



## Suivi post-implantation du parc éolien de Radenac et son extension (56) - Année 2024



## Fiche contrôle qualité

Destinataire du rapport :	ENGIE Green
Site :	Parc éolien de Radenac et son extension
Interlocuteurs :	Elise KEBAILI Jean-Philippe DENEUCHATEL
Adresse :	ENGIE Green France Le Triade II – Parc d’activité Millénaire II 215 rue Samuel Morse CS20756 34967 MONTPELLIER Cedex 2
Email :	<a href="mailto:elise.kebaili@engie.com">elise.kebaili@engie.com</a> <a href="mailto:yohann.cozian@engie.com">yohann.cozian@engie.com</a>
Intitulé du rapport :	Parc éolien de Radenac (56) : suivi post-implantation 2024
Rédacteurs :	Jean-Emmanuel BRASSEUR – Chargé d’étude – Flore Sophie GUINGAND – Chargée de projets
Relecteur final :	Hélène LE GLATIN – Chargée de projets Léa MICHELLAND – Adjointe de direction

## Gestion des révisions

Version n°2 du 04 avril 2025
Nombre de pages : 155
Nombre d’annexes : 05

# SOMMAIRE

---

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTE DES CARTES .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>8</b>
<b>1. Cadre légal national .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Cadre légal du parc éolien étudié et objectifs .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Présentation des notions abordées dans le document.....</b>	<b>9</b>
3.1. Notion de patrimonialité .....	9
3.2. Notion de sensibilité au regard de l'éolien.....	11
<b>4. Présentation générale du parc étudié .....</b>	<b>12</b>
<b>5. Rappel du contexte écologique .....</b>	<b>16</b>
5.1. Zones de protection du patrimoine naturel - Réseau Natura 2000.....	16
5.2. Zones d'inventaire du patrimoine naturel – ZNIEFF.....	18
5.3. La Trame Verte et Bleue .....	20
<b>6. Historique des suivis réalisés sur le parc .....</b>	<b>23</b>
<b>ETUDE DE LA MORTALITE .....</b>	<b>26</b>
<b>1. Méthodologie générale .....</b>	<b>26</b>
<b>2. Effort de surveillance .....</b>	<b>26</b>
2.1. Surfaces et transects de prospection .....	28
2.2. Compilation des données.....	30
2.3. Modèles d'estimation du taux de mortalité .....	30
<b>3. Détermination des coefficients de correction .....</b>	<b>32</b>
3.1. Tests de persistance des cadavres (t) .....	32
3.2. Tests d'efficacité des observateurs (Z) .....	33
<b>4. Limites du suivi de mortalité.....</b>	<b>40</b>
<b>5. Résultats des expertises de terrain.....</b>	<b>41</b>
5.1. Bilan des cadavres observés .....	41
5.2. Estimation de la mortalité.....	48
<b>6. Analyse des résultats et discussion .....</b>	<b>52</b>
6.1. Analyse des cas de mortalité observés.....	52
6.2. Analyse des calculs de mortalité .....	59
<b>7. Conclusion générale du suivi de mortalité .....</b>	<b>65</b>
<b>ETUDE EN CONTINU DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN HAUTEUR .....</b>	<b>66</b>
<b>1. Pré-diagnostic chiroptérologique .....</b>	<b>66</b>
1.1. Sources et bases de données utilisées.....	66
1.2. Résultats des recherches bibliographiques.....	66
1.3. Inventaire des chiroptères potentiellement présents dans l'aire d'étude immédiate.....	71
<b>2. Protocole d'écoute en continu en nacelle d'éolienne .....</b>	<b>73</b>

2.1. Objectifs de l'expertise .....	73
2.2. Protocole d'expertise.....	73
<b>3. Résultats des écoutes en continu en nacelle.....</b>	<b>76</b>
3.1. Inventaire complet des espèces contactées au niveau de la nacelle .....	76
3.2. Étude de l'activité en période des transits printaniers .....	79
3.3. Étude de l'activité en période de mise-bas.....	82
3.4. Étude de l'activité en période des transits automnaux .....	86
3.5. Synthèse des sensibilités.....	90
3.6. Corrélation de l'activité enregistrée au niveau de l'éolienne avec les principaux facteurs extérieurs.....	94
<b>4. Vérification de l'efficacité du bridage et amélioration.....</b>	<b>101</b>
4.1. Bridage actif en 2024 .....	101
4.2. Nombre de contacts protégés par le bridage 2024 .....	101
<b>5. Conclusion sur l'activité chiroptérologique .....</b>	<b>102</b>
<b>DISCUSSION SUR LES IMPACTS RÉSIDUELS ET ADAPTATION DES MESURES CORRECTIVES .....</b>	<b>104</b>
<b>1. Discussion sur les résultats de mortalité .....</b>	<b>104</b>
1.1. Nuancement des résultats.....	104
1.2. Activité chiroptérologique .....	106
<b>2. Analyse des espèces impactées.....</b>	<b>107</b>
2.1. Effets résiduels sur les espèces impactées .....	107
<b>3. Réflexion sur la mise en place de mesures supplémentaires .....</b>	<b>109</b>
3.1. Ajustement des paramètres du bridage .....	109
3.2. Mise en place de mesures d'accompagnement pour l'avifaune .....	109
3.3. Suivi de l'activité du Martinet noir.....	Erreur ! Signet non défini.
3.4. Maintien de l'entretien des plateformes.....	110
<b>SUIVI DE LA MISE EN PLACE DE ZONE HUMIDE COMPENSATOIRE.....</b>	<b>113</b>
<b>1. Description de l'habitat humide (étude d'impact 2016).....</b>	<b>113</b>
<b>2. Suivi de la restauration de la lande humide .....</b>	<b>114</b>
2.1. Suivi N0 (avant et pendant les travaux de génie écologique).....	115
2.1. Suivi N + 1 (après les travaux de génie écologique) .....	116
<b>3. Mesure complémentaire pour la restauration compensatoire de la zone humide .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3.1. Préconisation et calendrier des prochains suivis de la zone humide compensatoire .....	118
<b>CONCLUSIONS DU SUIVI 2024 .....</b>	<b>119</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>121</b>
<b>1. ANNEXE 1 - Rappel de biologie des chiroptères .....</b>	<b>124</b>
<b>2. ANNEXE 2 – Méthodologie de traitement des signaux .....</b>	<b>129</b>
<b>3. ANNEXE 3 - Seuils d'activité chiroptérologique en nacelle par espèce d'après Altisphère, Ecosphère .....</b>	<b>135</b>
<b>4. ANNEXE 4 - Fiches de mortalité – avifaune.....</b>	<b>136</b>
<b>5. ANNEXE 5 - Fiches standardisées de mortalité - chiroptères .....</b>	<b>154</b>



# LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Principales caractéristiques des éoliennes suivies (source : APC 10/01/2020) .....	12
Figure 2 - Les périmètres de protection du patrimoine naturel de l'aire d'étude éloignée (20 km) .....	16
Figure 3 - Les périmètres d'inventaire du patrimoine naturel de l'aire d'étude éloignée (20 km) .....	18
Figure 4 - Historique des suivis réalisés sur le parc .....	23
Figure 5 - Résultats des suivis passés .....	23
Figure 6 - Espèces de chiroptères détectées par écoutes actives au cours du suivi de 2016 .....	24
Figure 7 - Espèces de chiroptères détectées par écoutes actives au cours du suivi de 2023 .....	25
Figure 8 - Plan de bridage en cours sur les éoliennes E1 – E2 - E3 – E4 – E5 .....	25
Figure 9 - Calendrier des passages de recherche des cadavres .....	26
Figure 10 - Equipe ayant réalisé les passages .....	26
Figure 11 - Calendrier des passages de recherche des cadavres .....	27
Figure 12 - Illustration d'une aire de contrôle et des transects parcourus autour d'une éolienne .....	28
Figure 13 - Tableau de calcul des durées de persistance par éolienne .....	33
Figure 14 - Taux de découverte des cadavres par éolienne .....	34
Figure 15 - Taux d'efficacité des opérateurs réguliers .....	34
Figure 16 - Pourcentages d'occupation de chaque habitat au sein de la surface de prospection .....	35
Figure 17 - Surfaces prospectées autour des éoliennes .....	39
Figure 18 - Résultats des recherches de cadavres .....	41
Figure 19 - Résultats des estimations de mortalité de l'avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée) .....	48
Figure 20 - Résultats des estimations de mortalité des chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée) .....	49
Figure 21 - Résultats des estimations de mortalité par éolienne .....	50
Figure 22 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny .....	50
Figure 23 - Résultats des estimations de mortalité - Outil Shiny .....	51
Figure 24 - Résultats des estimations de mortalité (en nombre de cadavres/période) .....	51
Figure 25 - Résultats des estimations de mortalité par taxon .....	51
Figure 26 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraîner des collisions .....	52
Figure 27 - Résultats des recherches de cadavres .....	54
Figure 28 - Illustration graphique de la distance au mât des cas de mortalité .....	55
Figure 29 - Statut des espèces d'oiseaux retrouvées lors du suivi de mortalité .....	55
Figure 30 - Risque de collision des espèces trouvées sur le parc .....	56
Figure 31 - Cas de mortalité en France – Les dix espèces les plus impactées (Dürr, 2023) .....	56
Figure 32 - Cas de mortalité dans l'ouest de la France entre 2010 et 2019 – Oiseaux (Ouest'Am 2020) .....	57
Figure 33 - Statut des espèces de chiroptères retrouvés lors du suivi de mortalité .....	57
Figure 34 - Risque de collision des espèces trouvées sur le parc .....	58
Figure 35 - Cas de mortalité en France – Chiroptères (Dürr, 2023) .....	58
Figure 36 - Cas de mortalité dans l'ouest de la France entre 2010 et 2019 – Chiroptères (Ouest'Am, 2020) .....	59
Figure 37 - Phénologie des cas de mortalité .....	61
Figure 38 - Distribution temporelle de découverte des cadavres (source : G. Marx 2017) .....	62
Figure 39 - Plan de bridage chiroptérologique .....	62
Figure 40 - Synthèse des cas de mortalité par éolienne .....	63
Figure 41 - Mortalité globale d'après HUSO .....	64
Figure 42 - Estimation de mortalité pour l'ensemble de la période étudiée .....	64
Figure 43 - Inventaire des espèces de chiroptères dans les périmètres de protection et d'inventaire (janvier 2025) .....	66
Figure 44 - Inventaire des espèces de chiroptères contactées sur la commune du projet (janvier 2025) .....	71
Figure 45 - Chiroptères patrimoniaux potentiellement présents dans l'AEI .....	72
Figure 46 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E5 selon les phases étudiées .....	74
Figure 47 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le BATLOGGER au niveau de l'éolienne E5 .....	76
Figure 48 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité totale des chiroptères (en nombre de contacts bruts) .....	77
Figure 49 - Détails des coefficients de détectabilité et des distances de détection des chiroptères en milieu ouvert (Barataud M. 2015) .....	78
Figure 50 - Proportions des contacts localisés à plus de 25 m de hauteur par espèce (Haquart et al. 2014) .....	78
Figure 51 - Répartition quantitative des chiroptères détectés lors des transits printaniers au niveau de la nacelle de l'éolienne (activité corrigée) .....	79
Figure 52 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité totale des chiroptères lors des transits printaniers (en nombre de contacts) .....	80
Figure 53 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité des espèces présentes lors des transits printaniers (en nombre de contacts) .....	80
Figure 54 - Répartition quantitative des chiroptères détectés au niveau de la nacelle de l'éolienne en période de mise-bas (activité corrigée) .....	82
Figure 55 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité totale des chiroptères en phase de	

mise-bas (en nombre de contacts) .....	83
Figure 56 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité en phase de mise-bas (en nombre de contacts) .....	83
Figure 57 - Répartition quantitative des chiroptères détectés au niveau de la nacelle de l'éolienne en période des transits automnaux (activité corrigée) .....	86
Figure 58 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité totale des chiroptères lors des transits automnaux (en nombre de contacts) .....	87
Figure 59 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité lors des transits automnaux (en nombre de contacts) .....	87
Figure 60 - Synthèse des cas de mortalité de chiroptères en France (T.Dürr, août 2023) .....	90
Figure 61 - Seuils de la méthodologie Altisphère par Ecosphère par espèce .....	91
Figure 62 - Nombre de nuits d'échantillonnage .....	91
Figure 63 - Nombre de nuits d'activité par niveau d'activité et par saison toutes espèces confondues .....	91
Figure 64 - Nombre de nuits d'activité par niveau d'activité, par espèce et par saison .....	92
Figure 65 - Sensibilité à la collision estimée par espèce et par saison .....	93
Figure 66 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent (en nombre de contacts) .....	94
Figure 67 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent .....	94
Figure 68 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures (en nombre de contacts) .....	95
Figure 69 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures .....	95
Figure 70 - Nombre de contacts enregistrés en fonction du mois d'écoute .....	96
Figure 71 - Distribution mensuelle des cas de mortalité des chiroptères (GMB) .....	97
Figure 72 - Distribution mensuelle des cas de mortalité de la Noctule commune et de la Pipistrelle de Nathusius (GMB) .....	97
Figure 73 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit .....	98
Figure 74 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit .....	99
Figure 75 - Cycle circadien d'après les données 2024 .....	100
Figure 76 - Modalités de bridage en vigueur en 2024 .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 77 - Nombre de contacts enregistrés durant toute la période du suivi et nombre de contacts protégés par le bridage en 2024 .....	101
Figure 78 - Nombres de contacts 2024 par espèce protégé par le bridage .....	101
Figure 79 - Influence des différents indices sur les projections calculées .....	104
Figure 80 - Activité et mortalité chiroptérologique .....	106
Figure 81 - Espèces d'oiseaux impactées .....	107
Figure 82 - Espèces de chiroptères impactées .....	107
Figure 83 - Espèces victimes du parc éolien au cours de l'année de suivi (2024) .....	108
Figure 84 - Photographie des zones à entretenir (E4, juin 2024) .....	111
Figure 85 - Photographie des perchoirs potentiels pour l'avifaune à éviter (photographie prise hors site) .....	112
Figure 86 - Cartographie de la zone de compensation (ALTHIS, Engie Green, 2016) .....	113
Figure 87 - Calendrier prévisionnel pour le suivi post-restauration de la lande à Molinie .....	114
Figure 88 - Aspect de la lande à Molinie avant gyrobroyage .....	116

## LISTE DES CARTES

---

Carte 1 - Présentation des éoliennes suivies – BD ORTHO.....	13
Carte 2 - Présentation des éoliennes suivies – vue plan IGN.....	14
Carte 3 - Localisation des parcs éoliens environnants .....	15
Carte 4 - Localisation des périmètres hors réseau Natura 2000 à l'échelle de l'aire d'étude éloignée .....	17
Carte 5 - Localisation des périmètres du réseau ZNIEFF à l'échelle de l'aire d'étude éloignée .....	19
Carte 6 - Synthèse de la Trame Verte et Bleue à l'échelle de l'aire d'étude éloignée .....	21
Carte 7 - Continuités écologiques locales à l'échelle des éoliennes.....	22
Carte 8 - Cartographie des aires de contrôle autour des éoliennes.....	29
Carte 9 - Cartographie des habitats présents sous les éoliennes E1 à E4.....	36
Carte 10 - Cartographie des habitats présents sous l'éolienne E5 .....	37
<b>Carte 11</b> - Localisation des cadavres découverts.....	42
Carte 13 - Localisation des cadavres sous E1.....	43
Carte 14 - Localisation des cadavres sous E2.....	44
Carte 15 - Localisation des cadavres sous E3.....	45
Carte 16 - Localisation des cadavres sous E4.....	46
Carte 17 - Localisation des cadavres sous E5.....	47
Carte 18 - Evaluation des risques pour les chiroptères en Bretagne liés à l'implantation d'éoliennes au sein de l'AEE .....	69
Carte 19 - Evaluation des risques pour les chiroptères en Bretagne liés à l'implantation d'éoliennes à l'échelle du parc .....	70
Carte 20 - Localisation de l'éolienne équipée d'un Batlogger .....	75

# INTRODUCTION

---

La société ENGIE Green a sollicité le bureau d'études ENVOL Environnement pour réaliser le suivi écologique du parc éolien de Radenac et son extension située sur la commune du même nom (56). Les éoliennes E1 à E4 ont été mises en service en octobre 2013 et l'éolienne E5 a été mise en fonctionnement en décembre 2022. Un suivi environnemental a été réalisé sur trois ans de 2015 à 2017 sur le parc historique. Une seconde campagne de suivi environnemental, concernant le parc historique et l'extension du parc éolien de Radenac, a commencé par une première année en 2023 et se poursuit avec une seconde année, en 2024. Le suivi 2024 est présenté dans ce rapport

## 1. Cadre légal national

En application de l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, il est nécessaire d'évaluer les impacts réels d'un parc dans les 3 années qui suivent sa mise en service, puis tous les 10 ans. Un arrêté complémentaire a été produit le 22 juin 2020 et a corrigé le délai de mise en place du suivi environnemental à 12 mois maximum après la mise en fonctionnement des éoliennes.

Les suivis environnementaux doivent être réalisés par l'exploitant du parc éolien conformément au protocole de suivi environnemental en vigueur reconnu par le ministère chargé des ICPE. Une première version de ce guide a été publiée en 2015 puis revue en 2017 et la version finale (à ce jour) a été approuvée en 2018. Le guide impose la réalisation d'une étude de mortalité des oiseaux et des chiroptères ainsi qu'une étude à hauteur de nacelle de l'activité des chauves-souris dans le but de qualifier et de quantifier les impacts réels du parc en permettant d'évaluer si le fonctionnement des éoliennes est susceptible de remettre en cause les états de conservation des espèces occupant le territoire local.

