 1 du 14 juin | 15/06/2021 | 10 | 0,5 | |
| Test 1 du 14 juin | 16/06/2021 | 6 | 1,5 | |
| Test 1 du 14 juin | 18/06/2021 | 4 | 3 | |
| Test 1 du 14 juin | 21/06/2021 | 1 | 5,5 | |
| Test 1 du 14 juin | 28/06/2021 | 0 | 10,5 | |
| Test 2 du 13 septembre | 13/09/2021 | 20 | - | 2,8 |
| Test 2 du 13 septembre | 14/09/2021 | 14 | 0,5 | |
| Test 2 du 13 septembre | 16/09/2021 | 5 | 2 | |
| Test 2 du 13 septembre | 17/09/2021 | 4 | 3,5 | |
| Test 2 du 13 septembre | 20/09/2021 | 2 | 5,5 | |
| Test 2 du 13 septembre | 27/09/2021 | 0 | 10,5 | |

Les deux tests montrent une persistance faible lors des deux tests.

Le taux de persistance global est de 2,5 jours sur le parc éolien de Roudouallec. En 2020 il était de 3,0 jours.

VI.2.5 Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert

À chaque type de couvert, et à chaque intervenant est associé un taux de détection spécifique.

À chaque éolienne et à chaque passage est associée une surface par type de couvert.

On constitue ainsi un taux de détection composite par journée, en pondérant les taux de détection par les surfaces associées au type de couvert (Tableau 40). La moyenne de ces taux sur la durée du suivi sera prise en compte par éolienne et pour l'ensemble du parc.

Tableau 40 : Taux de détection composite par prospection (exemple d'une partie du suivi de E2)

| Date | Nom | Eolienne | Surface Plane | Surface Basse | Surface Moyenne | Surface Haute | Surface Inaccessible |
|------------|-----------------------------------|----------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------------|
| 2021-05-31 | Bastien Blanc Mathilde Migault | E2 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,073 |
| 2021-06-07 | Bastien Blanc Mathilde Migault | E2 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,054 |
| 2021-06-14 | Mathilde Migault | E2 | 0,07 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,361 |
| 2021-06-21 | Bastien Blanc | E2 | 0,07 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,345 |
| 2021-06-28 | Bastien Blanc | E2 | 0,05 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,319 |

Pour chaque éolienne, ainsi que pour le parc entier, un taux de détection composite peut être établi.

L'utilisation du programme du CEFE pour les calculs 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 permet pas d'utiliser directement le programme. Des chiffres utilisables avec les taux composites sont donc créés.

Les tests initiaux ayant porté sur 135 leurres, le calcul d'un nombre de leurres théoriquement détecté dans chaque cas permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection ; Tableau 41).

Tableau 41 : Taux de détection composite par éolienne

| Eolienne | Taux de détection composite | Détection théorique |
|----------|-----------------------------|---------------------|
| E1 | 0,396 | 30,486 |
| E2 | 0,289 | 22,241 |
| E3 | 0,231 | 17,768 |
| E4 | 0,311 | 23,921 |
| E5 | 0,271 | 20,895 |
| E6 | 0,455 | 35,069 |
| E7 | 0,559 | 43,053 |
| Parc | 0,359 | 27,633 |

VI.2.6 Données de mortalité constatée

Durant le suivi 2021 sur le parc de Roudouallec et de ses 7 éoliennes, **cinq cas de mortalité** ont été enregistrés.

Deux portaient sur des cadavres de chiroptères (2 pipistrelles communes *Pipistrellus pipistrellus*) répartis sous E1 et E5. Les **trois autres cadavres sont des oiseaux** (1 martinet noir *Apus apus*, 1 pigeon ramier *Columba palumbus* et 1 étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*), retrouvés pour les deux premières cités sous l'éolienne E2 et l'étourneau au pied de E6.

Tableau 42 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités

| Date | Nom vernaculaire | Nom scientifique | Eolienne |
|------------|---------------------|----------------------------------|----------|
| 28/06/2021 | Martinet noir | <i>Apus apus</i> | E2 |
| 16/08/2021 | Pigeon ramier | <i>Columba palumbus</i> | E6 |
| 20/09/2021 | Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | E5 |
| 18/10/2021 | Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | E1 |
| 18/10/2021 | Etourneau sansonnet | <i>Sturnus vulgaris</i> | E2 |

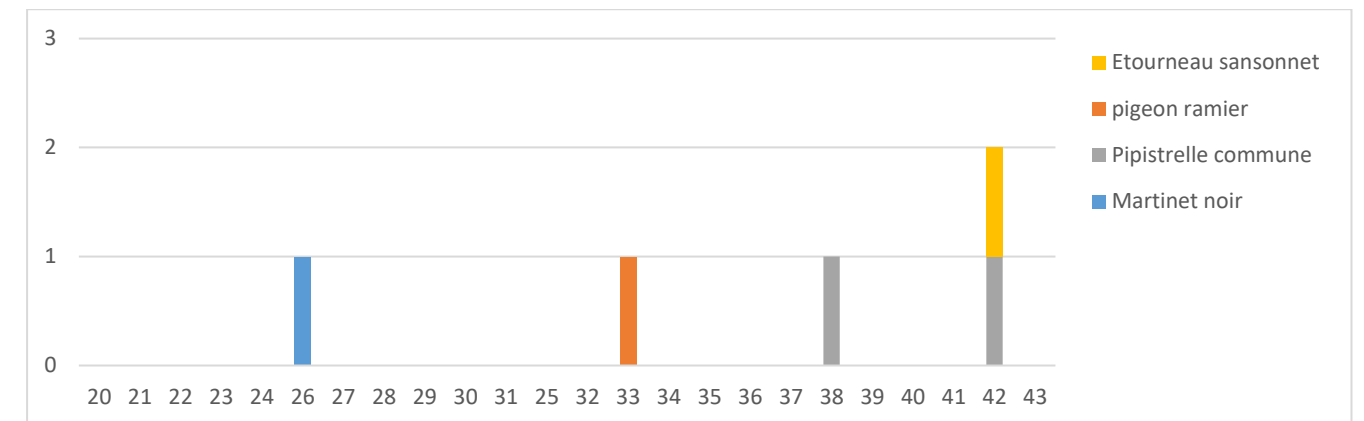


Figure 45 : Chronologie des découvertes de cadavres en 2021

❖ Chiroptère

Les deux cas de mortalités des chiroptères sont retrouvés lors de la période d'accouplement et de transit automnale, 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 - Elevage des jeunes | | | | | | | | | | | | | | Accouplement - transit automnal | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

■ période favorable ■ période optimale

Figure 46 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères

❖ Avifaune

La date de découverte du martinet noir correspond à la période d'émancipation des jeunes. Celle du pigeon ramier se rapporte toujours à la période de nidification, mais la période plus précise peut se rapporter soit à l'élevage des jeunes ou à leurs émancipations. Le cadavre d'étourneau sansonnet est retrouvé en période de mouvement migratoire.

VI.2.6.1 Comparaison avec les précédents suivis

En ce qui concerne les périodes de découvertes des cas de mortalités des chiroptères, elles sont identiques entre les deux années de découvertes de cas mortalités de cet ordre de mammifère. Elles se concentrent en période de transit automnale (semaine 38 à 42).

Tableau 43 : Compilation de la mortalité des chiroptères constatée par éolienne et par année

| Eolienne | Chiroptère | | |
|----------|------------|-----------------------|-----------------------|
| | 2018 | 2020 | 2021 |
| E1 | - | - | 1 Pipistrelle commune |
| E2 | - | 2 Pipistrelle de Kuhl | - |
| E3 | - | 1 Pipistrelle commune | - |
| E4 | - | - | - |
| E5 | - | 1 Pipistrelle commune | 1 Pipistrelle commune |
| E6 | - | 1 Pipistrelle de Kuhl | - |
| E7 | - | 2 Pipistrelle commune | - |

Au niveau des chiroptères, c'est seulement sous l'éolienne E5, qu'un cadavre a été découvert lors de deux suivis différents. L'éolienne E4 est quant à elle la seule dont aucun cas de mortalité n'est relevé depuis la mise en service du parc. Pour les 5 autres éoliennes, des cas de mortalités ont été constatés, mais sur une seule année de suivi, soit en 2020 pour E2, E3, E6 et E7 et en 2021 pour E1. Les cas de mortalité de chiroptères retrouvés sous les éoliennes portent tous sur des individus du genre *Pipistrellus*.

VI.3 Évaluation de la mortalité réelle

VI.3.1.1 Évaluation pour le parc entier

L'estimation de la mortalité est calculée via l'application <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/> à l'échelle du parc entier et pour chaque éolienne. Les estimations sont données pour chaque taxon et sont basées sur l'ensemble de la période suivi.

Il n'est pas possible d'avoir une estimation pour l'année entière, car les périodes non couvertes sont a priori nettement moins accidentogènes.

Pour chaque estimateur, il est retenu la valeur médiane des simulations (autant de simulations avec moins que plus de mortalité). Deux intervalles de confiance (IC) sont aussi présentés. Celui à 95%, borné par IC 2,5 et IC 97,5 (95% des simulations sont comprises entre les deux bornes, 2,5% au-dessus et 2,5% au-dessous), et celui à 80%,

borné par IC 10 et IC 90 (80% des simulations comprises entre les deux bornes, 10% au-dessus et autant en dessous). C'est ce dernier intervalle de confiance (IC), qui est retenu ici pour évaluer le chiffre réel.