A noter que si des impacts sont mis en évidence, des mesures de type ERC (Eviter, Réduire, Compenser) doivent être prises afin de les annuler ou les réduire.

## 2. Cadre légal du parc éolien étudié et objectifs

Conformément à l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011, à l'arrêté d'autorisation d'exploiter (en date du 17/01/2020) et aux engagements pris par ENGIE Green pour le parc éolien de Radenac, un suivi environnemental est réalisé durant l'année de mise en service de l'éolienne E5, en 2023. La société ENGIE Green a mandaté le bureau d'études ALTHIS pour la réalisation du suivi de mortalité de 2015 à 2017 sur les éoliennes E1 à E4. La période du suivi s'est étendue sur 13 semaines d'août à octobre, soit des semaines 31 à 43. Un suivi environnemental post-implantation avec l'extension du parc (éolienne E5) a été réalisé en 2023 par ENVOL Environnement pendant 32 semaines, soit de la semaine 12 à 43.

Le présent document vise la présentation des résultats de la deuxième année de suivi post-implantation 2024.

Le suivi de mortalité s'est déroulé entre les semaines 15 et 45 de l'année 2024 au rythme d'un passage de recherche de cadavres par semaine. Un dispositif d'écoute et d'enregistrement des signaux ultrasonores en altitude de type Batlogger WEX1 a également été installé dans la nacelle de l'éolienne E5 sur la même période, de la semaine 15 à 45.

La méthodologie suivie répond aux exigences du guide de suivi des parcs éoliens terrestres paru en 2018.

### 3. Présentation des notions abordées dans le document

#### 3.1. Notion de patrimonialité

Dans le cadre de l'inventaire du patrimoine naturel, nous définissons des « espèces patrimoniales » et leur attribuons un niveau de patrimonialité, en amont de toutes expertises naturalistes. Le statut d'espèce patrimoniale n'est pas un statut légal. Il s'agit d'espèces que les scientifiques et les conservateurs estiment importantes pour notre patrimoine naturel, que ce soit pour des raisons écologiques, scientifiques ou culturelles.

Pour déterminer la patrimonialité spécifique et le niveau de patrimonialité, nous utilisons différentes informations :

- **La situation de l'espèce sur les Listes rouges de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)** : il s'agit d'un inventaire mondial qui définit l'état de conservation global des espèces végétales et animales sous forme de Listes rouges qui se déclinent sur différentes échelles. Ici, nous utilisons **les échelles européennes, nationale et régionale**. Ces Listes rouges classent les espèces en différentes catégories selon leur état de conservation (catégories listées ci-dessous).

- **CR** : En danger critique d'extinction. Les risques de disparition semblent, pour de telles espèces, pouvoir survenir au cours des dix prochaines années, tout particulièrement si rien n'est fait pour les conserver, atténuer les menaces, ou si aucune reprise démographique n'est constatée ;

- **EN** : En danger. Les risques de disparition peuvent alors être estimés à quelques dizaines d'années tout au plus ;

- **VU** : Vulnérable. Espèce dont le passage dans la catégorie des espèces en danger est jugé probable dans un avenir proche en cas de persistance des facteurs qui sont cause de la menace ;

- **NT** : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises) ;

- **LC** : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible) ;

- **DD** : Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes) ;

- **NA** : Non applicable ;
- **NE** : Non évalué.

Dans notre étude, une espèce sera considérée patrimoniale dès lors qu'elle est classée comme menacée par l'une de ces trois Listes rouges (à partir du statut « NT »).

- **L'intérêt communautaire d'une espèce au titre de Natura 2000** : dès lors qu'une espèce figure sur l'**Annexe I de la Directive « Oiseaux »** ou sur l'**Annexe II de la « Habitats-Faune-Flore »** (abrégée Directive « Habitats » par la suite), elle est considérée comme patrimoniale :<sup>2</sup>

#### **Directive « Oiseaux »**

- **Annexe I** : *Protection stricte de l'espèce et de son habitat qui sera classé en ZPS ;*
- **Annexe II** : *Espèces pour lesquelles la chasse n'est pas interdite à condition que cela ne porte pas atteinte à la conservation des espèces ;*
- **Annexe III** : *Espèces pour lesquelles la vente, le transport, la détention pour la vente et la mise en vente sont interdits (1ère partie) ou peuvent être autorisés (2ème partie) selon certaines conditions.*

#### **Directive « Habitats-Faune-Flore »**

- **Annexe I** : *Liste les types d'habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones de protection spéciale (ZPS) ;*
- **Annexe II** : *Regroupe des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC) ;*
- **Annexe III** : *Donne les critères de sélection des sites susceptibles d'être identifiés comme d'importance communautaire et désignés comme ZSC ;*
- **Annexe IV** : *Liste les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte : elle concerne les espèces devant être strictement protégées. Cette liste a été élaborée sur la base de l'Annexe 2 de la Convention de Berne. Certains groupes taxonomiques sont plus strictement protégés par la Directive HFF que par la Convention tels que les chauves-souris et les cétacés ;*
- **Annexe V** : *Concerne les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.*

- **Les arrêtés nationaux et préfectoraux de protection des espèces faunistiques et floristiques** : ces éléments concernent les différents arrêtés pris pour la protection des espèces faunistiques et floristiques. Le degré de patrimonialité tient compte de l'annexe ou l'article auquel l'espèce est inscrite.



Ces différents outils réglementaires visent à protéger et prévenir la disparition des espèces végétales menacées qui y sont citées. L'objectif est également de permettre la conservation des biotopes accueillant ces espèces.

**Arrêté national du 20 janvier 1982 fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire**

***Annexe I : Liste les espèces dont il est interdit « la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages » de ces espèces listées.***

***Annexe II : Liste les espèces suivant les mêmes interdictions que celles à l'annexe I, excepté sur les parcelles habituellement cultivées.***

Le niveau de patrimonialité est attribué à chacune des espèces recensées. Une espèce avec un intérêt communautaire aura une patrimonialité plus forte. Le statut de conservation défini par une Liste rouge à l'échelle régionale a autant de valeur qu'un statut défini à l'échelle nationale ou européenne. Pour l'avifaune, il est à noter que le niveau de patrimonialité prend en considération les Listes rouges régionales (établies pour les populations nicheuses) uniquement pour la période nuptiale. Plus une espèce est menacée, plus son niveau de patrimonialité sera élevé. Pour les espèces floristiques, le niveau de patrimonialité est également défini selon la présence de taxons listés, ou non, aux arrêtés nationaux et préfectoraux de protection des espèces. Ces arrêtés constituent des éléments de patrimonialité de la même échelle qu'un statut « quasi menacé » aux listes rouges.

### 3.2. Notion de sensibilité au regard de l'éolien

La « sensibilité » (= risque d'impact potentiel) des espèces à l'éolien en général est abordée préalablement à l'analyse des impacts liés au projet. Elle exprime le risque de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu identifié du fait de la réalisation du projet. Pour ce suivi, il correspond uniquement à sa sensibilité vis-à-vis du risque de collisions et/ou de barotraumatisme.

Afin de définir les sensibilités relatives aux espèces recensées au sein du périmètre d'étude, plusieurs critères sont pris en considération :

- **L'écologie de l'espèce.**

Les **données de mortalité issues des suivis de mortalité** (avifaune et chiroptères) compilées à l'échelle européenne (T. Dürr). Cette base de données régulièrement mise à jour permet d'évaluer la sensibilité spécifique en mettant en relation le nombre d'individus retrouvés impactés au pied des parcs européens et les populations spécifiques.

#### 4. Présentation générale du parc étudié

Les cinq éoliennes du parc éolien de Radenac sont implantées sur la commune de Radenac (56). Voici les principales caractéristiques de ce parc éolien :

Figure 1 - Principales caractéristiques des éoliennes suivies (source : APC 10/01/2020)		
Caractéristiques	Parc éolien de Radenac	
	4 éoliennes d'origine	1 éolienne (extension du parc)
Opérateur	Engie Green	
Mise en service	2013	2022
Modèle	Senvion MM92/2050 2050 kW	Vestas V100/2200 2200 kW
Diamètre (m)	92,5	100
Hauteur du moyeu (m)	90	100
Hauteur totale (m)	146	150
Puissance unitaire (MW)	2,05	2,2
Nombre d'éoliennes	5	



Photographie prise au pied de E2 – 11 juin 2024

Source : ENVOL Environnement





Carte 1 - Présentation des éoliennes suivies – BD ORTHO

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Eolienne





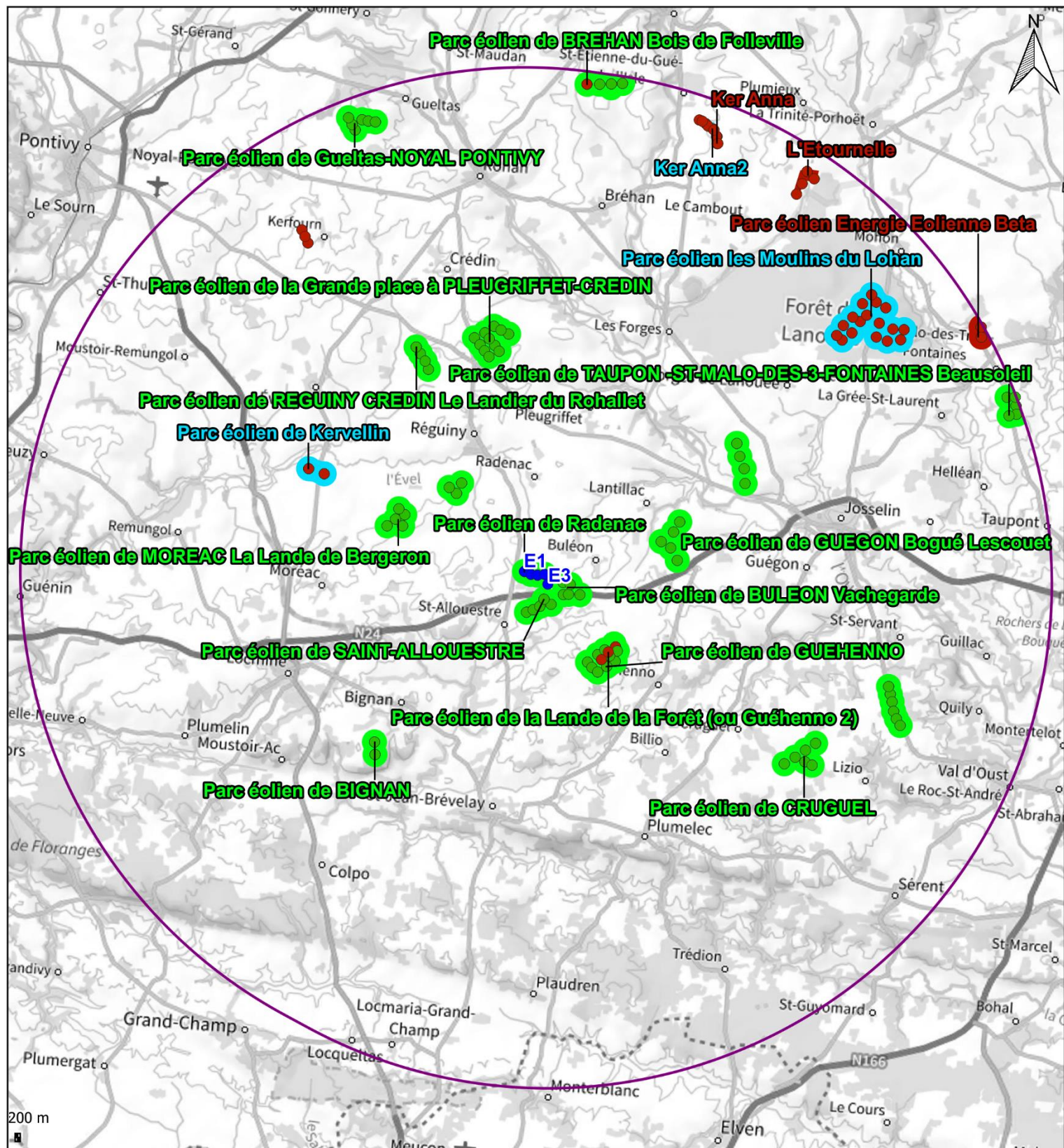
Carte 2 - Présentation des éoliennes suivies – vue plan IGN

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Eolienne





Carte 3 - Localisation des parcs éoliens environnants

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

● Eolienne

□ Aire d'étude éloignée (20 km)

Autre parc éolien :

● construit

● non construit

Parc éolien :

■ Autorisation administrative

■ Parc en fonctionnement

■ Autorisation administrative refusée

Les deux parcs éoliens les plus proches des éoliennes suivies se situent à environ 600 m à l'est et au sud. Il s'agit du parc éolien de Buleon Vachegarde et du parc éolien Saint-Allouestre.

## 5. Rappel du contexte écologique

### 5.1. Zones de protection du patrimoine naturel - Réseau Natura 2000

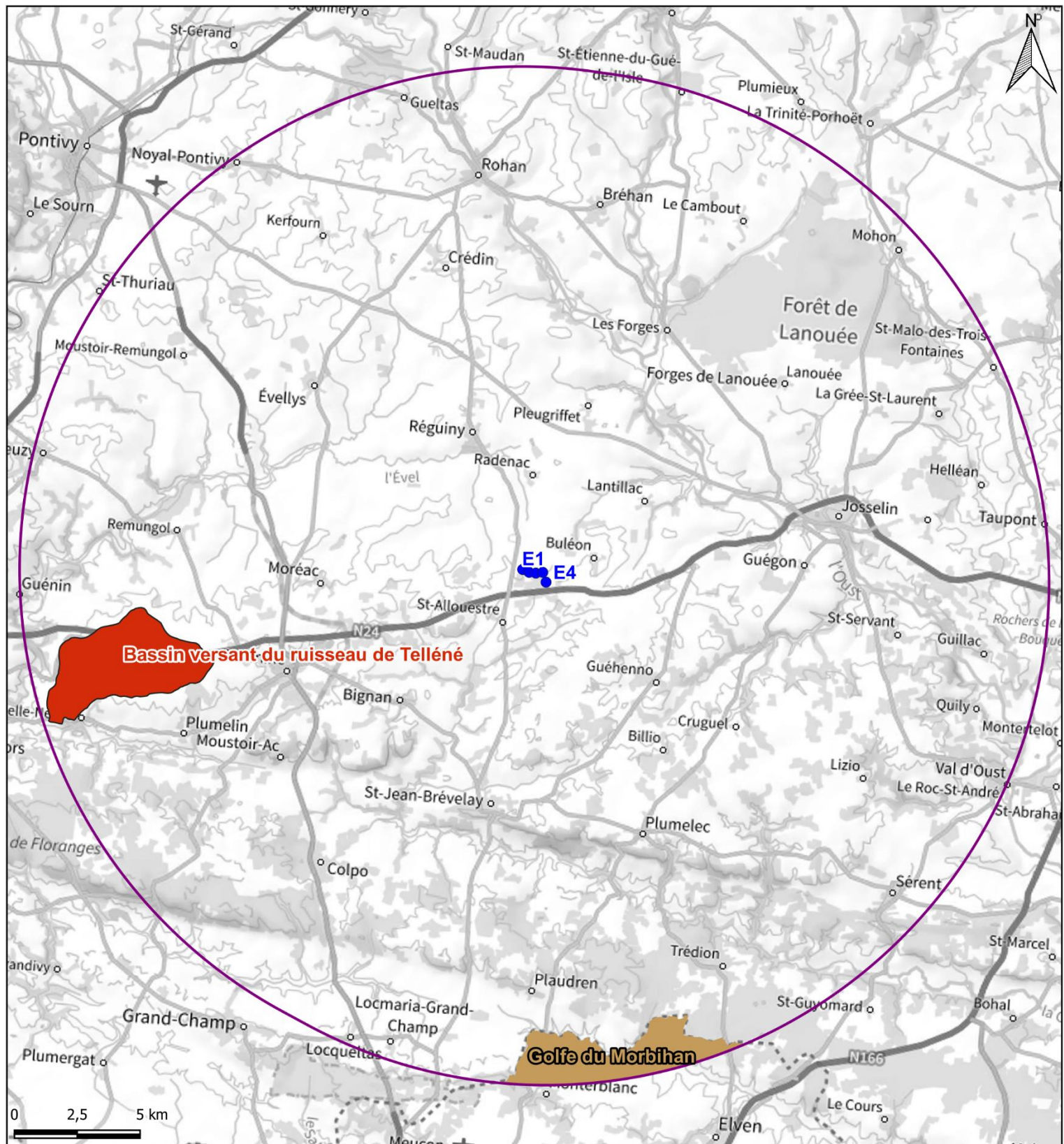
Aucune zone du patrimoine naturel appartenant au réseau Natura 2000 n'est référencée dans un rayon de 20 km autour du parc éolien de Radenac.

Deux zones du patrimoine naturel n'appartenant pas au réseau Natura 2000 sont référencées dans un rayon de 20 km autour du parc éolien de Radenac. Il s'agit de l'Arrêté de Protection de Biotope (APB) « Bassin versant du ruisseau de Telléné », à 12,78 km à l'ouest des éoliennes, et du Parc Naturel Régional (PNR) « Golfe du Morbihan », à 17,81 km au sud. L'APB concerne la protection des cours d'eau occupés par la Mulette perlière.

Les deux zones de protection sont présentées dans le tableau ci-dessous et cartographiées ci-après.

Figure 2 - Les périmètres de protection du patrimoine naturel de l'aire d'étude éloignée (20 km)		
Numéro de la zone	Intitulé de la zone	Situation par rapport aux éoliennes
APB (1 entité)		
FR3801090	Bassin versant du ruisseau de Telléné	12,78 km à l'ouest
PNR (1 entité)		
FR800051	Golfe du Morbihan	17,81 km au sud





Carte 4 - Localisation des périmètres hors réseau Natura 2000 à l'échelle de l'aire d'étude éloignée

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

● Eolienne

□ Aire d'étude éloignée (20 km)

Espace naturel protégé :

■ Arrêté de protection de biotope

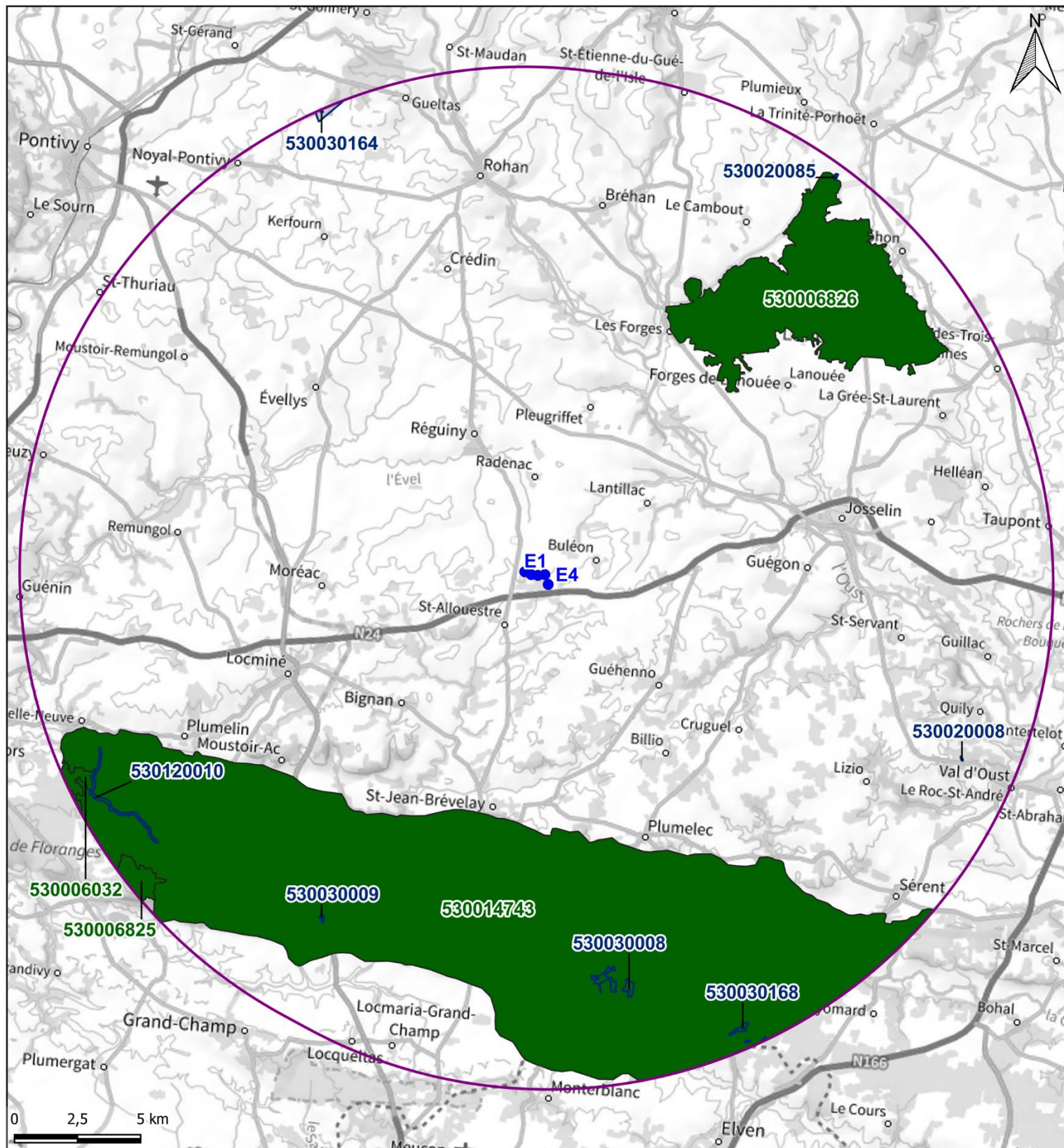
■ Parc naturel régional

## 5.2. Zones d'inventaire du patrimoine naturel – ZNIEFF

Onze ZNIEFF (sept ZNIEFF de type I et quatre ZNIEFF de type II) ont été identifiées dans les 20 km autour du parc éolien de Radenac. La ZNIEFF la plus proche concerne une ZNIEFF de type II et se localise à 9,43 km au sud des éoliennes. Il s'agit des « Landes de Lanvaux ». Cette zone naturelle accueille notamment la Rainette verte et la Grenouille agile. La Loutre d'Europe et de nombreuses espèces de chiroptères sont citées (dont la Barbastelle d'Europe, le Grand Murin, la Noctule commune, etc.). Concernant les oiseaux, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, le Faucon hobereau, l'Alouette lulu et la Bondrée apivore font partie des nombreuses espèces référencées.

Figure 3 - Les périmètres d'inventaire du patrimoine naturel de l'aire d'étude éloignée (20 km)		
Identifiant	Intitulé de la zone	Situation par rapport éoliennes
<b>ZNIEFF de type I (7 entités)</b>		
530030008	VALLONS TOURBEUX DU BOIS DE SAINT-BILY	15,33 km au sud
530030009	TOURBIERE DE KERLAUNAY	15,78 km au sud-ouest
530020008	LA MINE	17,69 km au sud-est
530120010	LE GOYEDON	17,98 km au sud-ouest
530030168	ETANGS OLIGOTROPHES DU BOIS DE LANVAUX ET LEURS ABORDS	19,03 km au sud-est
530020085	LANDE DE CALER / LA VILLE AU CERNE	19,39 km au nord-est
530030164	BOIS ET ETANG DE BRANGUILY	19,60 km au nord-ouest
<b>ZNIEFF de type II (4 entités)</b>		
530014743	LANDES DE LANVAUX	9,43 km au sud
530006826	FORET DE LANOUEE	10,23 km au nord-est
530006032	FORET DE FLORANGES	18,71 km au sud-ouest
530006825	FORET DE LANVAUX	18,70 km au sud-ouest





Carte 5 - Localisation des périmètres du réseau ZNIEFF à l'échelle de l'aire d'étude éloignée

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

● Eolienne

□ Aire d'étude éloignée (20 km)

Réseau ZNIEFF :

□ ZNIEFF de type I

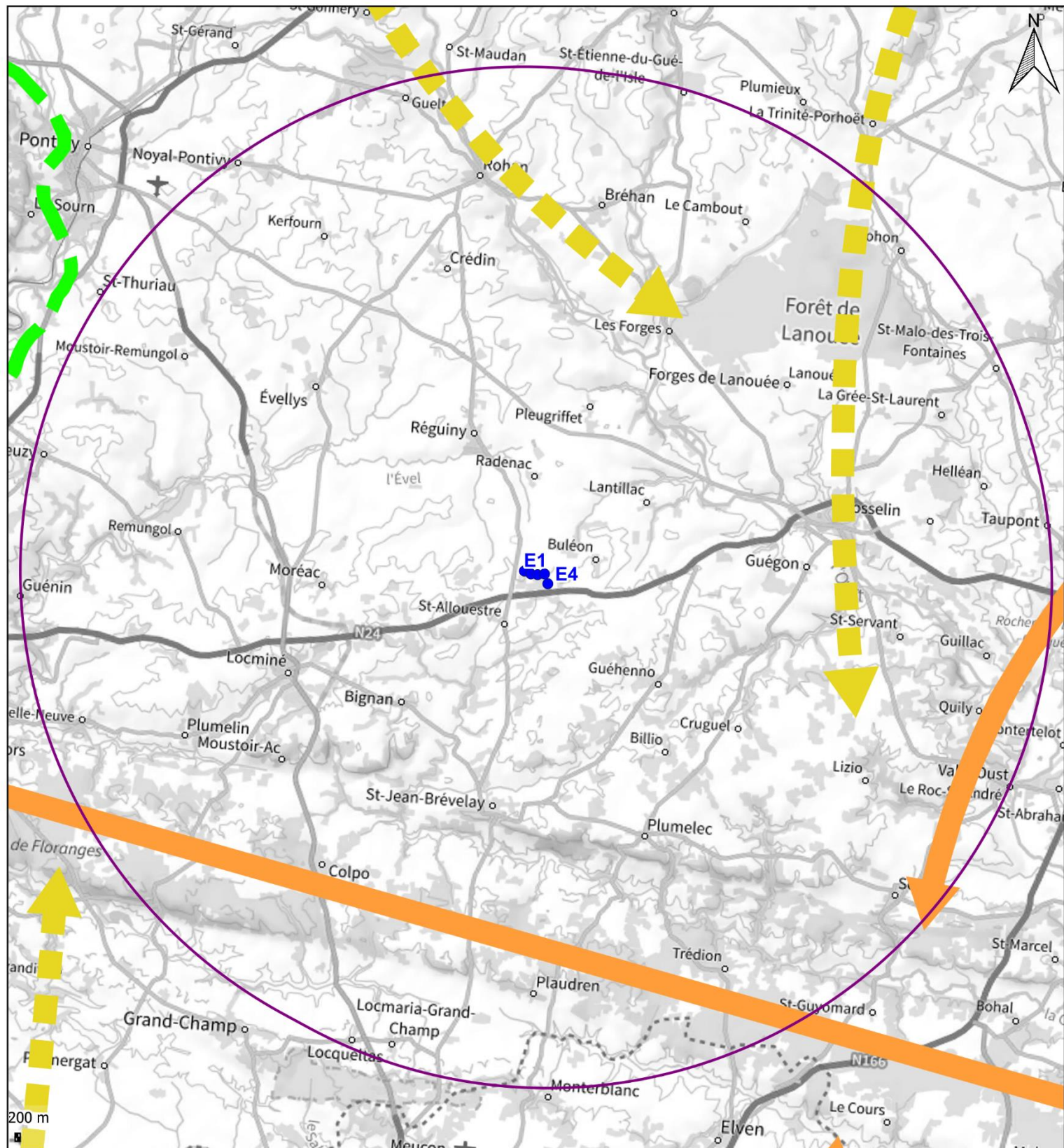
■ ZNIEFF de type II

### 5.3. La Trame Verte et Bleue

D'après le SRCE de Bretagne, deux corridors linéaires associés à une forte connexion des milieux naturels traversent l'AEE au sud et à l'est. L'aire d'étude immédiate est située dans un réservoir de biodiversité boisée. Ces entités sont probablement prisées par la faune (avifaune, chiroptérofaune, entomofaune...) et celle-ci circulera préférentiellement le long des corridors formés par les entités paysagères tels que les bosquets et les haies.

Le parc éolien se situe dans un milieu agricole et bocager, proche de haies et de bosquets favorables aux déplacements et au nourrissage de la chiroptérofaune et de l'avifaune. Rappelons que l'ensemble des éoliennes se situe à moins de 60 m d'une haie (sauf E2).





Carte 6 - Synthèse de la Trame Verte et Bleue à l'échelle de l'aire d'étude éloignée

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

● Eolienne

□ Aire d'étude éloignée (20 km)

Trame verte et bleue :

Corridor écologique potentiel :

Corridor linéaire associé à une faible connexion des milieux naturels

Corridor linéaire associé à une forte connexion des milieux naturels

Corridor territoire





Carte 7 - Continuités écologiques locales à l'échelle des éoliennes

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

● Eolienne

Element paysager :

■ Surface hydrographique

— Cours d'eau

■ Zone de végétation

— Haie



## 6. Historique des suivis réalisés sur le parc

**Figure 4 - Historique des suivis réalisés sur le parc**

Année	Type de suivi	Prestataire
2015 à 2017	Suivi de mortalité (mi-août à fin octobre)	ALTHIS
2023	Suivi de mortalité et suivi de l'activité chiroptérologique en altitude (fin-mars à fin-octobre)	ENVOL Environnement

**Figure 5 - Résultats des suivis passés**

Année de suivi	Suivi de mortalité		Suivi de l'activité en nacelle
	Espèce (cas de mortalité constaté)	Éolienne	
2015 (mi-août à fin octobre)	Pipistrelle commune (1)	E4	-
2016 (mi-août à fin octobre)	Pipistrelle commune (3)	E1 et E4	<p>Trois sessions d'écoutes actives ont été réalisées entre les semaines 31 et 43 au sein de l'aire d'étude rapprochée. Un total de 186 contacts a été dénombré, soit une activité moyenne.</p> <p>La Pipistrelle commune et le Murin de Natterer ont un indice d'activité moyen. La Pipistrelle de Kuhl et le Murin à moustaches ont un indice d'activité faible. La Sérotine commune, l'Oreillard gris, l'Oreillard roux et le Murin de Daubenton ont un indice d'activité très faible.</p> <p>Aucun des sept points d'écoute n'a révélé un intérêt supérieur à modéré.</p>
	Pipistrelle de Kuhl (3)	E4	
	Pipistrelle de Nathusius (1)	E1	
	Pipistrelle sp (3)	E3	
2017 (mi-août à fin octobre)	Sérotine commune (1)	E4	Suite au constat de mortalité mis en avant en 2016, un bridage spécifique (mesure corrective) sur E4 a été mis en place à partir de début août 2017.
	Pipistrelle commune (1)	E1	
	Noctule de Leisler (1)	E3	
	Roitelet triple-bandeau (3)	E1, E2 et E3	
2023 (fin mars à fin octobre)	Pouillot véloce (1)	E5	Suivi en nacelle de l'éolienne E5 du 8 mars au 31 octobre 2023
	Pigeon ramier (1)	E3	
	Pigeon sp. (1)	E4	
	Martinet noir (1)	E5	
	Roitelet huppé (1)	E2	
	Pipistrelle commune (9)	E1, E4 et E5	
	Pipistrelle sp. (2)	E2 et E3	

Figure 6 - Espèces de chiroptères détectées par écoutes actives au cours du suivi de 2016					
Espèce	Activité (contacts/h)	Listes rouges			Natura 2000
		Bretagne	France	Europe	
Pipistrelle commune	39	LC	NT	-	IV
Pipistrelle de Kuhl	5,4	LC	LC	LC	IV
Sérotine commune	2,9	LC	NT	-	IV
Oreillard gris	1,4	LC	LC	NT	IV
Oreillard roux	0,6	LC	LC	-	IV
Murin de Daubenton	0,3	LC	LC	-	IV
Murin à moustaches	0,6	LC	LC	LC	IV
Murin de Natterer	1,7	LC	NT	-	IV

A la suite du suivi de mortalité réalisé en 2016, la société ENGIE Green a mis en place un bridage chiroptérologique au niveau de l'éolienne E4 à partir de début août 2017. Les modalités sont les suivantes :

- du 15 août au 30 septembre ;
- vitesse de vent inférieur à 5 m/s ;
- de 19h à 8h00.

L'arrêté préfectoral du 29 mars 2019 indique la mise en place d'un bridage chiroptérologique sur l'éolienne E5 (mise en service en novembre 2022) dont les modalités sont les suivantes :

- nuit complète : de 30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 30 minutes après le lever du soleil ;
- absence de précipitations ;
- température supérieure à 10°C ;
- vitesse de vent inférieur à 5,5 m/s ;
- du 1<sup>er</sup> mars au 30 juin et du 15 août au 31 octobre.

Lors de la reprise du suivi en 2023, un suivi en nacelle de l'éolienne E5 a été réalisé. Le tableau présente les espèces de chiroptères détectées.

Figure 7 - Espèces de chiroptères détectées par écoutes actives au cours du suivi de 2023							
Espèce	Activité (contacts/h)			Listes rouges			Natura 2000
	Transits printaniers	Mise bas	Transits automnaux	Bretagne	France	Europe	
Noctule commune		0,0003	0,003	NT	VU	LC	IV
Noctule de Leisler	0,003	0,015	0,015	NT	NT	LC	IV
Noctule sp.	0,0005	0,020	0,016	-	-	-	-
Pipistrelle commune	0,013	0,092	0,853	LC	NT	-	IV
Pipistrelle de Kuhl	0,004		0,482	LC	LC	LC	IV
Pipistrelle de Nathusius	0,017	0,018	0,199	NT	NT	LC	IV
Sérotine commune			0,015	LC	NT	-	IV
Noctule sp./Sérotine sp.		0,014	0,002	-	-	-	-

A la suite du suivi de mortalité réalisé en 2023, la société ENGIE Green a mis en place un bridage chiroptérologique au niveau de toutes les éoliennes, excepté E2, à partir du 15 avril 2024 dont les modalités sont les suivantes :

Figure 8 - Plan de bridage en cours sur les éoliennes E1 – E2 - E3 – E4 – E5			
Période	15 avril au 31 mai	1er juin au 14 août	15 août au 31 octobre
Heure	Du coucher au lever du soleil		Du coucher jusqu'à 30 min avant le lever du soleil
Vitesse de vent (m/s)	< 4,5 m/s	< 5,5 m/s	< 5,8 m/s
Température (°C)	≥ 13°C	≥ 12°C	≥ 13°C
Éoliennes concernées	E1 – E3 – E4 – E5		

# ETUDE DE LA MORTALITE

## 1. Méthodologie générale

Le cadre général est fixé par le protocole de suivi environnemental ICPE dans sa version 2018.

## 2. Effort de surveillance

Le suivi de mortalité s'est déroulé de la semaine 15 à 45, soit entre le 8 avril et le 4 novembre 2024 à raison d'un passage par semaine.