❖ Chiroptères

Tableau 44 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Roudouallec

| Parc entier | | | | | |
|---------------------|-----------|--------|---------|----------|-----------|
| Formule | Médiane | IC 2,5 | IC 97,5 | IC 0,10 | IC 0,90 |
| Erickson | 24,38 | 0 | 74,26 | 0 | 53,65 |
| Huso | 26,19 | 0 | 78,24 | 0 | 56,74 |
| Jones | 35,48 | 0 | 122,33 | 0 | 82,77 |
| Moyenne 2021 | 29 | | | 0 | 57 |

| | | | | | |
|---------------------|-----------|--|--|----------|------------|
| Moyenne 2020 | 78 | | | 7 | 166 |
|---------------------|-----------|--|--|----------|------------|

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de 29 chauves-souris sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 2 (2 cadavres découverts) et 57 individus.

Une forte réduction de la mortalité réelle estimée est notée entre les années 2020 et 2021.

❖ Avifaune

Tableau 45 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Roudouallec

| Parc entier | | | | | |
|---------------------|-----------|--------|---------|-----------|------------|
| Formule | Médiane | IC 2,5 | IC 97,5 | IC 0,10 | IC 0,90 |
| Erickson | 36,66 | 0 | 98,16 | 12,35 | 72,04 |
| Huso | 39,39 | 0 | 102,67 | 13,25 | 75,86 |
| Jones | 53,77 | 0 | 164,78 | 17,93 | 111,53 |
| Moyenne 2021 | 43 | | | 12 | 112 |

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour l'avifaune est de l'ordre de 43 oiseaux sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 12 et 112 individus.

VI.3.1.2 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% (Tableau 46).

❖ Chiroptères

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne E1 est de l'ordre de 11 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 38 individus.

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne E5 est de l'ordre de 25 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 88 individus.

Pour les éoliennes E2, E3, E4, E6 et E7 aucun cas de mortalité n'est constaté ce qui ne permet pas de calculer la mortalité réelle.

Tableau 46 : Mortalité réelle supposée pour les chiroptères par éolienne sur le parc de Roudouallec

| E1 | | | | | |
|----------------|-----------|--------|---------|----------|-----------|
| Formule | Médiane | IC 2,5 | IC 97,5 | IC 0,10 | IC 0,90 |
| Erickson | 9,39 | 0 | 36,11 | 0 | 24,7 |
| Huso | 10,04 | 0 | 38,31 | 0 | 26,06 |
| Jones | 13,54 | 0 | 59,92 | 0 | 37,7 |
| Moyenne | 11 | | | 0 | 38 |

| E5 | | | | | |
|----------------|-----------|--------|---------|----------|-----------|
| Formule | Médiane | IC 2,5 | IC 97,5 | IC 0,10 | IC 0,90 |
| Erickson | 20,9 | 0 | 87,59 | 0 | 57,33 |
| Huso | 22,38 | 0 | 91,91 | 0 | 60,71 |
| Jones | 30,39 | 0 | 139,03 | 0 | 87,69 |
| Moyenne | 25 | | | 0 | 88 |

Il est possible de comparer les données de mortalités réelles de l'éolienne E5 entre 2020 et 2021. Aucune différence significative n'est notée entre ces deux années, avec cependant 1 seul cadavre découvert sur chacune de ces années. Il est aussi à noter qu'en 2021, sur la période de découverte du cadavre le bridage était supérieur de 1m/s comparé à 2020.

Les différences de mortalité entre les deux années de suivi se situent au niveau des éoliennes ayant entraîné de la mortalité constatée et donc par la suite où une estimation réelle a pu être calculée. En 2020, en plus de l'éolienne E5, les éoliennes E2, E3, E6 et E7 présentaient de la mortalité. Alors qu'en 2021, c'est seulement l'éolienne E5 comme en 2020 et l'éolienne E1, à la différence de 2020, qui concentrent les cas de mortalité.

Tableau 47 : Comparaison de la mortalité réelle des chiroptères entre les suivis de 2020 et 2021 par éolienne

| Eolienne | Année | Chiroptères | |
|----------|-------|-----------------|---------------------------------|
| | | Médiane moyenne | Intervalle de confiance [10-90] |
| E1 | 2020 | - | - |
| | 2021 | 10,99 | [0-37,7] |
| E2 | 2020 | 43,15 | [0-113,96] |
| | 2021 | - | - |
| E3 | 2020 | 21,54 | [0-56,32] |
| | 2021 | - | - |
| E5 | 2020 | 26,02 | [0-68,04] |
| | 2021 | 24,56 | [0-87,69] |
| E6 | 2020 | 7,07 | [0-17,66] |
| | 2021 | - | - |
| E7 | 2020 | 15,5 | [0-32,71] |
| | 2021 | - | - |

❖ Avifaune

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne E2 est de l'ordre de 41 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 122 individus.

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne E6 est de l'ordre de 8 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 2 (2 cadavres découverts) et 27 individus.

Pour les éoliennes E1, E3, E4, E5 et E7 aucun cas de mortalité n'est constaté ce qui ne permet pas de calculer d'estimation de la mortalité réelle.

Tableau 48 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne sur le parc de Roudouallec

| E2 | | | | | |
|----------------|-----------|--------|---------|----------|------------|
| Formule | Médiane | IC 2,5 | IC 97,5 | IC 0,10 | IC 0,90 |
| Erickson | 34,74 | 0 | 111,33 | 0 | 79,74 |
| Huso | 37,75 | 0 | 117,29 | 0 | 83,69 |
| Jones | 50,95 | 0 | 181,57 | 0 | 121,85 |
| Moyenne | 41 | | | 0 | 122 |

| E6 | | | | | |
|----------------|----------|--------|---------|----------|-----------|
| Formule | Médiane | IC 2,5 | IC 97,5 | IC 0,10 | IC 0,90 |
| Erickson | 6,71 | 0 | 25,82 | 0 | 17,34 |
| Huso | 7,21 | 0 | 26,77 | 0 | 18,25 |
| Jones | 9,58 | 0 | 40,29 | 0 | 26,53 |
| Moyenne | 8 | | | 0 | 27 |

VI.3.2 Données disponibles pour l'analyse

VI.3.2.1 Vents et activité des éoliennes

Les horaires de coucher et de lever de soleil sur le parc de Roudouallec ont été pris en compte chaque jour pour définir 5 périodes journalières (cf.III.4.6.2). Les durées de la période « journée » et de la nuit sont en conséquence variables, selon l'avancement des saisons.

Pour toute la période du suivi et pour chaque première partie de nuit (de -30 min à +4 h30 après coucher du soleil), il a été déterminé la vitesse maximale moyenne du vent enregistré, ainsi que l'activité des éoliennes, sur la base de la vitesse de rotation des pales par tranche de 10min.

Notez ici que les données n'ont pas été filtrées avec les critères de températures et de précipitation utilisées pour le bridage mais cela donne une première indication sur l'efficacité de sa réalisation.

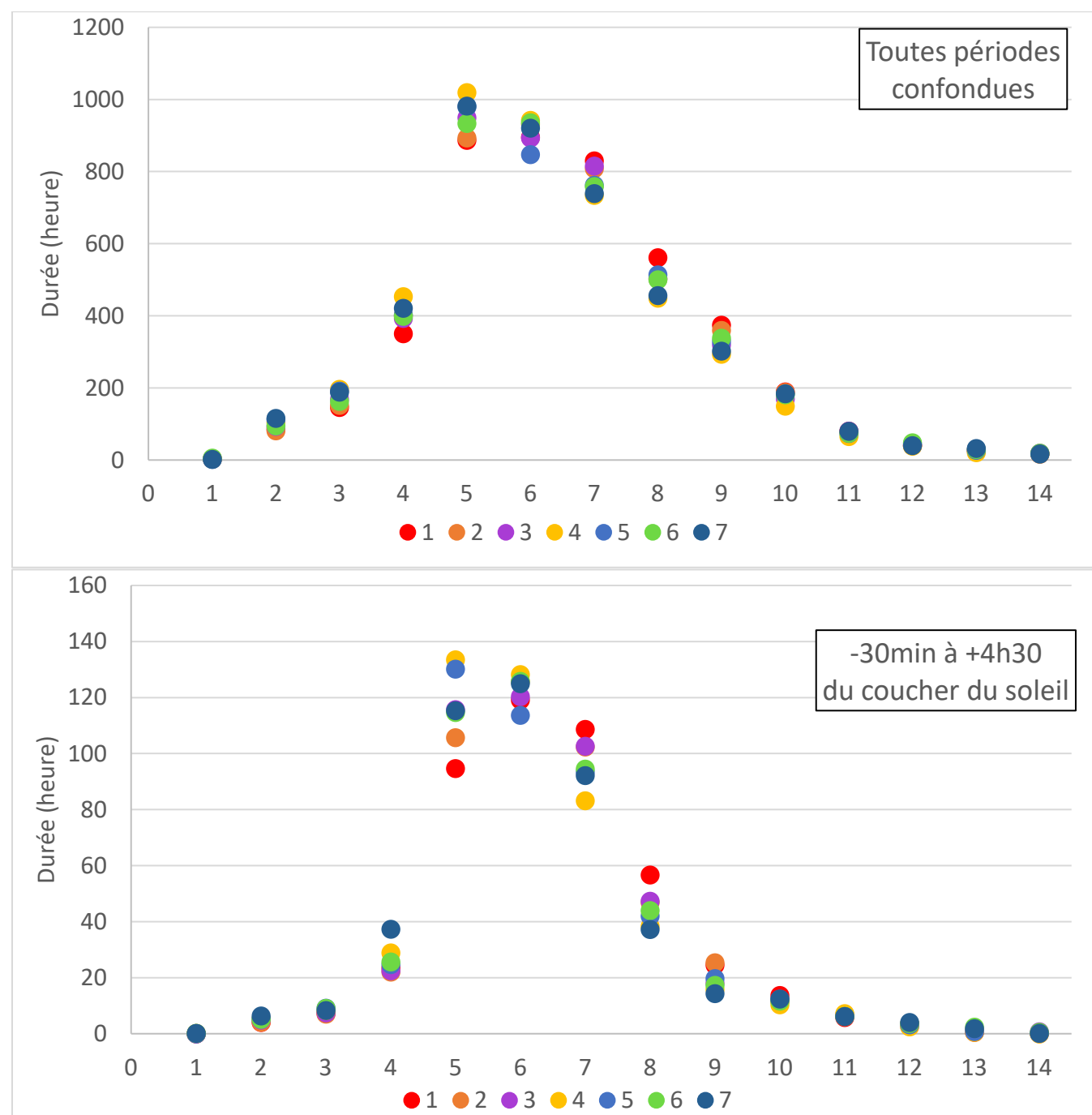


Figure 47 : Vitesse des vents par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondre à classe 0 : vent de 0 m/s, classe 1 :]0 ;1 m/s], ... Classe 13 :]12 ;13 m/s], classe 14 : vent >14 m/s.

Sur la période de suivi, en première partie de nuit, le vent a rarement été très fort. Il n'a que rarement dépassé les 9 m/s. La médiane s'établit à 4,7 m/s et la moyenne à 5,0 m/s. une prédominance de vent ente 4 et 7 m/s est identifiable. Cela est encore plus vrai lorsque l'on se concentre sur la période -30min à +4h30 du coucher du soleil. Les analyses de vents de 2020 mettent en évidence le même pattern.

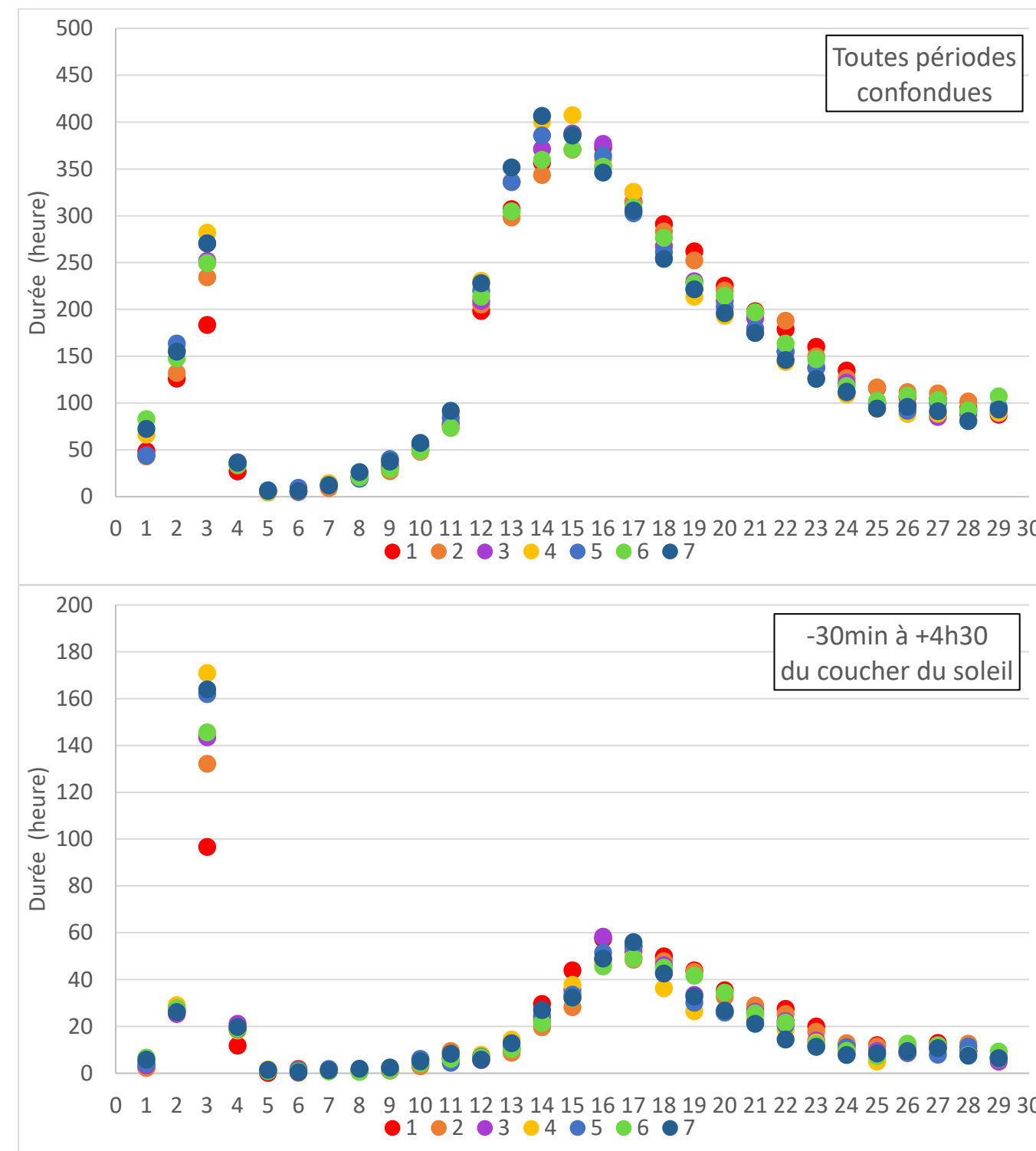


Figure 48 : Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes) ; utilisation des moyennes d'activité par tranche de 10min. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondre à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 :]0 ;1 tr/min], classe 2 :]1 ;2 tr/min], ..., classe 29 :]28 ;29 tr/min, classe 30 : > tr/min.

Le niveau d'activité des éoliennes est établi en fonction de la vitesse de rotation des pales.

Aussi bien entre l'étude de toutes les périodes de la journée ou sur la première partie de nuit l'activité optimale des éoliennes se situe entre 14 tr/min et 17 tr/min. L'activation des éoliennes se fait partir de 8 tr/min. L'effet du bridage ciblé sur la première partie de la nuit est facilement observable grâce au graphique ci-dessus. L'éolienne E1 disposant de conditions de bridage moins restrictives a moins été à l'arrêt.

Lors de comparaison avec les données d'activité en début de nuit entre les années 2020 et 2021, l'effet du bridage plus restrictif cette année 2021 est nettement observable. La seule éolienne dont le bridage n'a pas été modifié entre les deux années (éolienne E1) montre les mêmes patterns entre ces deux années.

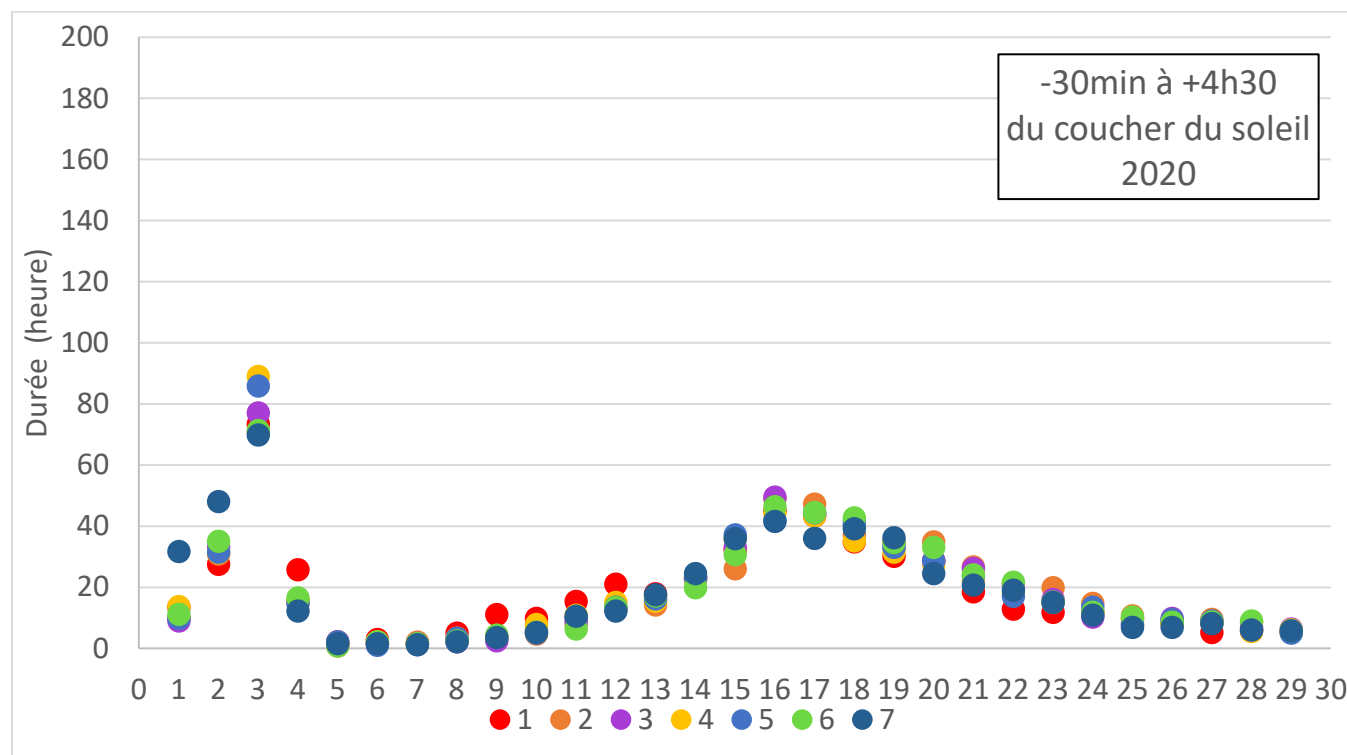


Figure 49 : Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes) lors du suivi de 2020 ; utilisation des moyennes d'activité par tranche de 10min. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspond à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 :]0 ; 1 tr/min], classe 2 :]1 ; 2 tr/min], ..., classe 29 :]28 ; 29 tr/min], classe 30 : > 29 tr/min].