Les journées de prospection se sont réparties selon le calendrier présenté ci-après. Les recherches ont débuté lorsque la lumière permettait de distinguer les éventuels cadavres au pied des éoliennes.

Figure 9 - Calendrier des passages de recherche des cadavres			
Thème d'étude	Période des passages	Intervalle moyen entre 2 passages	Nombre de passages
Transit printanier et nidification	Du 8 avril au 31 mai 2024	6,38	8
Mise-bas et nidification	Du 1 <sup>er</sup> juin au 14 août 2024	6,27	11
Transit automnal et migrations postnuptiales	Du 15 août au 4 novembre 2024	6,42	12

Figure 10 - Equipe ayant réalisé les passages	
Noms des opérateurs	Poste
Amicie D'AUGUSTIN (ADAU)	Technicienne faune
Antoine LUCAS (ALUC)	Chargé d'études, ornithologue
Louis SIX-DUGARDIN (LSIX)	Technicien faune
Jean-Emmanuel BRASSEUR (JEBRA)	Chargé d'études, botaniste
Mewen LE PALLEC	Technicien faune
Nathan LE GUERROUE (NLEG)	Technicien faune
Sandra ROSIAN (SROS)	Chargée de projet
Titouan BASSET (TB)	Chargé d'études, ornithologue

Des binômes sont formés sur les suivis afin d'assurer la continuité du suivi, parfois d'autres intervenants réalisent le suivi de mortalité ponctuellement pour des raisons d'organisation. De plus, lors des tests, les intervenants tiers sont également mobilisés pour une meilleure efficacité de recherche des cadavres lors de la persistance.

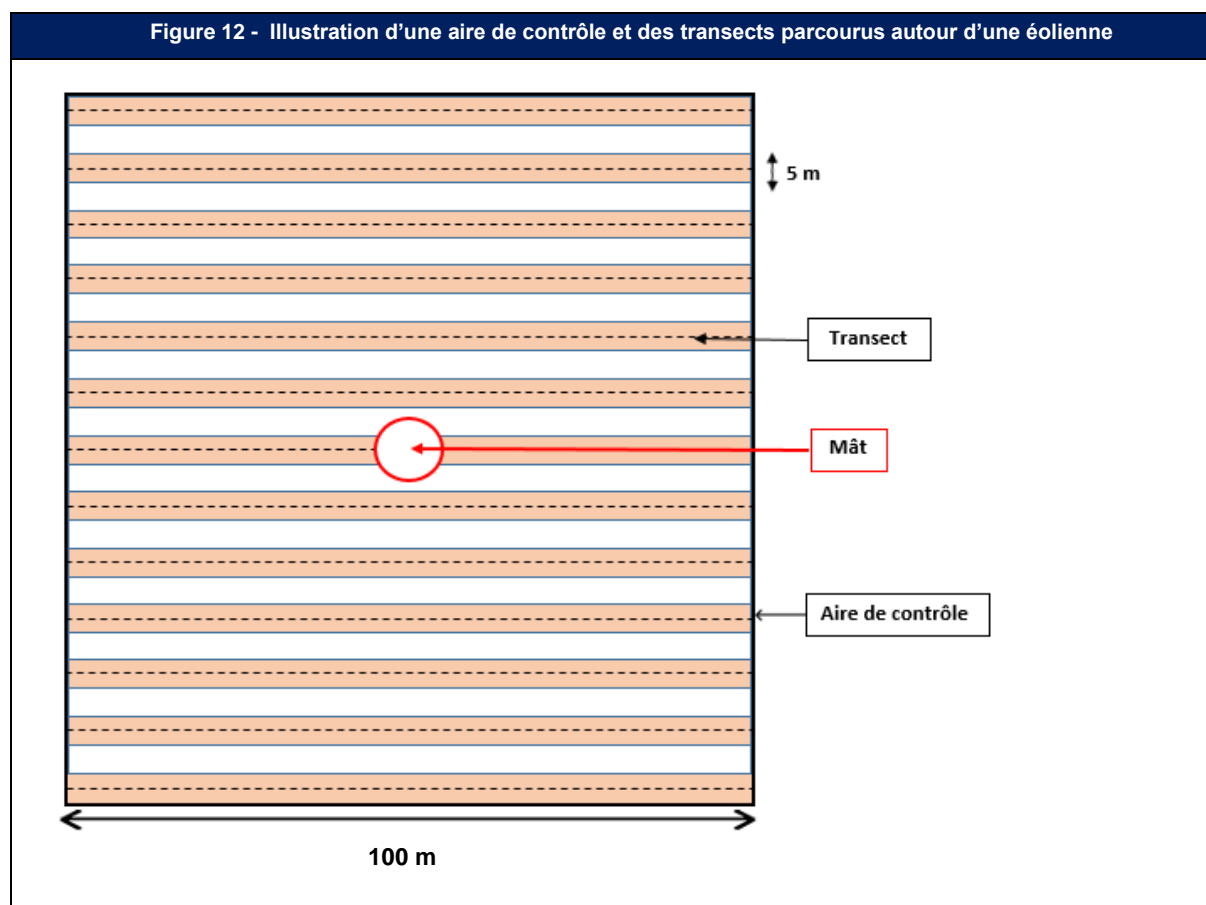
Figure 11 - Calendrier des passages de recherche des cadavres			
Thème d'étude	Date	Conditions météorologiques	Opérateur
Recherche de cadavres	08/04/2024	18 km/h ; 100 % + PLUIE ; 10°C	ADAU
Recherche de cadavres	15/04/2024	21km/h SO ; 50 à 100 % + Pluie ; 11°C	ADAU
Recherche de cadavres	22/04/2024	6 à 19 km/h N ; 25 % ; 8°C	ADAU
Recherche de cadavres	29/04/2024	5 à 22 km/h S ; 40 % ; 11°C	ADAU
Recherche de cadavres	06/05/2024	9 km/h SE ; 100 % + PLUIE ; 11°C	ADAU
Recherche de cadavres	13/05/2024	22 km/h S ; 100 % ; 14°C	ADAU
Recherche de cadavres	21/05/2024	12 km/h N ; 100% ; 14°C	ADAU
Recherche de cadavres	29/05/2024	23 km/h NO ; 100 % ; 15°C	ADAU
Recherche de cadavres et dépôt des cadavres tests + test observateur	04/06/2024	11 km/h NO ; 95 % ; 22 °C	ADAU, SROS
Contrôle de la persistance des cadavres	05/06/2024	-	ADAU
Contrôle de la persistance des cadavres	07/06/2024	-	ADAU
Recherche de cadavres + Contrôle de la persistance des cadavres	11/06/2024	16 km/h N ; 60 % ; 24°C	ADAU
Contrôle de la persistance des cadavres	14/06/2024	-	ADAU
Recherche de cadavres + contrôle de la persistance des cadavres	18/06/2024	16 km/h NE ; 100% ; 18°C	ADAU
Recherche de cadavres	25/06/2024	10 km/h NE ; 0 % ; 24°C	ADAU
Recherche de cadavres	02/07/2024	12 km/h O ; 100 % ; 14°C	ADAU
Recherche de cadavres	11/07/2024	10 km/h NE ; 100% ; 15°C	ADAU
Recherche de cadavres	16/07/2024	19 km/h OSO ; 100 % ; 18°C	ADAU
Recherche de cadavres	22/07/2024	23 km/h SO ; 100 % ; 17°C	ADAU
Recherche de cadavres	29/07/2024	10 km/h ENE ; 0 % ; 18°C	TBAS
Recherche de cadavres	05/08/2024	15 km/ SO ; 80 % ; 21°C	LSIX
Recherche de cadavres	12/08/2024	12 km/h O ; 100 % ; 22°C	LSIX
Recherche de cadavres	19/08/2024	9 km/h S ; 0 % ; 17°C	LSIX
Recherche de cadavres	26/08/2024	12 km/h SO ; 0% ; 16°C	LSIX
Recherche de cadavres	02/09/2024	17 km/h SO ; 100% ; 19°C	LSIX
Recherche de cadavres	09/09/2024	16 km/h SO ; 100% ; 15°C	LSIX
Recherche de cadavres et dépôt des cadavres tests + test observateur	16/09/2024	10 km/h NE ; 100% ; 15°C	LSIX, TBAS
Contrôle de la persistance des cadavres	19/09/2024	11 km/h NE ; 0% ; 18°C	NLEG
Recherche de cadavres + Contrôle de la persistance des cadavres	23/09/2024	0 km/h ; 100% ; 14°C	ALUC
Recherche de cadavres + Contrôle de la persistance des cadavres	30/09/2024	35 km/h O ; 100% ; 17°C	TBAS
Recherche de cadavres + Contrôle de la persistance des cadavres	01/10/2024	11 km/h O ; 100% ; 12°C	MLEP
Recherche de cadavres + Contrôle de la persistance des cadavres	02/10/2024	12 km/h NE ; 10% ; 11°C	MLEP
Recherche de cadavres + Contrôle de la persistance des cadavres	03/10/2024	18 km/h NE ; 100% ; 15°C	MLEP
Recherche de cadavres	07/10/2024	10 km/h ; 75% ; 15°C	JEBRA
Recherche de cadavres	14/10/2024	13 km/h O ; 100% ; 16°C	RQUE
Recherche de cadavres	23/10/2024	7 km/h E ; 100% ; 6°C	ADAU
Recherche de cadavres	29/10/2024	5 km/h SO ; 100% ; 15°C	MLEP
Recherche de cadavres	04/11/2024	10 Km/h E ; 100% ; 10°C	MLEP

## 2.1. Surfaces et transects de prospection

L'étude de la mortalité s'est traduite par des recherches à vue autour des éoliennes. Le protocole appliqué a été celui préconisé dans le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018, à savoir réaliser des transects de prospection d'un minimum de 100 mètres ou, en cas de diamètre de rotor supérieur, de la taille du diamètre des pales. Dans le cas des éoliennes de Radenac, le diamètre des pales étant de 100 mètres ou moins, ce sont des carrés de 100 mètres de côté qui ont été parcourus.

Des transects ont été délimités sous chaque éolienne, chacun d'entre eux étant parcouru d'un pas lent et régulier de manière à couvrir une bande de 5 mètres de large. **Toutes les éoliennes ont été contrôlées.**

Figure 12 - Illustration d'une aire de contrôle et des transects parcourus autour d'une éolienne







Carte 8 - Cartographie des aires de contrôle autour des éoliennes

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

## 2.2. Compilation des données

La position du cadavre (coordonnées GPS, orientation par rapport à l'éolienne, distance du mât), son état (cadavre frais, vieux de quelques jours, en décomposition, restes...) ainsi que le type de blessures et l'habitat où il a été trouvé ont été notés, photographiés et cartographiés. Pour chaque carcasse trouvée, les données suivantes ont été consignées :

- Date ;
- Eolienne ;
- Observateur ;
- Nom de l'espèce ;
- Etat du cadavre (frais, avancé, décomposé, sec) ;
- Cause présumée de la mort ;
- Type d'habitat entourant le cadavre ;
- Latitude et longitude (Lambert 93) ;
- Distance entre le cadavre et l'éolienne.

## 2.3. Modèles d'estimation du taux de mortalité

Comme préconisé par le guide de suivi 2018, 3 modèles mathématiques sont proposés pour le calcul des cas de mortalité. L'application « Shiny, Eolapp » mise à disposition en ligne par le CNRS a également été utilisée afin d'obtenir des intervalles de confiance.

### 2.3.1. Indice d'Erickson (2000)

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

Avec :

I : Durée de l'intervalle de temps, équivalent à la fréquence de passage (en jours) ;

C : Nombre de cadavres comptés ;

Z : Efficacité de l'observateur (taux de détection) ;

A : Coefficient de correcteur surfacique tel que :

$$A = 1 + \left( 1 - \frac{\text{Taux de surface réellement prospectée}}{\text{Taux de surface prospectable}} \right)$$

$\bar{t}$  : Durée moyenne de persistance d'un cadavre en jours avec :

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n PM(\text{nombre de cadavres disparus à } J_i)}{\text{Nombre de cadavres total déposés}}$$

NB : nous avons ajouté l'indice de correction surfacique à l'équation de base afin de ramener l'estimation produite à la surface réellement prospectée comme pour les autres modèles utilisés.

### 2.3.2. Indice de Jones (2009)

$$N = \left( \frac{C}{Z \times P \times \hat{e}} \right) \times A$$

L'indice de Jones admet plusieurs postulats pour le calcul. Il considère que le taux de mortalité est constant sur l'intervalle de temps considéré, que la durée de persistance d'un cadavre suit une loi exponentielle négative et que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle. La variable  $P$  devient alors :

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

Est également rajouté le terme d'intervalle effectif, puisque plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance est faible. Cet intervalle effectif, noté  $\hat{I}$ , correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance  $p$  est inférieur à 1%. Dans le calcul,  $I$  prendra la valeur minimale entre  $I$  et  $\hat{I}$  (Jones 2010, communication personnelle).

Avec :

$\hat{e}$  : Coefficient correcteur de l'intervalle :  $\frac{\text{Min}(I; \hat{I})}{I}$

$$\hat{I} = -\log(0.01) \times \bar{t}$$

### 2.3.3. Indice de Huso (2010)

Tout en gardant l'hypothèse de Jones que la mortalité est constante au cours du temps, il considère que la probabilité de disparition à la moitié de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre  $p$  (LPO Drôme). Dans le calcul,  $I$  prendra la valeur minimale entre  $I$  et  $\hat{I}$ .

$$\text{Ce qui donne : } P = \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I}$$

Et donc :

$$\bullet N_{\text{estimé}} = \left( \frac{C}{Z \times \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \right) \times A$$

### 2.3.4. Shiny – EolApp

Cette application permet d'éviter les erreurs d'application des différentes équations présentées ci-dessus. Elle donne ainsi une valeur médiane, mais également des intervalles de confiance à 80 et 95% pour chaque estimation proposée (Erickson, Huso et Jones).

L'intervalle de confiance représente une étendue de valeurs probables dans laquelle se trouve l'estimation de la mortalité et chacune des valeurs est tout autant possible qu'une autre. En prenant un niveau de confiance à 80%, il y a 80 chances sur 100 pour que la valeur de la mortalité soit bien comprise entre la borne inférieure et celle supérieure.

Lorsqu'un intervalle est très grand, il atteste de l'imprécision des statistiques et montre une mauvaise représentativité des résultats. Les conclusions sont donc délicates et à considérer à la lumière de cette imprécision.

Les calculs se basent sur les données de terrain renseignées dans le logiciel et propres au parc étudié et considèrent donc les mêmes formules et les mêmes indices que les équations présentées précédemment.

## 3. Détermination des coefficients de correction

### 3.1. Tests de persistance des cadavres (t)

Un test a été réalisé quelques jours après le démarrage des prospections, en juin, et un second en septembre après les moissons. Au total, 25 leures (16 souris et 9 poussins) ont été déposés sous les 5 éoliennes suivies du parc éolien de Radenac (5 leures par éolienne).

Chaque carcasse déposée a fait l'objet d'une localisation par GPS et a été cherchée à J+1, J+2 et J+3 ou J+4 et si besoin J+7 et J+10 puis lors de chaque passage suivant jusqu'à disparition totale.

La durée de persistance est supposée constante sur la saison.

#### **Durée de persistance des cadavres :**

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n PM(\text{nombre de cadavres disparus à } J_i)}{\text{Nombre de cadavres total déposés}}$$

Figure 13 - Tableau de calcul des durées de persistance par éolienne								
Saison	Date de prospection		Eoliennes					Moyenne
			E1	E2	E3	E4	E5	
Mise-bas et nidification	Leurres déposés	04/06/2024	5	5	5	5	5	5
	Leurres retrouvés	05/06/2024	4	4	3	3	5	3,8
		07/06/2024	3	4	3	2	5	3,4
		11/06/2024	0	1	1	2	1	1
		14/06/2024	0	0	0	1	0	0,2
		18/06/2024	0	0	0	1	0	0,2
		25/06/2024	0	0	0	0	0	0
	Durée de persistance (P)		3,50	4,80	3,90	5,80	5,70	4,74
Transit automnal et migrations postnuptiales	Leurres déposés	15/09/2024	5	5	5	5	5	5
	Leurres retrouvés	19/09/2024	3	4	4	5	3	3,8
		23/09/2024	0	0	0	0	1	0,2
		30/09/2024	0	0	0	0	0	0
		01/10/2024	0	0	0	0	0	0
		02/10/2024	0	0	0	0	0	0
	Durée de persistance (P)		3,60	4,30	4,30	5,00	4,70	4,38

La durée de persistance moyenne est de 4,56 jours.

### 3.2. Tests d'efficacité des observateurs (Z)

Un test d'efficacité de l'observateur a été réalisé en même temps que la pose des cadavres pour les tests de persistance, soit en avril et en octobre.

Celui-ci permet de déterminer le taux de découverte des cadavres. L'objectif de cette démarche est d'estimer le pourcentage de chauves-souris ou d'oiseaux morts ayant échappé à la vue de l'observateur pour avoir une idée de leur efficacité.

#### **Coefficient d'efficacité de l'observateur :**

$$Z = \frac{\text{Nombre de cadavres retrouvés}}{\text{Nombre de cadavres déposés}}$$

L'efficacité des observateurs peut être influencée par plusieurs éléments :

- La composition du couvert végétal, sa hauteur et sa densité.
- La structure du sol (plateforme bétonnée, culture humide...).
- Les conditions météorologiques.
- L'expérience et la condition physique de l'observateur (qualité d'observation, fatigue, motivation, concentration).

Pour ce test, 3 souris et 2 poussins ont été disposés aléatoirement dans les aires de contrôle des cinq éoliennes suivies. Les coordonnées GPS de chaque cadavre déposé ont été systématiquement relevées afin de pouvoir retrouver les individus non observés au terme du test. Immédiatement après le dépôt des cadavres par l'enquêteur A, l'enquêteur B a effectué



son protocole de prospection habituel et a relevé le nombre de cadavres observés lors de sa prospection.

Figure 14 - Taux de découverte des cadavres par éolienne								
Saison	Date de prospection		Eoliennes					Moyenne
			E1	E2	E3	E4	E5	
Mise-bas et nidification	Leurres déposés	04/06/2024	5	5	5	5	5	5
	Leurres retrouvés		4	4	4	4	5	4,2
	Taux de découverte des cadavres (Z)		0,80	0,80	0,80	0,80	1,00	0,84
Transit automnal et migrations postnuptiales	Leurres déposés	16/09/2024	5	5	5	5	5	5
	Leurres retrouvés		2	3	3	5	4	4,6
	Taux de découverte des cadavres (Z)		0,40	0,60	0,60	1,00	0,80	0,68

Le taux moyen d'efficacité de prospection est de 0,76.

Figure 15 - Taux d'efficacité des opérateurs réguliers		
Opérateur	Nombre de leurres retrouvés	% d'efficacité de recherche
Amicie D'AUGUSTIN (ADAU)	21/25	84 %
Louis SIX-DUGARDIN (LSIX)	17/25	68 %
Mewen LE PALLEC	21/25	84 %
Nathan LE GUERROUE (NLEG)	20/25	80 %
Titouan BASSET (TB)	22/25	88 %

## 2.3. Calcul du coefficient de correction surfacique (A)

### 2.3.1. Situation environnementale du parc

Le parc éolien de Radenac se place dans un contexte bocager alternant cultures intensives, prairies, haies et bosquets. A l'exception des éoliennes E2 et E3, toutes les éoliennes sont localisées à moins de 50 mètres d'une lisière arborée.

### 2.3.2. Assolement

L'assolement des parcelles cultivées est variable chaque année et même au cours de l'année. Des phases de labour, de semis, de cultures hautes et de récolte alternent donc, impactant fortement la détectabilité des cadavres.

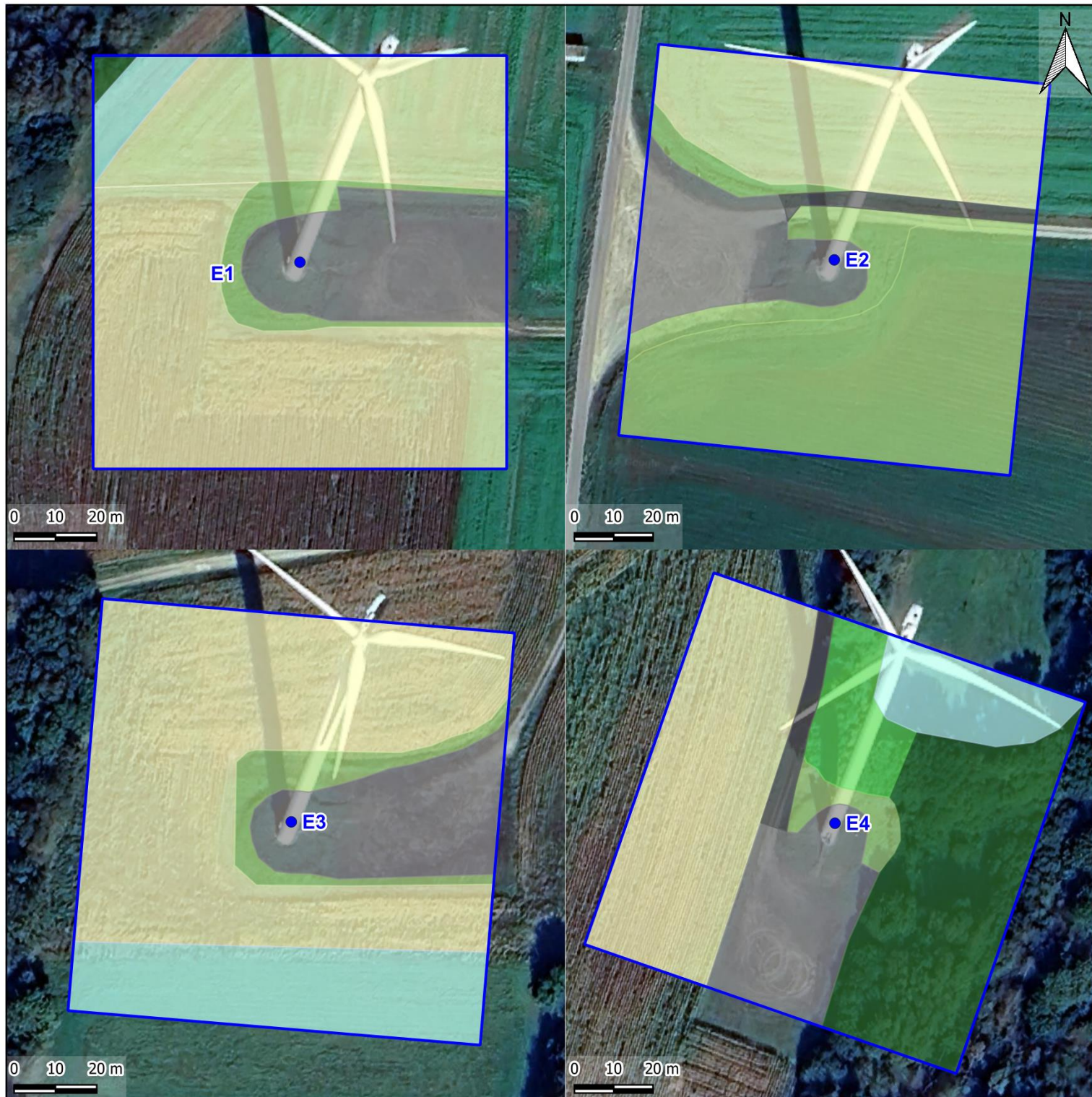
Les recherches ont consisté à prospecter à pied les zones de surplomb et à identifier les grands types d'habitats visuellement identifiables et à les rapprocher de la typologie EUNIS adéquate. Les habitats déterminés sont nommés d'après la typologie EUNIS (parfois renommé pour apporter une précision, le code EUNIS est bien sûr conservé et permet de faire le lien avec la dénomination du référentiel), système hiérarchisé de classification des habitats européens.

Les surfaces de recherches sont majoritairement concernées par des **cultures de céréales, maïs et trèfle, ainsi que des prairies humides**. Le reste est occupé par les plateformes, les chemins d'accès, les haies et les boisements. Aucun habitat déterminant n'a été identifié dans la zone de recherche.

Figure 16 - Pourcentages d'occupation de chaque habitat au sein de la surface de prospection						
Habitat (Eunis)		Pourcentage occupé dans la zone de surplomb				
		E1	E2	E3	E4	E5
Plateforme d'éolienne et chemins (EUNIS mal défini, à rapprocher de J4)		17,8	18,2	15,0	18,0	9,6
Prairie humide (à rapprocher de E3)		3,2	0	19,6	8,9	57,2
Prairie mésique (E2)		5,5	51,8	6,5	3,1	2,6
Boisements (G)		0,7	0	0	30,6	30,6
Haie (FA)		0	0	0	7,8	0
Monocultures intensives (I1.1.)	Maïs	45,5	30,0	58,8	31,7	0
	Pomme de terre	27,3	0	0	0	0

La différence de rapport surfacique entre 2024 et 2023 pour certains habitats, notamment les haies et boisements, s'explique par la requalification de ceux-ci en haies ou boisement.





Carte 9 - Cartographie des habitats présents sous les éoliennes E1 à E4

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

Habitat :

- Boisement
- Culture
- Plateforme
- Prairie humide
- Prairie





Carte 10 - Cartographie des habitats présents sous l'éolienne E5

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

Habitat :

- Boisement
- Plateforme
- Prairie humide





Photographie prise sous E1 le 18 juin 2024 – Plateforme et culture



Photographie prise sous E2 le 29 avril 2024 – Plateforme, prairie et culture



Photographie prise sous E3 le 18 juin 2024 – Plateforme et culture



Photographie prise sous E4 le 2 juillet 2024 – Plateforme, culture et boisement



Photographie prise sous E5 le 18 juin 2024 – Haie, plateforme et prairie humide

La hauteur du couvert dépend donc de l'avancement de la culture. Dès que la végétation devient dense et dépasse les 10 cm de hauteur, la visibilité baisse fortement et la surface devient de fait non prospectable.

Un pourcentage de surface contrôlée, propre à chaque journée d'investigation et à chaque éolienne, a, dans ce cas, été déterminé. L'indice de correction surfacique se base sur ce pourcentage de prospection.

Certains évènements particuliers ont fortement influencé le pourcentage de prospection, comme le fait que la végétation ait trop poussé pour être parcourue ou au contraire, la moisson. Ceux-ci sont indiqués dans les graphiques suivants.

**Coefficient de correction de surface :**

$$A = 1 + \left(1 - \frac{\text{Pourcentage de surface réellement prospecté}}{\text{Pourcentage de surface théorique}}\right)$$

**Figure 17 - Surfaces prospectées autour des éoliennes**

Saison	Date	Eoliennes				
		E1	E2	E3	E4	E5
		Surface prospectée en %				
Transit printanier et nidification	08/04/2024	96	43	80	53	44
	15/04/2024	91	57	80	53	44
	22/04/2024	91	57	80	53	58
	29/04/2024	91	57	80	53	58
	06/05/2024	91	43	70	53	58
	13/05/2024	86	43	70	53	44
	21/05/2024	89	43	70	53	44
	29/05/2024	90	84	70	53	44
Taux de prospection moyen		0,91	0,53	0,75	0,53	0,49
Coefficient de correction surfacique (A)		1,09	1,47	1,25	1,47	1,51
Mise-bas et nidification	04/06/2024	86	43	70	47	12
	11/06/2024	58	100	70	47	100
	18/06/2024	91	58	80	53	100
	25/06/2024	91	58	80	53	100
	02/07/2024	91	100	80	53	100
	11/07/2024	54	28	30	53	12
	16/07/2024	54	28	30	53	12
	22/07/2024	33	28	40	73	12
	29/07/2024	28	13	40	57	12
	05/08/2024	32	21	40	40	17
	12/08/2024	26	24	34	27	27
Taux de prospection moyen		0,59	0,46	0,54	0,51	0,46
Coefficient de correction surfacique (A)		1,41	1,54	1,46	1,49	1,54
Transit automnal et migrations postnuptiales	19/08/2024	26	32	34	37	27
	26/08/2024	26	52	34	25	27
	02/09/2024	0	70	40	31	42
	09/09/2024	26	70	40	31	48
	16/09/2024	26	33	10	18	12
	23/09/2024	26	33	10	18	12
	30/09/2024	54	13	10	18	12
	07/10/2024	54	13	10	18	12
	14/10/2024	54	13	10	18	12
	23/10/2024	0	42	20	25	12

Figure 17 - Surfaces prospectées autour des éoliennes						
Saison	Date	Eoliennes				
		E1	E2	E3	E4	E5
		Surface prospectée en %				
	29/10/2024	36	40	20	25	12
	04/11/2024	41	13	20	25	12
Taux de prospection moyen		0,31	0,35	0,22	0,24	0,20
Coefficient de correction surfacique (A)		1,69	1,65	1,79	1,76	1,80

Influence du taux de prospection : Cultures trop hautes ou trop denses / Moisson ou fauche récente / Maintenance, travaux agricoles en cours, bétail ou battue empêchant la prospection

Le pourcentage de prospection printanier est de 64%, l'estival de 51% et l'automnal de 26%. Ils varient selon le couvert végétal des parcelles prospectées. Le taux moyen de prospection est de 0,47.

#### 4. Limites du suivi de mortalité

Il existe plusieurs facteurs qui mènent à une mauvaise estimation de la mortalité :

- La disparition des cadavres entre le moment où l'individu meurt et le moment de la recherche sur le terrain (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages et dégradation rapide). Ce taux de prédation dépend du type de cadavre, des saisons, des prédateurs présents, de leur spécialisation...
- 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. L'efficacité de l'observateur peut dépendre de la croissance de la végétation, des capacités de l'observateur, de sa fatigue, des conditions météorologiques... L'efficacité de l'observateur, liée à la recherche de leurres ici représentés par des souris, peut entraîner un biais. En effet, les détectabilités des espèces varient selon leur taille ou la couleur de leur pelage, tandis que les tests sont faits uniformément sur des cadavres de souris identiques.
- La réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales (zones inondées, forte densité des cultures...). Cette variable dépend de la hauteur des cultures pratiquées et de la topographie du site. Les pratiques agricoles, auxquelles la plupart des habitats prospectés sont soumis, tendent vers une modification complète du milieu. La recherche des cadavres est donc impossible pendant les périodes où les cultures sont hautes.
- Le « crippling loss », c'est-à-dire les individus qui subissent des dommages au niveau de l'éolienne, mais meurent quelques mètres plus loin, en dehors des surfaces prospectées. Ceci n'est pas pris en compte par les modèles de calcul disponibles à ce jour.

Les différents indices calculés grâce aux tests permettent de réduire l'influence de ces biais, mais ils ne peuvent pas totalement permettre de s'en affranchir. **Les estimations sont donc à considérer avec précaution.**

## 5. Résultats des expertises de terrain

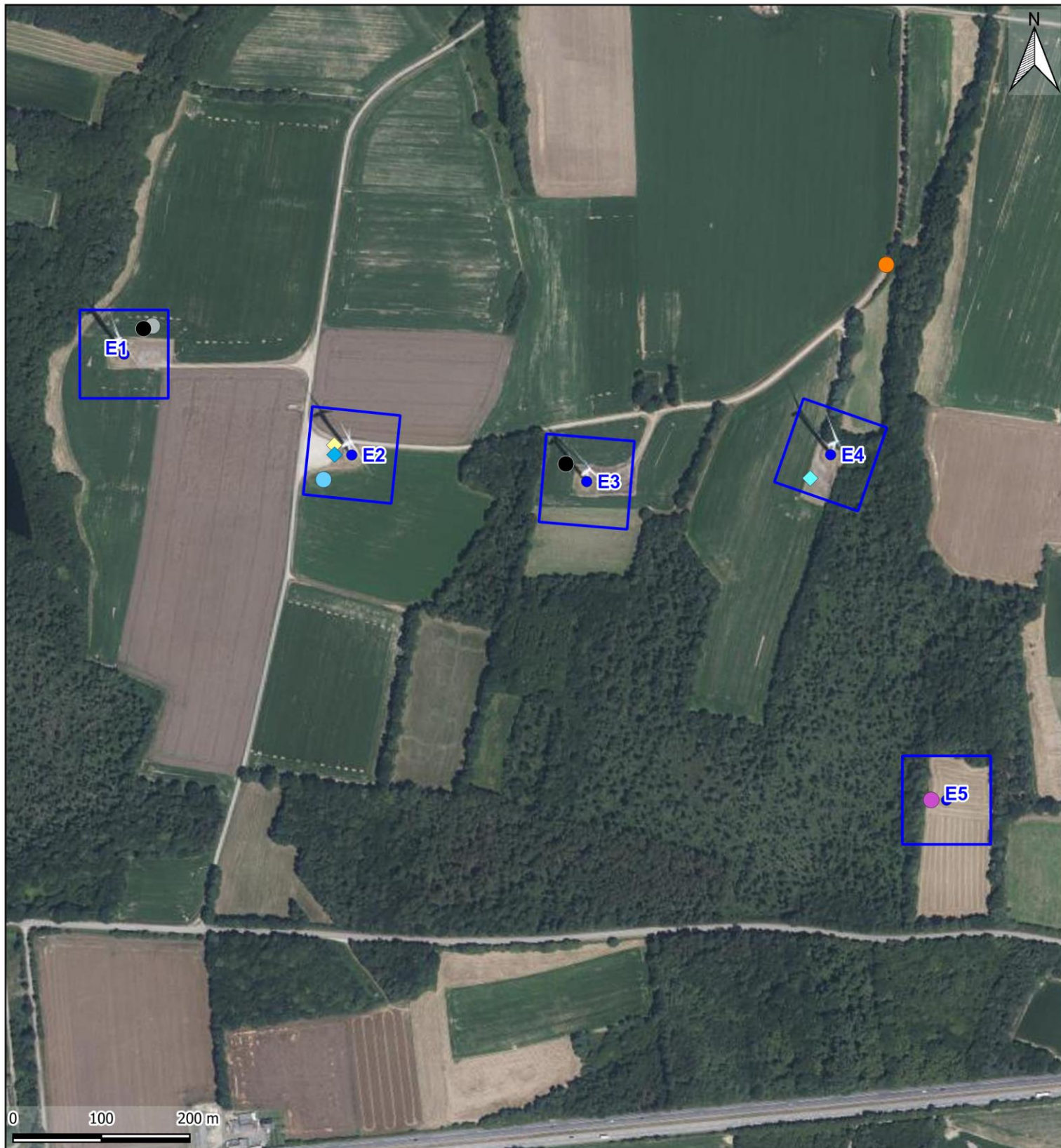
### 5.1. Bilan des cadavres observés

#### 5.1.1. Synthèse des cas répertoriés

A partir des 31 passages de prospection, 6 cadavres d'oiseaux et 3 cadavres de chauves-souris ont été découverts.