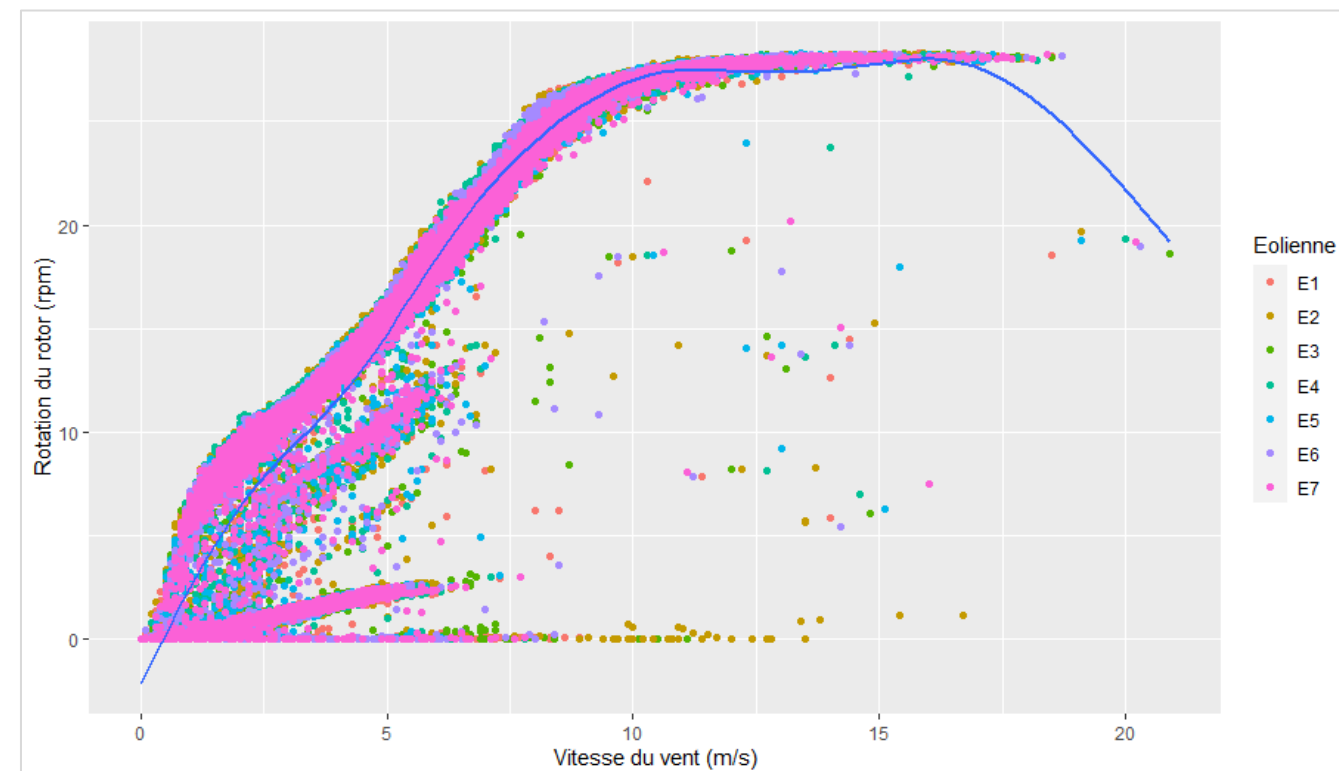


Figure 50 : Relation entre la vitesse du vent et la vitesse de rotation du rotor sur les données moyennes à 10 minutes avec application d'un modèle additif généralisé.

Le graphique ci-dessus met en évidence la relation entre la vitesse du vent et la vitesse de rotation sur toute la période d'étude. Il est constaté un maximum de rotation aux alentours de 28 tr/min. Une trainée secondaire, où l'on distingue un peu plus les points, peut correspondre au moment de redémarrage des pales à la suite d'un bridage. Avant d'atteindre la relation habituelle, les valeurs moyennes se trouvent en dessous au cours du redémarrage. En ce qui concerne la droite à dominante rose, sur le graphique, en bas, il peut s'agir de périodes de maintenance ou de limitation de production par contrainte du gestionnaire du réseau électrique.

Grâce à l'ensemble des graphiques, il est possible de dire que le passage de danger faible (voire nul) pour les chiroptères (donc rotation nulle ou peu marquée) à danger important se fait sur une variation faible du niveau de vent.

VI.3.2.2 Précipitation

Les données de précipitations sont étudiées uniquement sur E3. Cependant du fait de la faible distance entre éoliennes, les variations des conditions d'une éolienne à l'autre sont considérées comme négligeables.

Lors de 75 % du temps, les précipitations ont été inférieures à 0,89 mm/10 min (seuil utilisé pour le bridage).

VI.3.2.3 Température

Sur la période de juin au 7 octobre et en début de nuit, aucune température en dessous de 9°C n'est enregistrée. Sur la période du 9 octobre jusqu'à la fin du mois, aucune température enregistrée n'est descendue sous les 5°C (limite d'activation du bridage).

VI.4 Analyses

VI.4.1 Répartition par éolienne des cas de mortalité

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. Pour connaître la distance minimale réelle entre les pales et l'élément paysager, il suffit de soustraire le rayon du rotor à l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont les deux plus petits côtés correspondent, pour l'un, à la distance entre le pied du mât et l'élément paysager, et le second, à la soustraction de la hauteur de l'élément paysager à la hauteur du mât.

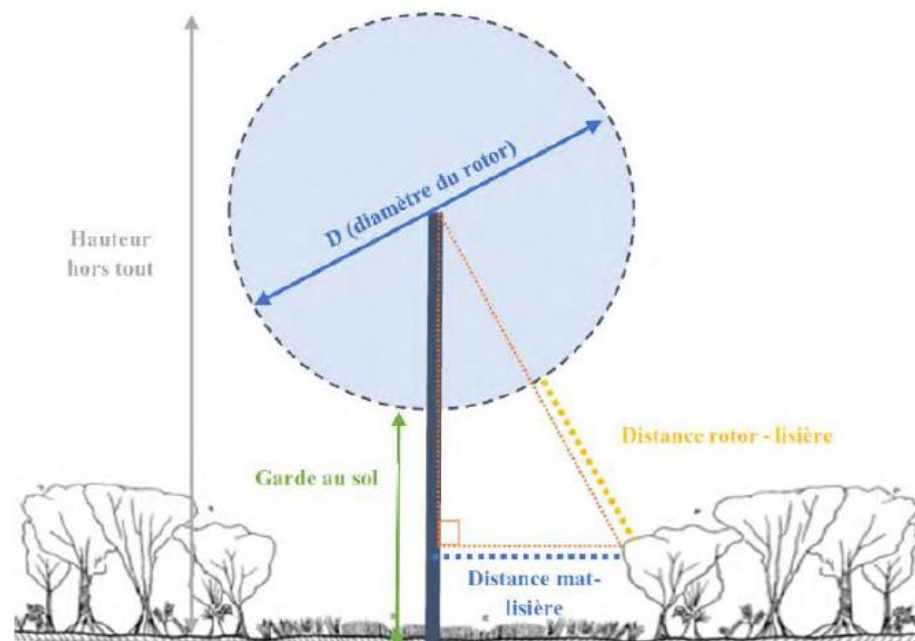
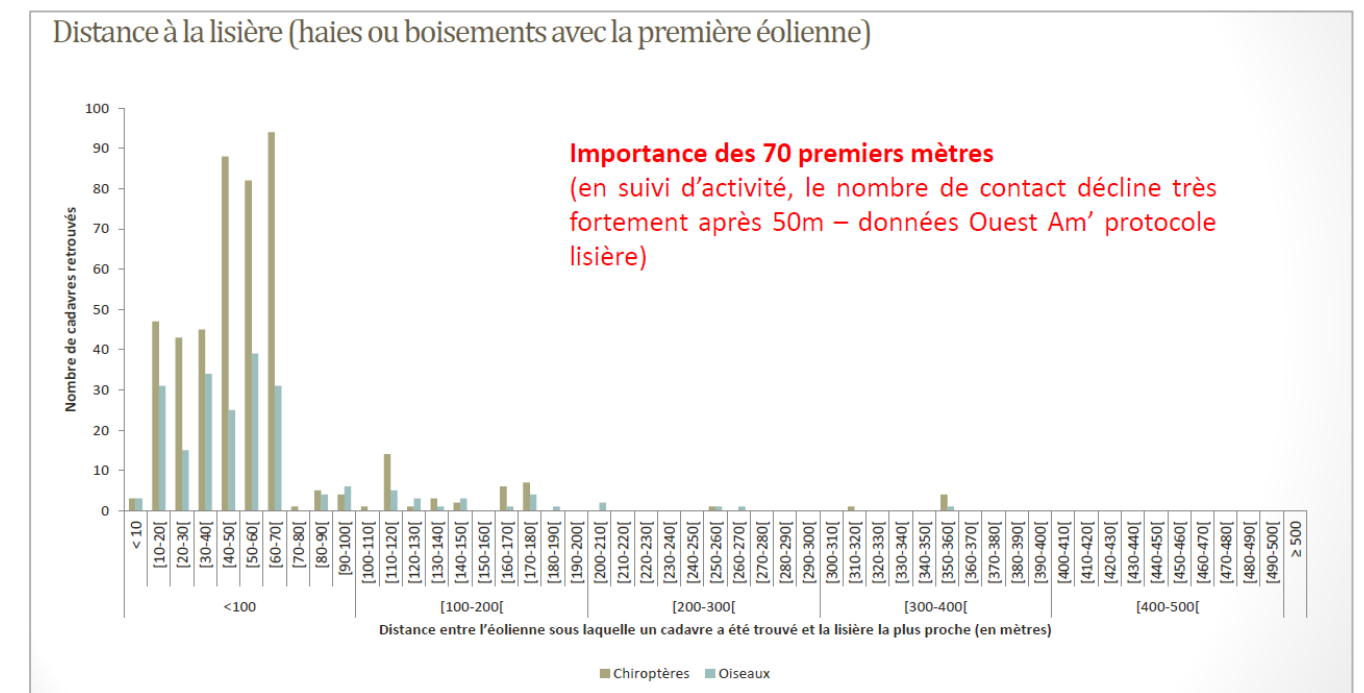