Figure 18 - Résultats des recherches de cadavres						
Période	Date	Espèce	Age	Sexe	Eolienne	Distance au mât (m)
Avifaune						
Transit printanier et nidification	08/04/2024	Epervier d'Europe	Indéterminé	Indéterminé	E1	45
Mise-bas et nidification	29/05/2024	Buse variable	Indéterminé	Indéterminé	E4	300
	04/06/2024	Pigeon sp.	Indéterminé	Indéterminé	E2	45
	25/06/2024	Martinet noir	Adulte	Indéterminé	E3	35
	16/07/2024	Martinet noir	Adulte	Indéterminé	E1	30
	05/08/2024	Grive draine	Adulte	Indéterminé	E5	17
Chiroptères						
Transit automnal et migrations postnuptiales	23/09/2024	Pipistrelle commune	Indéterminé	Femelle	E2	20
	30/09/2024	Pipistrelle de Kuhl	Indéterminé	Mâle	E2	20
	30/09/2024	Chiroptère sp.	Indéterminé	Indéterminé	E4	35





Carte 11 - Localisation des cadavres découverts

## LEGENDE

### Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

### Cas de mortalité - Avifaune

- Buse variable
- Epervier d'Europe
- Grive draine
- Martinet noir
- Pigeon sp.

### Cas de mortalité - Chiroptères

- ◆ Pipistrelle commune
- ◆ Pipistrelle de Kuhl
- ◆ Chiroptère sp.





Carte 13 - Localisation des cadavres sous E1

## LEGENDE

### Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

### Cas de mortalité - Avifaune

- Epervier d'Europe
- Martinet noir



Carte 14 - Localisation des cadavres sous E2

## LEGENDE

### Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

### Cas de mortalité - Avifaune

- Pigeon sp.

### Cas de mortalité - Chiroptères

- ◆ Pipistrelle commune
- ◆ Pipistrelle de Kuhl





Carte 15 - Localisation des cadavres sous E3

## LEGENDE

### Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

### Cas de mortalité - Avifaune

- Martinet noir





Carte 16 - Localisation des cadavres sous E4

## LEGENDE

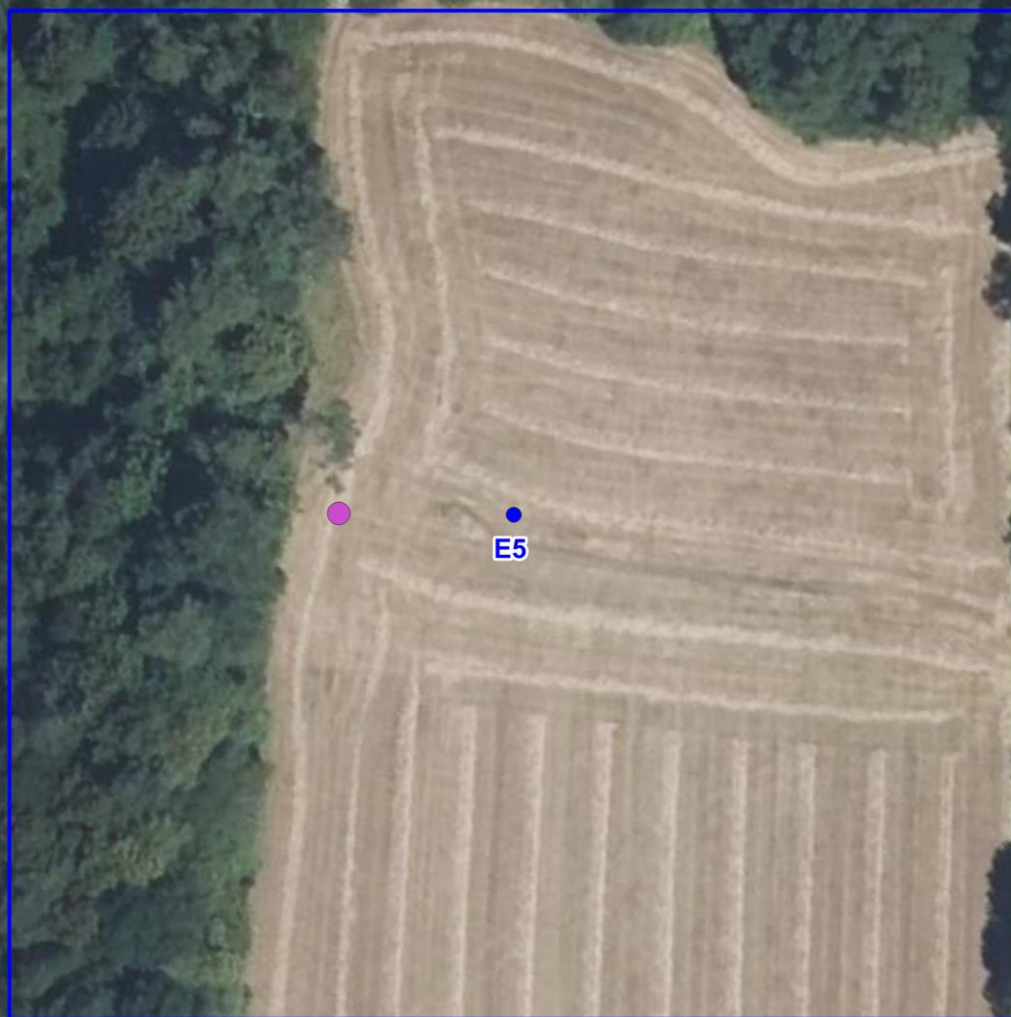
### Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

### Cas de mortalité - Chiroptères

- ◆ Chiroptère sp.





0 10 20m

Carte 17 - Localisation des cadavres sous E5

## LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Zone de recherche

Cas de mortalité - Avifaune

- Grive draine

## 5.2. Estimation de la mortalité

### 5.2.1. Modèles d'Erickson, de Jones et d'Huso

Le tableau ci-dessous présente les résultats des recherches de mortalité par éolienne et par saison suivant les formules d'Erickson, Jones et Huso.

Les estimations sont données en nombre de cadavres par éolienne pour la période considérée. Lorsqu'aucun cadavre n'a été trouvé au cours de nos prospections, le **N estimé** n'est pas calculable (-). Pour autant, cela ne signifie pas qu'aucun individu n'a été tué au cours de la saison par l'éolienne concernée. Aucun test de détection et test de persistance n'a été réalisé en période printanière, ainsi la moyenne des tests a été utilisé au printemps.

**Figure 19 - Résultats des estimations de mortalité de l'avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)**

Période	Variable	Eoliennes				
		E1	E2	E3	E4	E5
Transit printanier et nidification	C	1	0	0	1	0
	Z	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
	I	6,38	6,38	6,38	6,38	6,38
	î	9,12	9,12	9,12	9,12	9,12
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56
	A	1,09	1,47	1,25	1,47	1,51
	Erickson N <sub>estimé</sub>	2,01	-	-	2,70	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	2,90	-	-	3,89	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	2,67	-	-	3,59	-
Mise-bas et nidification	C	1	1	1	0	1
	Z	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	I	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
	î	9,48	9,48	9,48	9,48	9,48
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74
	A	1,41	1,54	1,46	1,49	1,54
	Erickson N <sub>estimé</sub>	2,23	2,43	2,30	-	2,43
	Jones N <sub>estimé</sub>	3,26	3,56	3,37	-	3,56
	Huso N <sub>estimé</sub>	3,04	3,32	3,13	-	3,31
Transit automnal et migrations postnuptiales	C	0	0	0	0	0
	Z	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
	I	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42
	î	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38
	A	1,69	1,65	1,79	1,76	1,80
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-

**Figure 20 - Résultats des estimations de mortalité des chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)**

Période	Variable	Eoliennes				
		E1	E2	E3	E4	E5
Transit printanier et nidification	C	0	0	0	0	0
	Z	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
	I	6,38	6,38	6,38	6,38	6,38
	Î	9,12	9,12	9,12	9,12	9,12
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56
	A	1,09	1,47	1,25	1,47	1,51
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
Mise-bas et nidification	C	0	0	0	0	0
	Z	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	I	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
	Î	9,48	9,48	9,48	9,48	9,48
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74
	A	1,41	1,54	1,46	1,49	1,54
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
Transit automnal et migrations postnuptiales	C	0	2	0	1	0
	Z	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
	I	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42
	Î	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38
	A	1,69	1,65	1,79	1,76	1,80
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	7,10	-	3,79	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	10,08	-	5,38	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	-	9,23	-	4,93	-

Figure 21 - Résultats des estimations de mortalité par éolienne				
Eolienne	Mortalité brute	Estimations		
		Erickson	Jones	Huso
Avifaune				
E1	2	4,24	6,16	5,71
E2	1	2,43	3,56	3,32
E3	1	2,30	3,37	3,13
E4	1	2,70	3,89	3,59
E5	1	2,43	3,56	3,31
Chiroptères				
E1	0	-	-	-
E2	2	7,10	10,08	9,23
E3	0	-	-	-
E4	1	3,79	5,38	4,93
E5	0	-	-	-

### 5.2.2. Shiny

Le CNRS a mis en ligne un outil permettant de calculer les intervalles de confiance des estimations de mortalité des suivis sous les éoliennes. Ces estimations reposent sur des processus d'échantillonnage multiple à partir des données brutes spécifiques à l'étude réalisée. Le logiciel ne prend en charge qu'une valeur par indice et des moyennes ont donc été utilisées par rapport aux résultats précédemment présentés par saisons. **La méthode non paramétrique a été retenue en raison du faible jeu de données utilisé.**

Figure 22 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny				
Paramètre	Printemps	Eté	Automne	Shiny
Efficacité observateur (%)	0,76	0,84	0,68	0,76
Persistance (jours)	4,56	4,74	4,38	Calculée par le logiciel
Pourcentage de prospection (%)	64	51	26	47
Intervalle (jours)	6,38	6,27	6,42	6,35



Figure 23 - Résultats des estimations de mortalité - Outil Shiny

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	20.79	8.45	37.45	12.15	31.17
Huso	36.69	15.28	64.31	21.67	54.15
Winkelmann	31.01	12.66	56.66	18.13	46.66
Jones	37.77	15.70	66.39	22.34	55.79

### 5.2.3. Synthèse

Figure 24 - Résultats des estimations de mortalité (en nombre de cadavres/période)

Parc entier	Nombre de cadavres estimé			
	Printemps	Eté	Automne	Total
Erickson Nestimé	4,72	9,39	10,89	24,99
Jones Nestimé	6,79	13,75	15,46	36,00
Huso Nestimé	6,26	12,80	14,16	33,22
Huso Shiny (95%)				36,69 [15,28-64,31]

Figure 25 - Résultats des estimations de mortalité par taxon

Parc entier	Nombre de cadavres estimés	
	Avifaune	Chiroptères
Erickson Nestimé	14,11	10,89
Jones Nestimé	20,54	15,46
Huso Nestimé	19,06	14,16
Huso Shiny (95%)	24,15 [8,14-45,37]	11,62 [0,00-33,65]

Les calculs projettent, d'après HUSO, une mortalité de 19,06 oiseaux et 14,16 chiroptères sur la période d'étude, soit 3,81 cas par éolienne pour l'avifaune et 2,83 cas par éolienne pour les chiroptères. La plateforme Shiny indique, pour un intervalle de confiance à 95%, entre 3,06 et 12,86 cadavres par éolienne, la médiane s'établissant à 6,45 cas (toujours d'après Huso).

A noter que les projections sont toujours surestimées en raison de divers biais qui seront discutés dans la partie suivante du rapport. Les estimations produites par Shiny sont basées sur des indices moyennés. Les estimations produites par ENVOL Environnement sont faites par saison et période de l'année. Ainsi, la qualité des indices est variable. Par exemple ici, le taux de prospection moyen (47% en moyenne sur toute l'année) a pu surestimer les projections.

## 6. Analyse des résultats et discussion

### 6.1. Analyse des cas de mortalité observés

#### 6.1.1. Causes des interactions avec les éoliennes

La littérature est abondante concernant la mortalité des oiseaux et des chiroptères causée par les structures humaines. La collision avec les éoliennes est richement documentée.


















Figure 26 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraîner des collisions		
Facteur	Taxon	Explication
		Le brouillard, la pluie, mais également les vents forts peuvent entraîner une mauvaise visibilité ainsi qu'une difficulté de manœuvre pour les oiseaux.
		Les chauves-souris évitent de circuler lorsqu'il pleut, qu'il fait trop froid ou que le vent est trop fort, car cela nuit à l'abondance des insectes et ne leur permet donc pas de maintenir un ratio apport/dépense énergétique positif. Elles préfèrent donc voler par temps clair, vent faible et lorsque les températures sont douces.
		La nuit, la visibilité est très réduite. Les migrateurs nocturnes, qui sont par ailleurs généralement des oiseaux diurnes qui choisissent de circuler de nuit pour échapper aux prédateurs sont plus sujets à la collision en raison du manque de repères visuels. Ils ne sont pas adaptés à la détection d'obstacles dans le noir.
		Les périodes de migration sont plus dangereuses que celles de reproduction et d'hivernage. En effet, en hiver, les oiseaux limitent généralement leurs déplacements pour économiser leur énergie tandis qu'en été, ils sont souvent cantonnés à un territoire de nidification assez restreint, ce qui limite leurs déplacements. Ils bougent également le plus souvent à faible altitude, simplement pour relier leurs zones de repos à celles de nourrissage. En revanche, pour migrer, les oiseaux ont souvent tendance à s'élever à des hauteurs qui leur permettent de s'affranchir des obstacles inhérents au sol (arbres, constructions humaines type habitations...). Ils se retrouvent alors facilement dans la fenêtre de rotation des pales. Le fait d'évoluer en groupe est également plus accidentogène, tout comme celui de migrer de nuit (voir point précédent).
		Comme pour les oiseaux, les périodes de migration sont généralement les plus dangereuses. En effet, en hiver, les chiroptères sont en sommeil (risque nul). En été, les femelles restent généralement dans un rayon d'éloignement assez restreint vis-à-vis de leur lieu de mise-bas car leurs petits ont besoin de leur chaleur pour survivre. Elles sortent donc dans l'unique but de se nourrir vite et efficacement. Certaines espèces sont migratrices (noctules et Pipistrelle de Nathusius) et réalisent donc un trajet de plusieurs centaines de kilomètres entre leurs gîtes de mise-bas et ceux d'hivernation. Pendant ces déplacements, elles circulent souvent à des altitudes plus élevées pour éviter les obstacles et émettent moins de signaux d'écholocation, non seulement pour économiser leurs forces, mais aussi parce qu'en théorie, les obstacles doivent être rares. Elles sont donc plus à même de se laisser surprendre par les pales en fonctionnement.
		La lumière peut attirer les oiseaux (phénomène de phare) et notamment les migrateurs. Il est recommandé de ne pas éclairer les éoliennes et de préférer une lumière intermittente blanche plutôt que rouge.

Figure 26 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entrainer des collisions

Facteur	Taxon	Explication
		La lumière peut attirer les insectes, source de nourriture des chiroptères qui viennent donc chercher leurs proies là où elles se trouvent.
		La position d'un aérogénérateur en fonction des enjeux écologiques est souvent déterminée lors de l'étude d'impact initiale. Il y a donc des risques différents selon le secteur d'implantation et il est donc commun qu'une éolienne soit plus accidentogène que sa voisine directe. Les haies, arbres et boisements peuvent également attirer bon nombre d'oiseaux (potentialité de reproduction, de nourrissage et de refuge). Les éoliennes situées près de tels habitats sont donc obligatoirement plus à risques que celles placées en plein champ. Sur le parc de Radenac, l'éolienne E2 est plus éloignée des linéaires arborés et a fait l'objet d'une moindre mortalité chiroptérologique en 2023 comparée aux éoliennes E1, E4 et E5.
		Tout élément du paysage susceptible d'attirer les insectes est donc attractif pour les chauves-souris. Les arbres, haies, broussailles et les boisements sont donc des habitats prisés par cette faune. Les éoliennes situées près de tels habitats sont donc nécessairement plus à risques que les autres. Eurobats préconise un éloignement de 200 mètres de tout élément arboré.  Au sein du parc éolien de Radenac, les éoliennes sont situées à moins de 50 mètres d'une lisière boisée (à l'exception de E2 et E3).
		Comme pour le positionnement des éoliennes au sein d'un parc, les effets cumulés de plusieurs parcs les uns par rapport aux autres peuvent entrainer un risque plus grand. Les migrateurs notamment doivent réagir et ajuster leur trajectoire de manière répétée, ce qui entraine des mouvements parfois anarchiques, désorganisés et de dernière minute qui fatiguent et désorientent les groupes, augmentant le risque de collision. Ces effets cumulés peuvent aussi exister entre un parc et d'autres structures comme une ligne électrique ou des bâtiments.
		Comme pour les oiseaux, la rencontre d'obstacles multiples peut entrainer des pertes énergétiques de contournement ou d'évitement qui peuvent nuire aux individus déjà affaiblis par la migration et entrainer des souffrances qui augmentent les collisions.
		La sensibilité à l'éolien est en effet très variable d'une espèce à l'autre. Les rapaces sont notamment concernés, car ils chassent souvent dans des habitats propices à l'installation d'éoliennes. Leurs comportements et leur aisance à prendre de la hauteur augmentent fortement le risque de collision. Les migrateurs sont également plus exposés, car ils circulent généralement en groupe, créant un effet de dilution de vigilance. Ceux appréciant d'alterner des phases de vol et de repos/alimentation dans les champs sont également concernés par ils réalisent des décollages et des atterrissages fréquents qui les font traverser les surfaces de rotation.
		La sensibilité est également directement liée à l'espèce, les chauves-souris ubiquistes c'est-à-dire celles à l'aise avec une circulation en espace ouvert sont davantage susceptibles de rencontrer des éoliennes que celles fortement liées aux boisements. Les migratrices sont également plus exposées à la collision en raison de leurs déplacements sur de longues distances et à des altitudes supérieures.

Les oiseaux, comme les chiroptères, ne percutent pas toujours que les pales en fonctionnement, mais également les mâts ou les nacelles. Le risque de collision dépend de l'espèce, du nombre d'individus, du comportement, mais également des conditions météorologiques (brouillard ou pluie qui rendent faible la visibilité du parc éolien par l'avifaune) et de la topographie du site (Drewitt et Langston 2006). Les chiroptères sont également susceptibles de subir un barotraumatisme entraînant la mort (Baerwald et al. 2008).

### 6.1.2. Rappel des cas de mortalité

Figure 27 - Résultats des recherches de cadavres							
Période	Date	Espèce	Age	Sexe	Eolienne	Distance au mât (m)	Substrat au sol
Avifaune							
Transit printanier et nidification	08/04/2024	Epervier d'Europe	Indéterminé	Indéterminé	E1	45	Prairie / chaumes
	29/05/2024	Buse variable	Indéterminé	Indéterminé	E4	300	Chemin
Mise-bas et nidification	04/06/2024	Pigeon sp.	Indéterminé	Indéterminé	E2	45	Prairie
	25/06/2024	Martinet noir	Adulte	Indéterminé	E3	35	Maïs
	16/07/2024	Martinet noir	Adulte	Indéterminé	E1	30	Pommes de terre
	05/08/2024	Grive draine	Adulte	Indéterminé	E5	17	Prairie
Chiroptères							
Transit automnal et migrations postnuptiales	23/09/2024	Pipistrelle commune	Indéterminé	Femelle	E2	20	Plateforme
	30/09/2024	Pipistrelle de Kuhl	Indéterminé	Mâle	E2	20	Plateforme
	30/09/2024	Chiroptère sp.	Indéterminé	Indéterminé	E4	35	Plateforme

Au total, six oiseaux et trois chiroptères ont été trouvés sous les cinq éoliennes suivies entre les semaines 15 et 45 de l'année 2024.

### 6.1.3. Age et sexe

L'état de conservation des carcasses retrouvées peut parfois rendre difficile l'identification de l'espèce et du sexe lorsque l'espèce présente un dimorphisme sexuel.

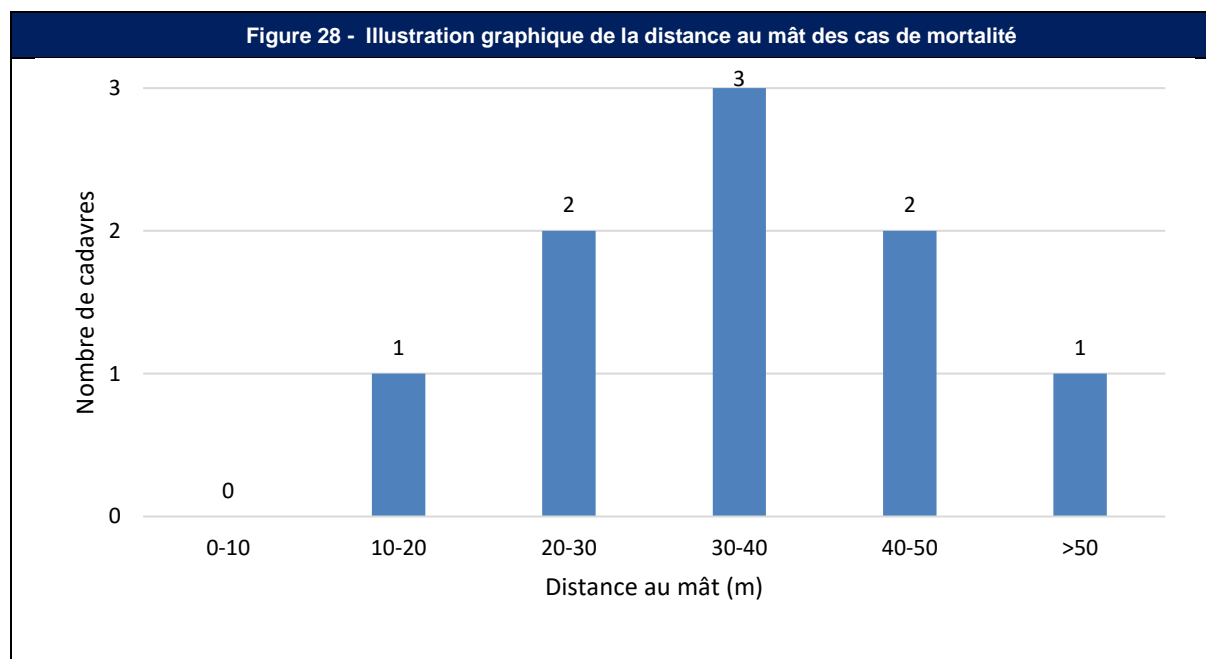
Aucun cadavre d'oiseau n'a pu être sexé.

Concernant les chiroptères, une femelle de Pipistrelle commune et un mâle de Pipistrelle de Kuhl ont été identifiés, sous E2, respectivement le 23 et le 30 septembre, car les cadavres étaient en bon état.



#### 6.1.4. Distance au mât

La distance au mât des cadavres découverts est variable, avec une majorité comprise entre 20 et 50 mètres. La moyenne s'établit à 30,9 mètres, en excluant la Buse variable retrouvée à 300 mètres du mât. Le cadavre le plus proche était à 17 mètres du mât. Les corps peuvent être précipités directement au sol après leur impact, ou projetés. La majorité des espaces cultivés étant inaccessible lors du suivi, il est normal de découvrir les cadavres sur les plateformes ou autres milieux à la visibilité élevée (terres labourées).



#### 6.1.5. Patrimonialité de l'avifaune et sensibilité à l'éolien des espèces

Figure 30 - Statut des espèces d'oiseaux retrouvées lors du suivi de mortalité									
Espèce	Nombre de cadavres	Protection nationale	Bretagne	Liste Rouge France			Liste Rouge Europe	Directive Oiseaux	Niveau de patrimonialité
				Nicheur	Hivernant	De passage			
Martinet noir	2	Art. 3	LC	NT		DD	LC	-	Faible
Buse variable	1	Art. 3	LC	LC	NA	NA	LC	-	Très faible
Épervier d'Europe	1	Art. 3		LC	NA	NA	LC		Très faible
Grive draine	1	Art. 3	LC	LC	NA	NA	LC	OII	Très faible
Pigeon sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	Indéterminé
<b>Total</b>	<b>6</b>								

Statuts de protection et de conservations décrits p9.

Le Martinet noir, l'Épervier d'Europe et la Buse variable sont trois espèces protégées en France. De plus, le Martinet noir est un nicheur quasi-menacé sur le territoire national. Ces espèces sont donc considérées comme patrimoniales, ce qui n'est pas le cas du Pigeon sp. Les fragments de Pigeon sp n'étaient pas identifiables avec certitude jusqu'à l'espèce.

Figure 31 - Risque de collision des espèces trouvées sur le parc		
Espèce	Nombre de cadavres	Risque à l'éolien
Buse variable	1	Modérée
Martinet noir	2	Modérée
Epervier d'Europe	1	Très faible
Grive draine	1	Très faible
Pigeon sp.	1	-

Le Martinet noir ne niche pas au sein du parc, du fait de l'absence d'habitats favorables. Cependant, c'est une espèce passant la majorité de son temps en vol à moyenne et haute altitude pour chasser et migrer. Ces deux activités rendent les risques à l'éolien modérés pour cette espèce. La Buse variable et l'Épervier d'Europe nichent potentiellement dans les haies et boisement autour des éoliennes. Elles chassent à hauteur des pales et risquent donc d'entrer en collision. Les risques de collisions sont faibles à modérés.

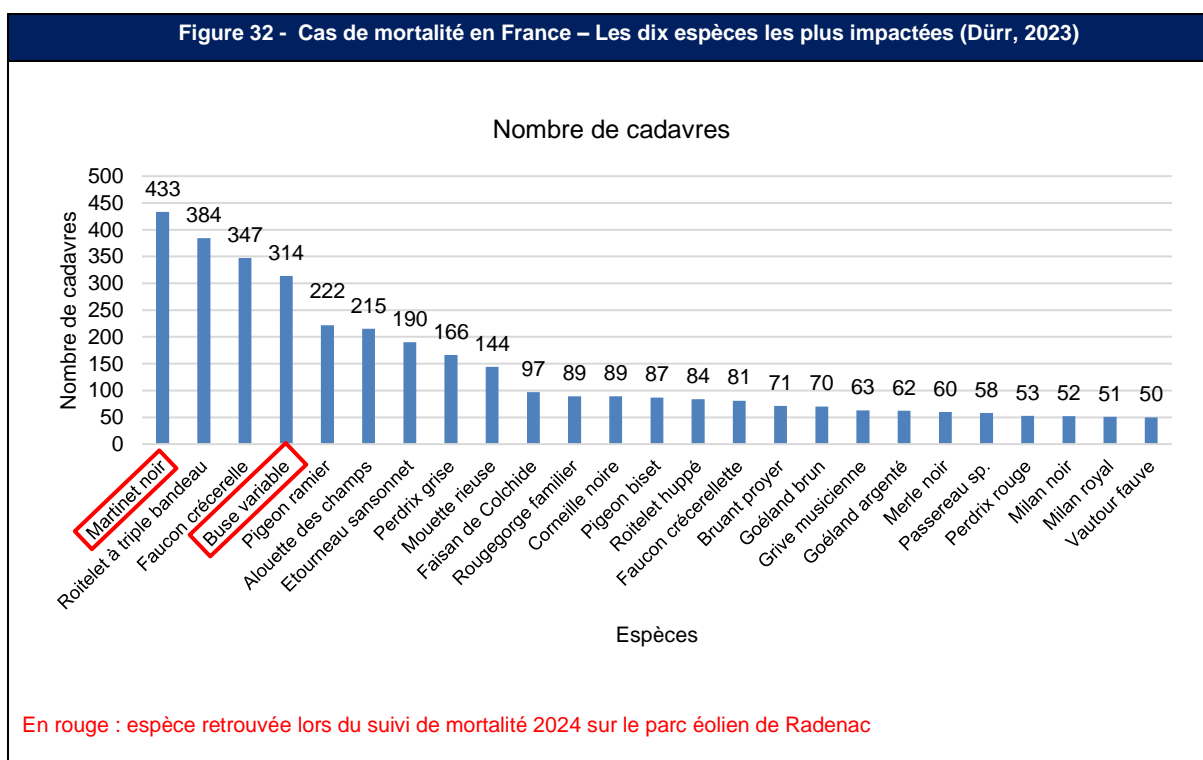
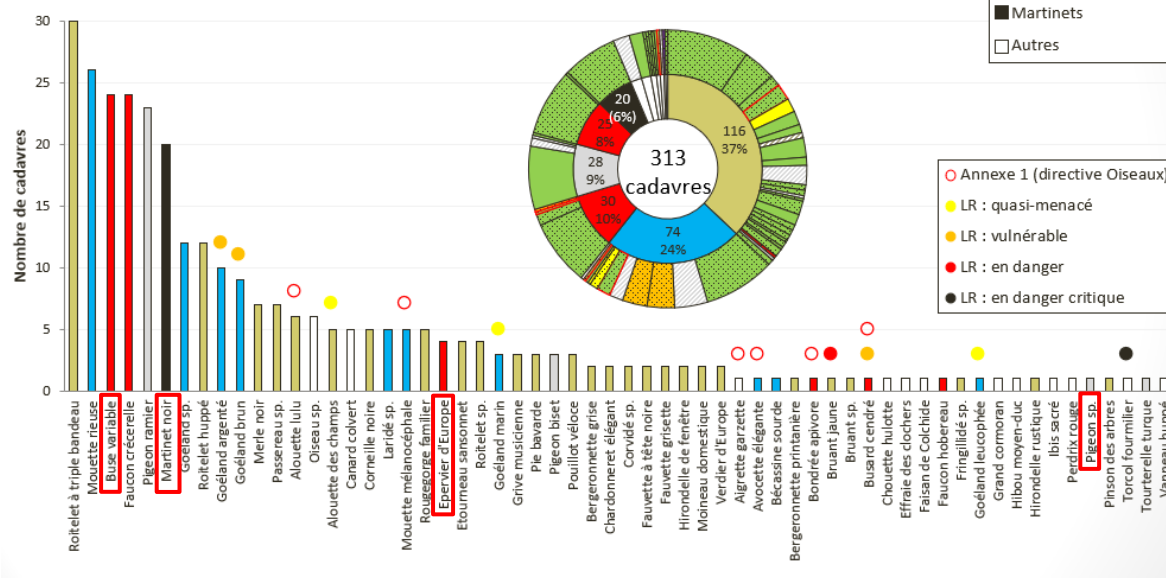


Figure 33 - Cas de mortalité dans l'ouest de la France entre 2010 et 2019 – Oiseaux (Ouest'Am 2020)

## Espèces d'oiseaux impactées 74 parcs – 60 taxons impactés



D'après le recensement des espèces impactées par l'éolien à l'échelle nationale par Dürr en 2023, le Martinet noir se classe 1<sup>er</sup>, avec 433 cas de mortalité recensés (et 6<sup>ème</sup> dans l'ouest de la France d'après Ouest'Am en 2020) et la Buse variable est 4<sup>ème</sup> avec 314 cas de mortalité (et 3<sup>ème</sup> dans l'ouest de la France d'après Ouest'Am, 2020). L'Épervier d'Europe est en 21<sup>ème</sup> position dans l'ouest de la France (Ouest'Am, 2020).

### 6.1.6. Patrimonialité de chiroptères et sensibilité à l'éolien des espèces

Figure 34 - Statut des espèces de chiroptères retrouvés lors du suivi de mortalité

Espèce	Nombre de cadavres	Listes rouges			Directive Habitats-Faune-Flore	Niveau de patrimonialité
		Bretagne	France	Europe		
Pipistrelle commune	1	LC	NT	LC	IV	Faible
Pipistrelle de Kuhl	1	LC	LC	LC	IV	Très faible
Chiroptère sp.	1					Indéterminé
<b>Total</b>	<b>3</b>					

Statuts de protection et de conservations décrits p9.

Trois cadavres de chauves-souris ont été découverts lors du suivi de mortalité : une Pipistrelle commune, une Pipistrelle de Kuhl et un individu indéterminé appartenant au groupe des Chiroptères. La Pipistrelle commune est une espèce patrimoniale en raison son statut quasi-menacé en France. Un cadavre n'a pas pu être déterminés jusqu'à l'espèce du fait de son mauvais état.

Figure 35 - Risque de collision des espèces trouvées sur le parc		
Espèce	Nombre de cadavres	Risque à l'éolien
Pipistrelle commune	1	Fort (4)
Pipistrelle de Kuhl	1	Modéré (3)
Chiroptère sp.	1	Indéterminé

La Pipistrelle commune et le groupe des Pipistrelles en général, retrouvées sous les éoliennes lors du suivi de mortalité de 2024, présentent un risque fort de collision vis-à-vis de l'éolien. Ces espèces migrent sur de courtes distances à une hauteur de vol parfois importante. C'est pour cette raison que les risques de barotraumatisme et de collision sont importants, notamment lors de la période des transits automnaux. La Pipistrelle commune est également ubiquiste et peu fréquenter des habitats a priori moins favorables pour les chiroptères comme les espaces ouverts.

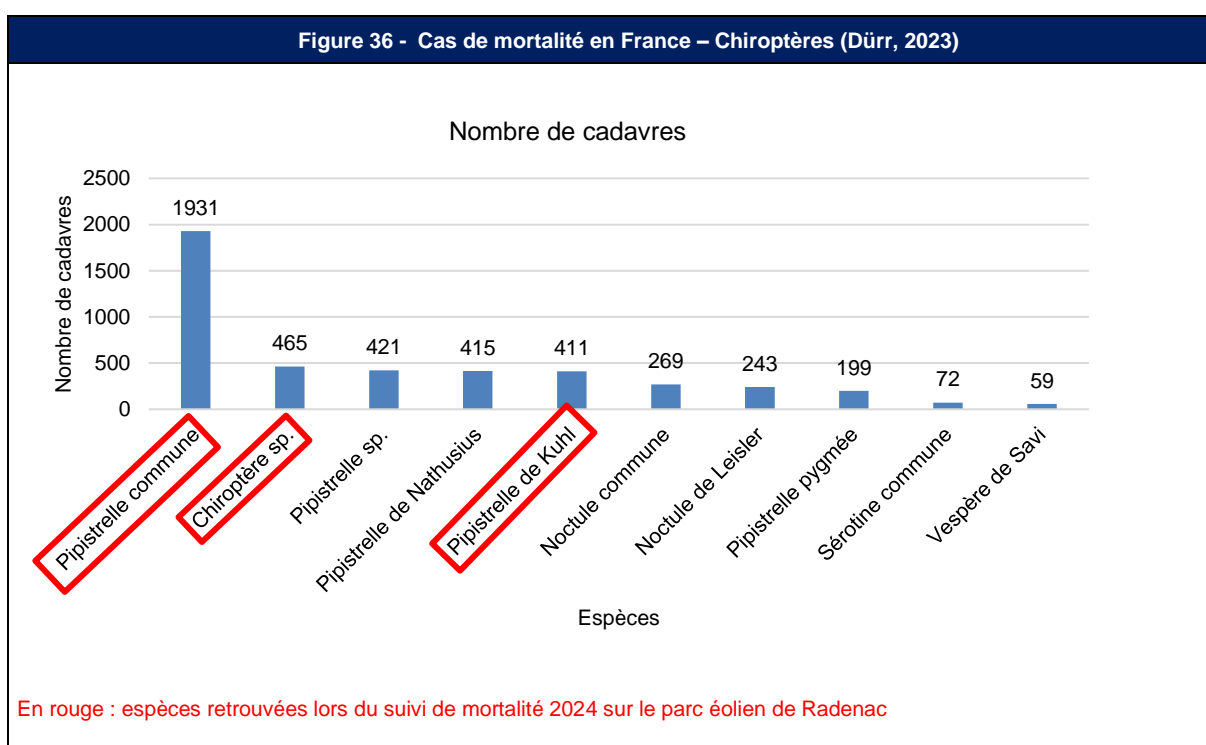




Figure 37 – Cas de mortalité dans l'ouest de la France entre 2010 et 2019 – Chiroptères (Ouest'Am, 2020)

**Espèces de chauves-souris impactées**

Nombre de cadavres

544 cadavres

84% 458

LR : quasi-menacée

Annexe 2 (directive Habitats)

○ Annexe 2 (directive Habitats)  
● LR : quasi-menacée

Pipistrelles  
 Noctules  
 Sérotines  
 Murins  
 Autres

Pipistrelle commune  
 Pipistrelle de Nathusius  
 Pipistrelle de Kuhl  
 Noctule commune  
 Pipistrelle sp.  
 Sérotine commune  
 Chiroptère sp.  
 Noctule de Leisler  
 Murin de Natterer  
 Murin sp.  
 Barbastelle d'Europe  
 Murin à Moustache  
 Murin de Daubenton  
 Orelland sp.  
 Pipistrelle pygmée  
 Sérotine bicolore

En rouge : espèces retrouvées lors du suivi de mortalité 2024 sur le parc éolien de Radenac

- 1 931 cas pour la Pipistrelle commune (1<sup>er</sup> en France) ;
- 465 pour les Chiroptères indéterminés (2<sup>ème</sup> en France) ;
- 411 cas pour la Pipistrelle de Kuhl (5<sup>ème</sup> en France).