Figure 51 : Illustration du calcul de la distance réelle entre les pales et un élément paysager.

Tableau 49 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers (estimé pour tous d'une hauteur de 15 m)

| Éolienne | Éléments de relief paysager le plus proche | Distance au mât | Distance minimale aux pales |
|----------|--|-----------------|-----------------------------|
| E1 | Haies | 69 m | 56 m |
| E2 | Haie | 28 m | 26 m |
| | Plantation de résineux | 38 m | 32 m |
| E3 | Haie | 12 m | 20 m |
| | Boisement | 50 m | 41 m |
| E4 | Haie | 9 m | 19 m |
| | Boisement feuillu | 38 m | 32 m |
| E5 | Boisement feuillu | 9 m | 19 m |
| E6 | Haie | 58 m | 47 m |
| E7 | Haie | 16 m | 21 m |

L'étude du bureau d'étude Ouest Am (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 52 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière

Sur le parc de Roudouallec, toutes les éoliennes où une mortalité a été constatée sont situées à une distance inférieure ou égale à 56 m de la première haie ou boisement. L'éolienne E1 est la plus éloignée de tout élément structurant du paysage. Les éoliennes E3, E4 et E5 sont très 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.

L'éolienne E7 est quant à elle le long de hautes haies denses qui peuvent favoriser le transit des oiseaux et des chiroptères. L'éolienne E6 est un peu plus isolée des éléments de reliefs paysagés, mais reste dans un contexte bocager.

À une échelle plus globale, comme montré dans la partie (IV) le site se trouve dans un contexte bocager favorable au déplacement des espèces par la forte connectivité des milieux semi-naturels (classé ou non : ZNIEFF, site Natura 2000, Boisements) et par de nombreux corridors (haies, ripisylves). Les oiseaux comme les chiroptères utilisent ces éléments de paysage pour se déplacer et pour migrer.

Cette analyse paysagère permet d'expliquer la fréquentation élevée du site par la faune volante.

VI.4.2 Espèces retrouvées

VI.4.2.1 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).

Selon la compilation de Dürr (2021), la **pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus*, seule espèce dont deux cas de mortalité ont été recensés en 2021 sur le parc, est l'espèce de chauves-souris la plus impactée numériquement, avec 1012 cas recensés en France. À l'échelle européenne, ce sont 2435 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 50 : Enjeu de l'espèce

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

VI.4.2.1.1 Sensibilité

D'après le guide EUROBATS (Rodrigues *et al.*, 2014) selon l'état des connaissances chiroptérologiques à l'échelle de l'Europe, la pipistrelle commune fait 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.

Tableau 51 : Comportement et sensibilité de l'espèce

| 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 |

VI.4.2.1.2 Vulnérabilité

La vulnérabilité d'une chauve-souris est définie selon son niveau d'enjeu patrimonial et son niveau de sensibilité (cf. V.2.4.5). Ainsi, le niveau de vulnérabilité est déterminé comme assez fort.

Tableau 52 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

| 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 | Assez fort |

VI.4.2.2 Avifaune

VI.4.2.2.1 Étourneau sansonnet

Lors du suivi 2021, 1 cadavre d'étourneau sansonnet, *Sturnus vulgaris*, est retrouvé lors de la semaine 42. Cette espèce est la 7^{ème} plus impactée par les éoliennes au niveau national et 16^{ème} au niveau européen (Marx G., 2017 et Dürr T., 2021). L'individu découvert est un adulte. La période de découverte du cadavre correspond à la période de regroupement automnal où les individus sont en grands groupes.

Enjeux :

Tableau 53 : Enjeu lié à l'étourneau sansonnet

| Nom commun | Nom scientifique | Directive Oiseaux | Liste rouge UICN Europe | Liste rouge UICN France nicheurs | Liste rouge Bretagne | RBR Nicheurs Bretagne | Enjeu régional de conservation |
|---------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Étourneau sansonnet | <i>Sturnus vulgaris</i> | Annexe II | LC | LC | LC | Mineure | Faible |

L'étourneau sansonnet est une espèce sans enjeu indiqué dans les listes rouges. Cependant, une baisse des effectifs est à noter aussi bien au niveau européen que français (Vigilance.fr).

Sensibilité :

Le grand nombre de cas de mortalité de l'espèce peut s'expliquer lors des rassemblements hivernaux par l'utilisation des cultures et des prairies potentiellement sous des éoliennes comme le cas du parc de Roudouallec, et par l'effet de groupe, donc la réduction de la vigilance face aux pales, car les individus sont concentrés sur les individus immédiats pour garder leur cohésion de vol et moins les dangers alentour. Le niveau de sensibilité de l'étourneau sansonnet est considéré comme « modéré ».

Vulnérabilité :

En période hivernale, l'enjeu patrimonial de l'étourneau sansonnet est défini comme « faible ». La sensibilité « modéré » qui lui est conférée permet de définir la **vulnérabilité de cet oiseau comme « faible à modérée »** en période hivernale.

VI.4.2.2.2 Le martinet noir

Lors du suivi 2021, 1 cadavre de martinet noir, *Apus apus*, est retrouvé lors de la semaine 26. Cette espèce est la seconde plus impactée par les éoliennes au niveau national et huitième au niveau européen (Marx G., 2017 et Dürr T., 2021). Les cas de mortalité se concentrent essentiellement lors de la période d'envol des jeunes et de migration (Figure 53), soit entre la mi-juillet et la mi-août (semaine 26 à 31). L'individu découvert est un adulte, retrouvé au

cours de ces semaines identifiées comme les plus mortifères. Cet individu peut être considéré comme potentiellement nicheur (en chasse, car aucun habitat de nidification n’est présent sur le parc).

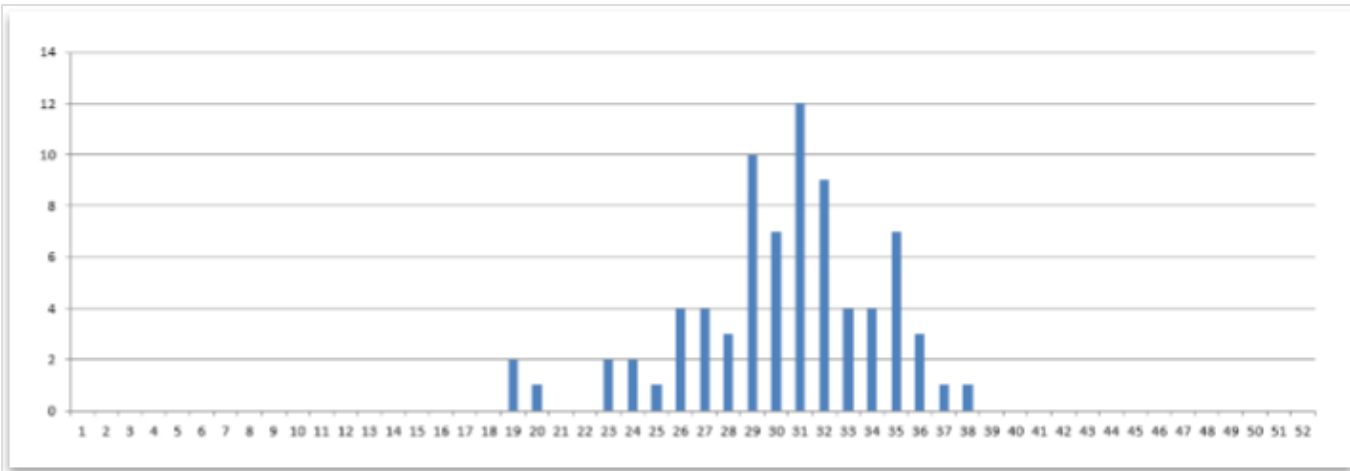


Figure 53 : Chronologie des découvertes de martinet noir au niveau national (Marx, 2017)

Enjeux :

Tableau 54 : Enjeu lié au martinet noir

| Nom commun | Nom scientifique | Directive Oiseaux | Liste rouge UICN Europe | Liste rouge UICN France nicheurs | Liste rouge Bretagne | RBR Nicheurs Bretagne | Enjeu régional de conservation |
|---------------|------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Martinet noir | <i>Apus apus</i> | - | LC | NT | LC | Mineure | Faible |

Le martinet noir est classé comme « quasi-menacé » sur la liste rouge des espèces nicheuses européenne et bretonne. Les populations de l’espèce semblent stables à long terme (Vigienature.fr) ce qui justifie son enjeu patrimonial « faible ».

Sensibilité :

Cette prédominance des martinets noirs dans les cas de mortalité recensés peut sembler étonnante au premier abord puisqu’il s’agit d’un oiseau extrêmement rapide et agile en vol. Toutefois, cette espèce a tendance à tenter la traversée des parcs, plutôt que de les contourner, et est soumise aux turbulences et à la dynamique des courants thermiques. Il est de plus possible qu’un certain nombre d’individus soient impactés lors de déplacements nocturnes. Le niveau de sensibilité du martinet noir est considéré comme « fort ».

Vulnérabilité :

En période de nidification, l’enjeu patrimonial du martinet noir est défini comme « faible ». La sensibilité « forte » qui lui est conférée permet de définir la **vulnérabilité de cet oiseau comme « modérée »** en période de nidification et « faible » en dehors de celle-ci.

VI.4.2.2.1 Le pigeon ramier

Lors du suivi 2021, 1 cadavre de pigeon ramier, *Columba palumbus*, est retrouvé, lors de la semaine 33. Cette espèce est la 8^{ème} plus impactée par les éoliennes au niveau national et 15^{ème} au niveau européen (Marx G., 2017 et Dürr T., 2021). L’individu découvert est un adulte. La date de découverte indique que cet individu est potentiellement nicheur d’autant plus que des comportements d’individus nicheurs ont été relevés lors des prospections aux pieds des éoliennes.

Enjeux :

Tableau 55 : Enjeu lié au pigeon ramier

| Nom commun | Nom scientifique | Directive Oiseaux | Liste rouge UICN Europe | Liste rouge UICN France nicheurs | Liste rouge Bretagne | RBR Nicheurs Bretagne | Enjeu régional de conservation |
|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pigeon ramier | <i>Columba palumbus</i> | Annexe II et III | LC | LC | LC | Mineure | Faible |

Les populations de pigeon ramier sont ces 20 dernières années en pleine augmentation ce qui justifie son enjeu patrimonial faible.

Sensibilité :

Son assez grande fréquence de découverte de cas de mortalité induit une sensibilité « modérée » à la mortalité éolienne.

Vulnérabilité :

L’enjeu patrimonial du pigeon ramier étant défini comme « faible » avec des populations en très bonne santé et sa sensibilité étant « modérée » la **vulnérabilité de cette espèce est considéré comme « faible »**.

VI.4.3 Position des cadavres

Lorsqu’un animal est impacté par un aérogénérateur (percuSSION ou barotraumatisme), celui-ci est projeté, en principe en arrière du plan de rotation des pales. Selon la proximité des extrémités de pales, la vitesse de rotation et leur mouvement ascendant ou descendant par rapport au sol, la carcasse sera envoyée plus ou moins loin et plus ou moins sur les côtés.

Il n’est donc pas possible de faire un lien direct entre la position d’un cadavre et le fonctionnement de l’éolienne. Néanmoins, on peut estimer que statistiquement, il y a corrélation entre l’orientation générale de l’aérogénérateur et la disposition des cadavres. Les positions des cadavres par rapport à leur éolienne de découverte sont compilées autour d’un seul point figurant la position de l’éolienne correspondante (Figure 54).

Les chiroptères sont retrouvés quasiment exclusivement sur les plateformes ce qui ne permet pas d’émettre une hypothèse au sujet de l’orientation des chiroptères morts. Pour ce qui est des oiseaux, les 3 cadavres sont retrouvés à une orientation nord-ouest nord. Cependant, au niveau statistique ce nombre de données est insuffisant pour calculer une quelconque tendance.

Une étude s’appuyant sur un modèle balistique montre également que la distance potentielle de projection est corrélée avec le poids des cadavres (Hull & Muir, 2010) ; plus les individus sont grands et lourds plus ils peuvent être projetés loin des éoliennes. Avec le nombre réduit de cas de mortalité observé sur le parc, les analyses statistiques ne sont pas assez fiables pour valider une hypothèse plus qu’une autre.

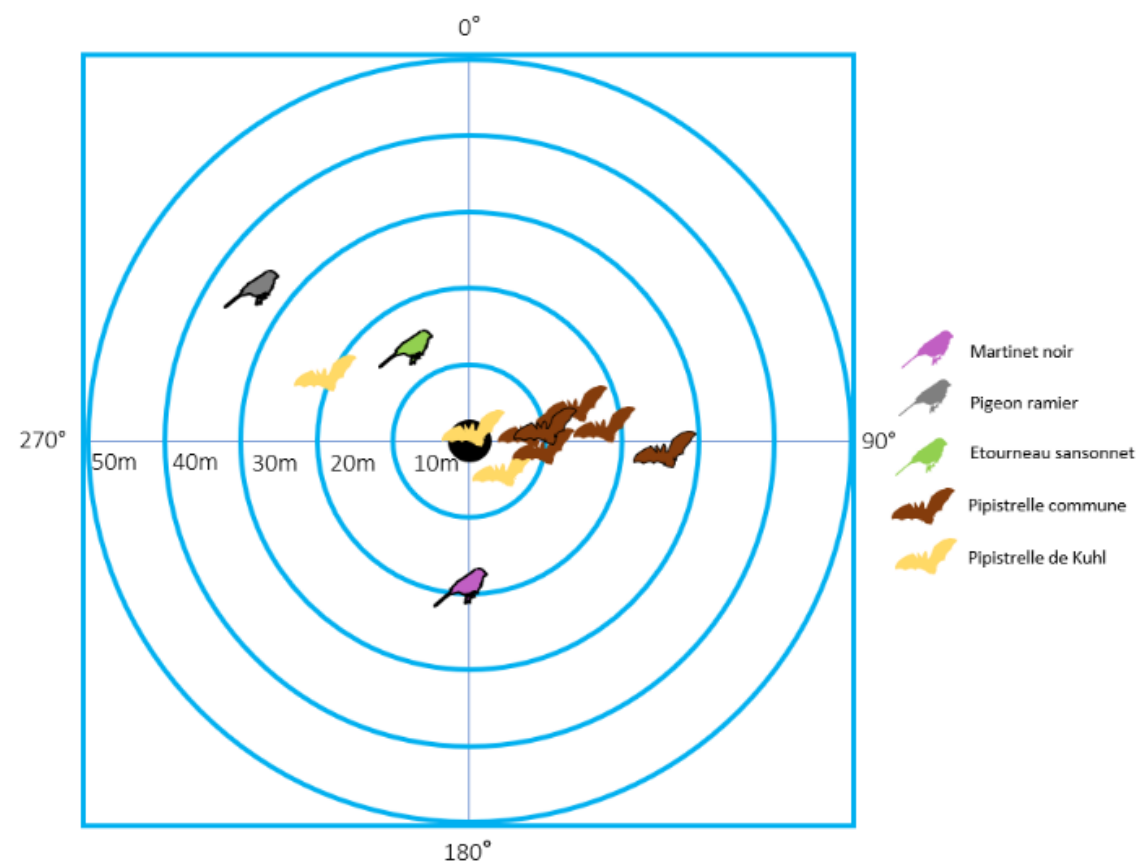


Figure 54 : Position des cadavres découverts autour des éoliennes, regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique ; contourées en noir les données de 2021 et non contourées les données chiroptères de 2020.

Conclusion du suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères 2021 du parc de Roudouallec porte sur le suivi au sol des 7 éoliennes du parc des semaines 20 à 43.

Avec 2 cas de mortalité constaté en 2021, l'estimation de mortalités réelle calculée pour le parc en 2021 pour les chiroptères est de l'ordre 29 [0 ; 57] IC 80% cadavres de chiroptères, ce qui met en évidence une réduction de la mortalité comparée à 2020 (78 [7 ; 166] IC 80%), ce qui atteste de l'efficacité du renforcement du bridage.

Avec 3 cas de mortalité constaté en 2021, l'estimation de mortalités réelle calculée pour le parc en 2021 pour l'avifaune est de l'ordre 43 [12 ; 112] IC80% cadavres.

VII. PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE MORTALITE

VII.1 Analyse du risque et efficacité du bridage

Grâce à l'ensemble des suivis éoliens réalisés par Synergis Environnement, il a été mis en évidence le fait que les cas de mortalité coïncident avec de longues séquences favorables aux chiroptères (rarement avec de très courtes séquences favorables au milieu de périodes défavorables). Il est donc important de connaître les pourcentages de séquences à risque pour identifier les plages à risques vis-à-vis des chiroptères.

Rappel de la lecture des tableaux ci-dessous (cf.III.4.6.2.1 et III.4.6.2.2).

Les tableaux mettent en relation l'activité des éoliennes et les vitesses de vent.

Exemple de lecture : Si la moyenne de vent sur les tranches de 10 min étudiées est inférieure à 4,5 m/s, alors la séquence est considérée comme au minimum favorable. Le caractère favorable à très favorable est déterminé selon la valeur maximum du vent (valeur inférieure ou non à 4,5 m/s) ce qui indique si l'ensemble de la séquence de 10 min est optimal ou non (très favorable ou favorable). Pour la partie peu favorable et défavorable, cela se joue sur les valeurs supérieures à 4,5 m/s de vent.

Pour ce qui est des lignes de danger liées à l'activité des éoliennes, c'est le même principe avec comme valeur charnière 8 tr/min.

Ces tableaux ne tiennent pas compte des données de températures et de précipitation utilisées pour le bridage mais cela donne une première indication sur l'efficacité de sa réalisation.

Tableau 56 : Répartition des séquences (sur la période -30 min à + 4h du coucher du soleil).

| 2021 Juin À août | Condition de vent (4,5 m/s) et rotation du rotor (8 tr/min) | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|------------------|-----------|-------------------|-------|
| | Parc entier | Condition de vent pour l'activité des chiroptères | | | | |
| | | Défavorable | Peu favorable | Favorable | Très Favorable | Total |
| Danger lié à la rotation des pales | Très élevé | 15% | 32% | 5% | 0% | 52% |
| | Elevé | 0% | 3% | 1% | 0% | 4% |
| | Faible | 0% | 1% | 5% | 1% | 7% |
| | Très faible | 0% | 3% | 18% | 16% | 37% |
| | Total | 15% | 39% | 29% | 17% | 100% |

| 2021 Septembre À 7 octobre | Condition de vent (3,5 m/s) et rotation du rotor (8 tr/min) | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|------------------|-----------|-------------------|-------|
| | E1 | Condition de vent pour l'activité des chiroptères | | | | |
| | | Défavorable | Peu favorable | Favorable | Très Favorable | Total |
| Danger lié à la rotation des pales | Très élevé | 58% | 13% | 2% | 0% | 73% |
| | Elevé | 1% | 1% | 0% | 0% | 2% |
| | Faible | 0% | 1% | 2% | 1% | 4% |
| | Très faible | 0% | 2% | 5% | 14% | 21% |
| | Total | 59% | 17% | 9% | 15% | 100% |

| 2021 Septembre À 7 octobre | Condition de vent (4,5 m/s) et rotation du rotor (8 tr/min) | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|---------------|-----------|----------------|-------|
| | E2, E3, E4, E5, E6, E7 | Condition de vent pour l'activité des chiroptères | | | | |
| | | Défavorable | Peu favorable | Favorable | Très Favorable | Total |
| Danger lié à la rotation des pales | Très élevé | 20% | 22% | 4% | 0% | 46% |
| | Elevé | 0% | 3% | 1% | 0% | 4% |
| | Faible | 0% | 1% | 3% | 1% | 5% |
| | Très faible | 0% | 3% | 16% | 26% | 45% |
| | Total | 20% | 29% | 24% | 27% | 100% |

| 2020 Septembre À 7 octobre | Condition de vent (4,5 m/s) et rotation du rotor (8 tr/min) | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|---------------|-----------|----------------|-------|
| | E2, E3, E4, E5, E6, E7 | Condition de vent pour l'activité des chiroptères | | | | |
| | | Défavorable | Peu favorable | Favorable | Très Favorable | Total |
| Danger lié à la rotation des pales | Très élevé | 16% | 23% | 12% | 5% | 56% |
| | Elevé | 0% | 1% | 2% | 1% | 4% |
| | Faible | 0% | 1% | 2% | 3% | 6% |
| | Très faible | 0% | 6% | 13% | 16% | 35% |
| | Total | 16% | 31% | 29% | 25% | 101% |

| 2021 8 octobre Au 31 octobre | Condition de vent (3,5 m/s) et rotation du rotor (8 tr/min) | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|---------------|-----------|----------------|-------|
| | E1 | Condition de vent pour l'activité des chiroptères | | | | |
| | | Défavorable | Peu favorable | Favorable | Très Favorable | Total |
| Danger lié à la rotation des pales | Très élevé | 67% | 14% | 2% | 0% | 83% |
| | Elevé | 1% | 1% | 0% | 0% | 2% |
| | Faible | 0% | 1% | 1% | 0% | 2% |
| | Très faible | 0% | 1% | 5% | 7% | 13% |
| | Total | 68% | 17% | 8% | 7% | 100% |

| | | | | |
|---------------------|--------|--------|------|-----------|
| Risque de collision | Faible | Modéré | Fort | Très fort |
|---------------------|--------|--------|------|-----------|

Les tableaux précédents mettent en évidence la faible proportion de périodes à risque pour les chiroptères en 2021. Entre 2 et 4% de périodes sont à risque au moins fort.

Le rehaussement du bridage entre 2020 et 2021 porte sur la période du 1^{er} septembre au 7 octobre pour toutes les éoliennes. Seule l'éolienne E1 fait l'objet d'une activation du bridage en dessous de 4,5 m/s maximum au lieu de 3,5 m/s pour les autres. Ce qui a permis de passer de 18% de période à risque (12% +1% de risque fort et 5% de risque très fort) à seulement 4%. Ceci peut expliquer en partie la réduction des cas de mortalité et montre ainsi son efficacité.

Cette faible proportion de périodes à risque concerne la période de la nuit allant de -30 min à +4 h30 du coucher du soleil, ce qui regroupe 92% de l'activité des chiroptères. Les cas de mortalité constatés (2 cas de pipistrelle commune en 2021) ont été impactés probablement en dehors de cette période « début nuit ».

La protection par le bridage d'au moins 92% des contacts enregistrés indique la pertinence des conditions d'application du bridage mis en place.

VII.2 Fonctionnement du bridage

Un bridage est en place depuis plusieurs années sur le parc de Roudouallec. Cette année 2021, un rehaussement des conditions du bridage a été opéré. Pour vérifier le fonctionnement du bridage, certaines parties de ce rapport répondent déjà positivement à la question : le bridage est-il bien réalisé ? (VI.3.2.1 et VII.1). De plus, la société wpd windmanager dispose d'un logiciel de vérification du bon fonctionnement du bridage. Ce dernier met en évidence un bon fonctionnement à 98% et pour les 2% restant 1,14% d'arrêts en trop et 0,76% d'arrêt non réalisés.

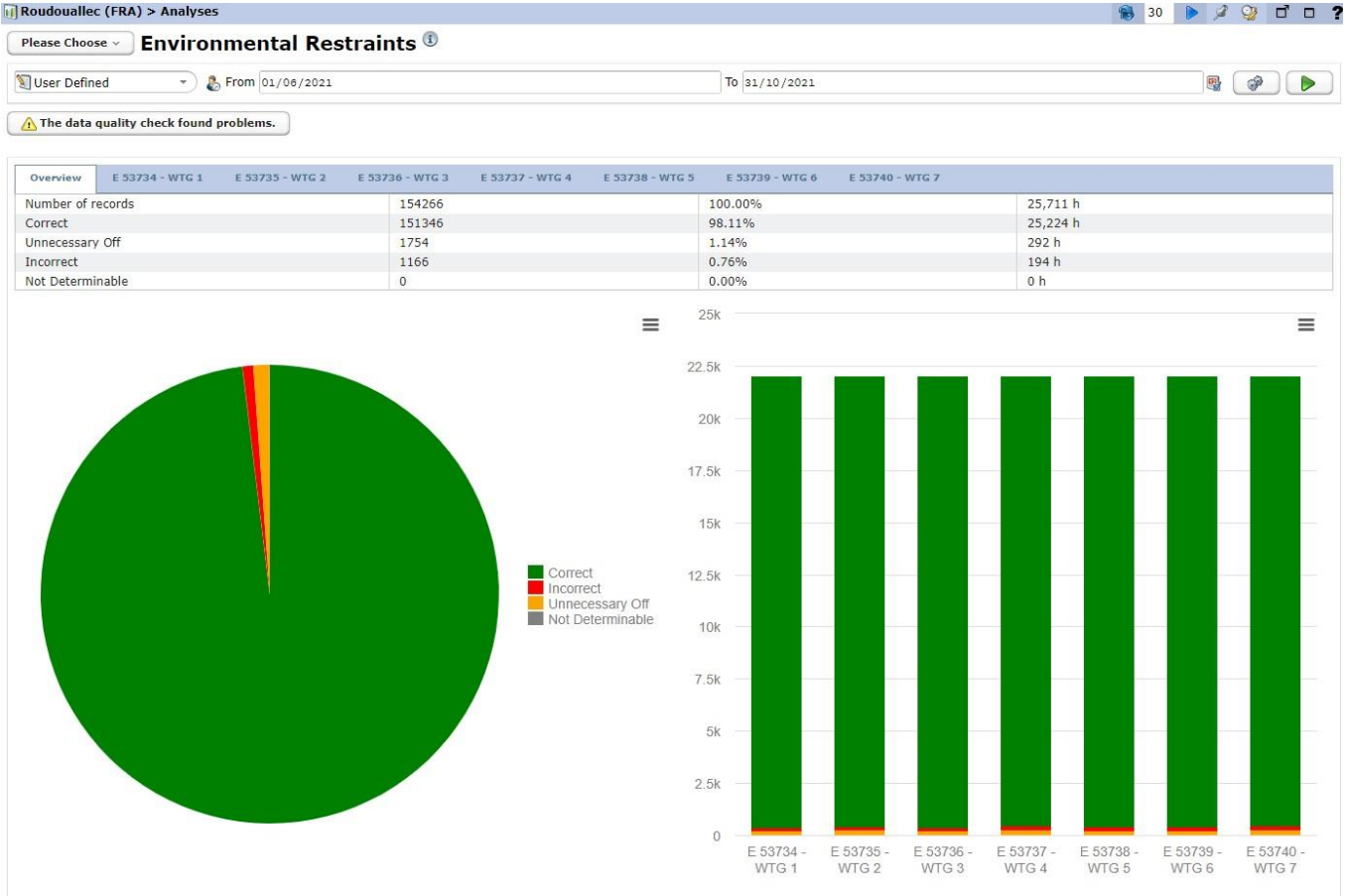


Figure 55 : capture d'écran du logiciel de vérification de bon fonctionnement du bridage.

Source : Wpd windmanager 2021

VII.1 Réduction du risque

La réduction de la mortalité entre 2020 et 2021 peut-être vu en termes de cadavres/éoliennes/an (en plus des valeurs de mortalité réelle calculée précédemment).

Il est étudié ici le cas des chiroptères qui sont le genre principalement visé par le bridage en place.

Pour réaliser le calcul, il est simplement divisé le nombre de cadavres découvert lors d'une année de suivi par le nombre d'éoliennes et la période réellement suivit sur une année. Pour ce qui est des chiroptères, presque 100% de leur activité se situe entre le mois de mai et octobre, la mortalité n'est calculée que sur cette période de 7 mois. En 2020 et 2021, ce sont 6,5 mois qui ont été suivis lors des suivis de mortalité ce qui représente 0,96 de la période d'activité des chiroptères sur le parc de Roudouallec.

Tableau 57 : calcul du nombre de chiroptères impactés par éolienne et par an

| Année de suivi | Nombre de cadavres découverts | Nombre d'éoliennes sur le parc | Taux de période suivi selon la période d'activité des chiroptères | Nombre de cadavres de chiroptère par éolienne par an |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------|---|--|
| 2020 | 7 | 7 | 0,96 | 1,04 |
| 2021 | 2 | | 0,96 | 0,30 |

Les résultats obtenus par ce mode de calcul et ceux obtenus par la méthode du calcul de mortalité réelle estimée mettent bien en évidence une réduction de la mortalité des chiroptères entre 2020 et 2021.

De plus, le nombre de cas de mortalité par éolienne et par an de 0,30 peut être considéré comme significativement inférieur à un nombre de 0,33 avancé dans les premières synthèses de mortalité en cours de réalisation (communication UPGE).

La mortalité des oiseaux et des chiroptères étant faible et ayant réduit entre 2020 et 2021 pour les chiroptères, une réduction supplémentaire du risque de collision ne semble pas nécessaire.

Les conditions de bridages actuels concernent :

- ❖ 92% de la plage d'activité où les chiroptères sont actifs,
- ❖ 100% de la plage d'activité en termes de température,
- ❖ 100% de la plage d'activité en termes de précipitation.

Ainsi, en ce qui concerne les chiroptères dont le bridage est quasi exclusivement à leur destination, la réduction de la mortalité et l'atteinte d'un niveau acceptable de mortalité ne justifie pas une augmentation des conditions de bridages, mais simplement le maintien de celles en place. Il faut toutefois rester vigilant et mettre en place dès la découverte ultérieure d'une mortalité un peu plus élevée des mesures de bridages plus contraignantes.

La mortalité des oiseaux et les estimations ne montrent pas d'impact significatif pour les espèces. Si des cas de mortalité de rapaces sont constatés, des mesures devront être envisagées.

Les caractéristiques de bridage à retenir sont les suivantes :

Tableau 58 : Mesures de bridage préconisées

| Période | Juin à août | Septembre +7 ^e jours d'octobre | | Du 8 ^e jour d'octobre à fin octobre |
|----------------------|---|--|------------------------|--|
| Éolienne | Toutes | E1 | E2, E3, E4, E5, E6, E7 | Toutes |
| Vent | <4,5 m/s | <3,5 m/s | <4,5 m/s | <3,5 m/s |
| Pluie | <0,83 mm/10 min | | | |
| T° | >9 °C | | | >5°C |
| Horaire d'activation | -0 h 30 à + 4 h 30 par rapport au coucher du soleil | | | |

VIII. CONCLUSION

Le parc éolien de Roudouallec, propriété de Eoliennes Suroit SNC et exploité par wpd windmanager France SAS se situe dans un contexte bocager dense proche de la frontière entre le Morbihan, le Finistère et les Côtes-d'Armor. Le paysage alentour de la zone est marqué par de nombreuses zones classées (ZNIEFF, Natura 2000) et présente une connectivité entre milieux semi-naturels forte grâce aux réseaux de haies préservés dans ce secteur de la Bretagne.

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Roudouallec s'est fait entre les semaines 18 et 43 sur l'éolienne E3. **L'activité est faible sur l'ensemble de la saison**, avec une activité de 0,79 ct/h. **Le pic d'activité est situé durant le mois d'octobre** avec 2,26 ct/h, soit une activité forte. **97% des individus ont été contactés avec un vent inférieur ou égal à 6 m/s.**

La diversité d'espèces, l'activité et les plages d'activités des chiroptères enregistrés en nacelle cette année 2021 et globalement similaire à celles de 2018. Le choix de déplacer l'enregistreur en nacelle de E4 à E3 est ainsi validé, en tenant compte également d'une absence de mortalité sur E4.

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères 2021 du parc de Roudouallec porte sur le suivi au sol des 7 éoliennes du parc des semaines 20 à 43. Ce suivi est conforme au protocole de 2018 et suffisant pour estimer la mortalité réelle du parc au regard de la fréquence de passage, des surfaces prospectées et des taux de persistance et de détection.

L'estimation de mortalité réelle du parc calculée en 2021 pour les chiroptères est de l'ordre 29 [0 ; 57] IC 80% individus ou en données brutes de 0,3 individu par éolienne/an. Cela met en évidence une réduction de la mortalité comparée à 2020 (78 [7 ; 166] IC 80% ou calculée sur les données brutes de mortalité 1,04 individu/éolienne/an).

L'estimation de mortalité réelle calculée pour l'avifaune est de l'ordre 43 [12 ; 112] IC80% individus.

La réduction du taux de mortalité des chiroptères et la protection par le bridage de plus de 92% des contacts de chiroptères enregistrés semblent indiquer que le bridage actuel est efficace.

Au regard de la mortalité constatée et estimée en 2021 ainsi que des effectifs et des espèces impactés, le parc éolien de Roudouallec n'est pas de nature à remettre en cause l'état des populations d'oiseaux ou de chiroptères.

L'impact pour les espèces est jugé non significatif et ne nécessite pas de nouvelles mesures correctives.

Ainsi, Synergis Environnement préconise le maintien du bridage avec pour rappel les conditions d'application suivantes :

| Période | Juin à août | Septembre +7 premiers jours d'octobre | | Du 8 ^e jour d'octobre à fin octobre |
|-------------------------|---|--|------------------------|---|
| Éolienne | Toutes | E1 | E2, E3, E4, E5, E6, E7 | Toutes |
| Vent | <4,5 m/s | <3,5 m/s | <4,5 m/s | <3,5 m/s |
| Pluie | <0,83 mm/10 min | | | |
| T° | >9 C | | | >5°C |
| Horaire d'activation | -0 h 30 à + 4 h 30 par rapport au coucher du soleil | | | |

De plus, il n'est pas nécessaire selon Synergis Environnement de réaliser un nouveau suivi environnemental avant la date réglementaire.

IX. 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.
- CRYAN 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. 106p.
- 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, 133p.
- 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., JOHSON G. & KERN W., 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plantes – 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 hipposidero* 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 éolien terrestres. – 19p.
- 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 bet (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to végétation using ecolocation 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 Nturalist :115:247–250.

X. ANNEXE

X.1 Photos des cadavres découverts lors de la campagne de suivi 2021

| Date | 28/06/2021 | 16/08/2020 | 20/09/2020 |
|--------------|---|---|---|
| Photo |  |  |  |
| Espèce | Martinet noir <i>Apus apus</i> | Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i> | Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i> |
| Éolienne | E2 | E6 | E5 |
| Classe d'âge | Adulte | Indéterminée | Indéterminée |

| Date | 18/10/2021 | 18/10/2021 |
|--------------|--|--|
| Photo |  |  |
| Espèce | Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | Etourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i> |
| Éolienne | E1 | E2 |
| Classe d'âge | Adulte | Adulte |