### 6.2.1. Indices de correction

Le test lié à l'efficacité de l'observateur est généralement mis en place deux fois par an (une fois au printemps/été et une fois à l'automne) de manière à s'adapter aux variations liées aux conditions météorologiques et à l'évolution des supports (hauteur de la végétation, état du sol...). Dans le cas du suivi du parc éolien de Radenac, ces deux tests ont bien été réalisés. Pour rappel, cinq leurres (trois souris et deux poussins) ont été placés au sein des carrés de prospection des cinq éoliennes à chaque reprise par une personne A, et une personne B a effectué ses transects de recherche en essayant de les repérer comme elle repérerait un cadavre.

L'indice d'efficacité de l'observateur est jugé globalement bon (76% en moyenne).

### ➤ **Test de persistance**

Après avoir disposé les cadavres tests au sein des parcelles, l'observateur a tenté de les retrouver grâce à leurs positions GPS. En règle générale, les cadavres disparaissent rapidement, que ce soit à cause de la prédation (par les renards, les rapaces, les insectes nécrophages...) ou éventuellement à cause des passages des engins agricoles dans les champs. En moyenne, d'après la bibliographie, environ la moitié des cadavres devraient disparaître dès les premières 48 heures.

Pour les éoliennes suivies, la persistance est globalement dans la moyenne sur le parc et sur l'ensemble de l'année. A l'été, la persistance est estimée à 4,74 jours en moyenne. En automne, elle est estimée à 4,38 jours en moyenne. Sous les éoliennes E4 et E5, la persistance des leurres est plus forte (respectivement 5,80 et 5,70 jours à l'été, 5 et 4,7 jours à l'automne).

Le type de culture environnant, les prairies, la proximité des haies et des boisements ou tout simplement le hasard de la prospection d'animaux ont influencé cet indice.

Des fèces de sanglier et de renard ont été relevées sur le site et la présence de rapaces (Buse variable et Épervier d'Europe) et d'insectes augmentent la probabilité qu'un cadavre disparaisse rapidement. La persistance peut donc être très différente d'une éolienne à l'autre dans le temps en fonction de la présence des prédateurs mobiles.

La persistance est faible à modérée à l'été et à l'automne, mesurée à 4,74 jours à l'été et à 4,38 jours en automne.

### ➤ **Pourcentage de prospection et indice de correction de surface**

De manière globale, se trouve sous une éolienne :

- une partie gravillonnée correspondant aux fondations du mât, au chemin d'accès et à la plateforme,
- une zone enherbée en friche se situant autour des fondations, souvent constituée de graminées plus ou moins hautes selon l'entretien et de terre meuble,
- une zone d'activité agricole ou de prairie.

Les parties gravillonnées offrent une visibilité maximale (sol nu), tandis que les zones de friches, si elles ne sont pas entretenues, en offrent une plutôt médiocre. Si le surplomb de l'éolienne concerne des zones boisées, il est impossible de les prospecter. La valeur du taux de prospection est donc spécifique à une éolienne pour une période donnée, ici : la saison.

Dans le cas du parc étudié, les éoliennes suivies sont placées dans des cultures, des prairies ou aux abords de boisements, et une grande plateforme a été aménagée autour de chaque éolienne. Les variétés cultivées à certains endroits, comme dans le cas présent des céréales, du maïs, du trèfle ou des prairies de fauche, ont périodiquement rendu des zones de la parcelle inaccessibles.

C'est pourquoi un indice de correction de surface (A) propre à chaque éolienne a été intégré dans tous les calculs. Plus la surface réellement prospectée s'approche de la surface théorique, plus les estimations sont précises, et plus la surface prospectée est faible, plus le risque d'erreur par surestimation du calcul est grand.

Le pourcentage de prospection est globalement bon au printemps et en été (64 et 51%) et faible en automne (26%).

### 6.2.2. Note sur les méthodes utilisées

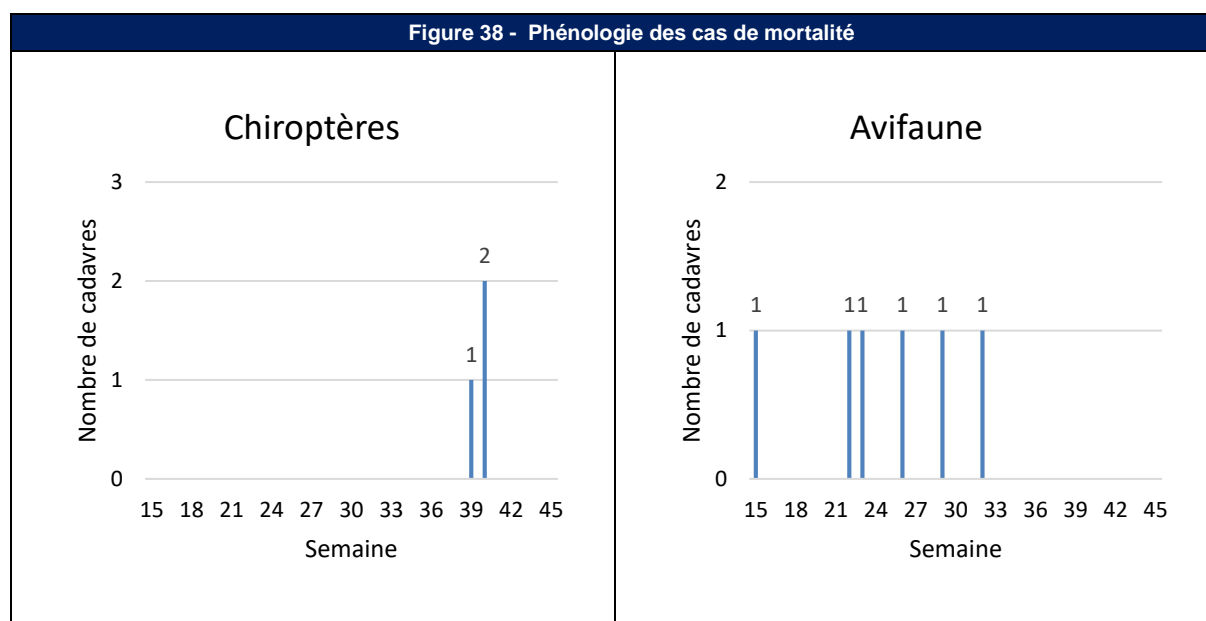
D'après une étude menée en région Rhône-Alpes par la LPO qui s'est penchée sur la justesse des différentes méthodes de calcul, il semblerait que l'indice d'Erickson ne soit pas pertinent lorsque la durée de persistance est trop élevée. Les méthodes de Jones et de Huso, qui fonctionnent à chaque fois, seraient les plus proches de la réalité.

Une étude menée par la LPO Vendée confirme le choix de l'utilisation de cet indice, tandis que la LPO France préfère faire une moyenne des indices calculés.

Les analyses présenteront donc trois indices et les conclusions seront basées sur les calculs selon Huso, les intervalles de confiance étant issus de l'utilisation de Shiny (CNRS).

A noter que les modèles d'estimation sont basés sur l'utilisation d'indices américains qui diffèrent fortement de ceux mis en évidence en Europe. La durée de persistance observée aux USA est notamment bien plus longue, ce qui fait que les calculs produits pour la France sont automatiquement surestimés, biaisés par un indice local de persistance trop faible.

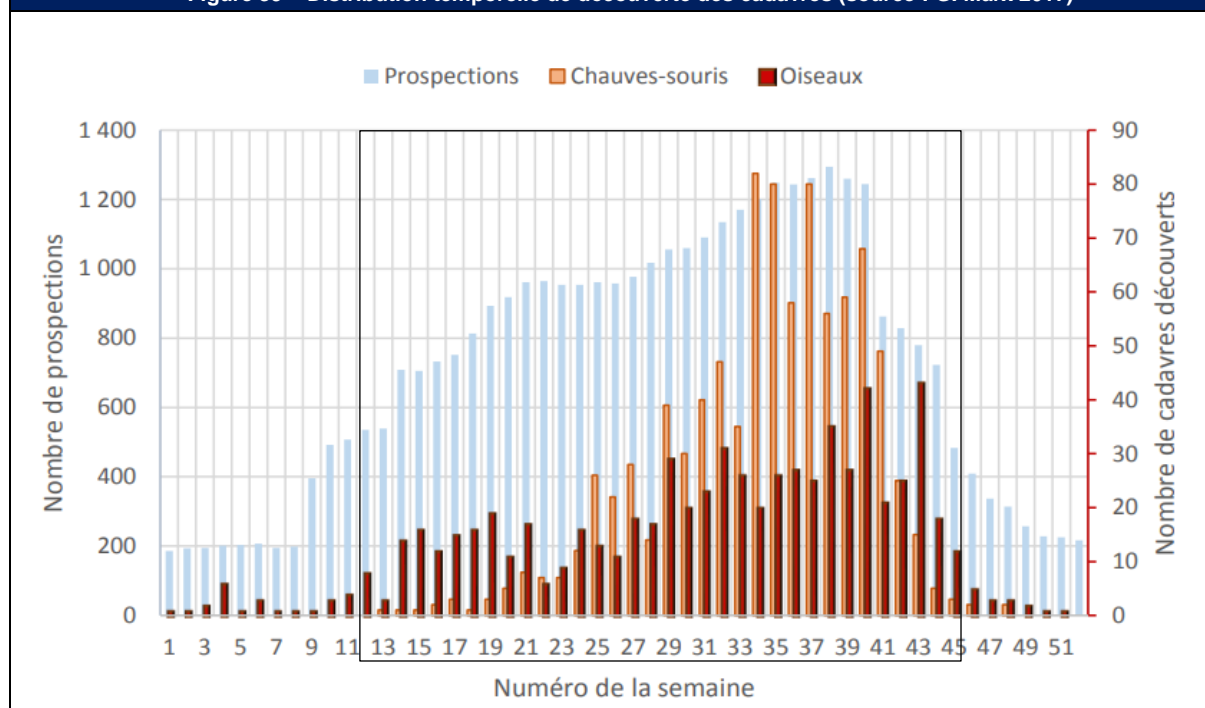
### 6.2.3. Analyse temporelle des résultats



Au total, neuf cadavres ont été trouvés sous les cinq éoliennes suivies entre les semaines 15 et 45 : six oiseaux respectivement en semaine 15, 22, 23, 26, 29 et 32 et trois chiroptères dont un en semaine 39 et deux en semaine 40.



Figure 39 - Distribution temporelle de découverte des cadavres (source : G. Marx 2017)



Le graphique précédent montre que la mortalité chiroptérologique augmente fortement entre les semaines 25 et 41.

Le suivi 2024 s'est concentré sur la période globalement la plus à risque pour les deux taxons (semaines 15 à 45). Deux cas de mortalité ont été découverts en période printanière (deux oiseaux), quatre cas en été (quatre oiseaux) et trois cas en période automnale (trois chiroptères).

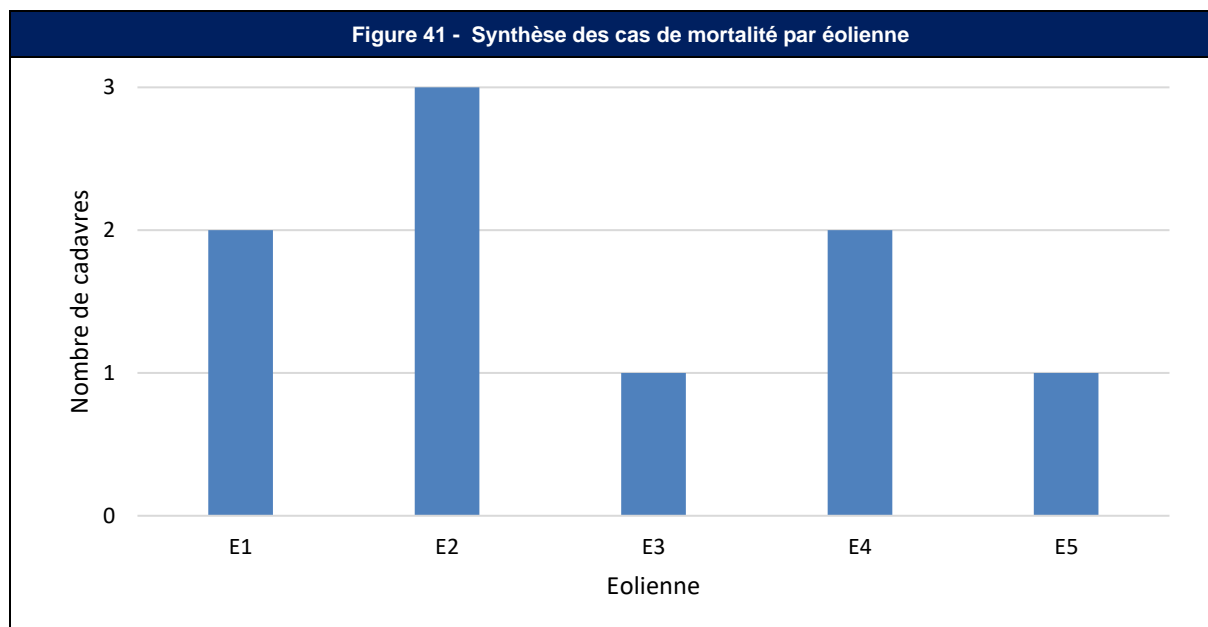
Trois cadavres de chauves-souris ont été découverts. L'arrêté préfectoral du 29 mars 2019 indique la mise en place d'un bridage chiroptérologique sur l'éolienne E5 (mise en service en novembre 2022) dont les modalités sont les suivantes :

Figure 40 - Plan de bridage chiroptérologique			
Période	15 avril au 31 mai	1 <sup>er</sup> juin au 14 août	15 août au 31 octobre
Éolienne	E1-E3-E4-E5		
Vente (m/s)	< 4,5 m/s	< 5,5 m/s	< 5,8 m/s
Température (°C)	13 °C	12°C	13°C
Heure après le coucher du soleil (CS)	Du coucher au lever du soleil		Du coucher jusqu'à 30 min avant le lever du soleil
Pluviométrie	< 5 mm/heure		

Trois cas de mortalité, deux de chiroptères et un d'oiseau, ont été constatés sous l'éolienne E2, seule éolienne non concernée par le bridage.

#### 6.2.4. Analyse spatiale de la mortalité

Toutes les éoliennes sont concernées par la découverte de cas de mortalité. Les éoliennes E1, E2 et E4 ont été a priori les plus accidentogènes avec respectivement deux, trois et deux cadavres retrouvés.



Les raisons qui ont pu pousser les individus à s'approcher des pales restent floues et mal connues, et sont donc très spéculatives. Les éoliennes E4 et E5 sont les plus proches des boisements comprenant une diversité d'essence végétale de toutes strates (arborée, arbustive et herbacée). Ces haies constituent des corridors privilégiés pour la chiroptérofaune et l'avifaune.

Ces éléments d'explications sont évidemment des théories qui pourraient faire l'objet d'études spécifiques plus poussées pour être confirmées et/ou développées.



Photographies prises depuis la plateforme de E4 (gauche) et de E5 (droite). Des boisements sont localisés à moins de 50 mètres des éoliennes.

Source : ENVOL Environnement

Bien que des cas de mortalité aient été constatés sous toutes les éoliennes, il est difficile de conclure sur la dangerosité de chacune. Les espèces peuvent en effet occuper la totalité du secteur d'implantation au vu de sa configuration (boisements et haies).

### 6.2.5. Analyse globale de la mortalité

Figure 42 - Mortalité globale d'après HUSO		
Groupe	A l'échelle du parc (en nombre d'individus)	Par éolienne (en nombre d'individus)
Avifaune	19,06	3,81
Chiroptères	14,16	2,83

Pour les oiseaux, les modèles prévoient 3,81 cas par éolienne, ce qui est inférieur aux projections de la LPO (7 oiseaux par éolienne et par an – LPO 2017). Dans le cadre d'une présentation de la France Energie Eolienne (FEE), le bureau d'études Ouest'Am a présenté la mortalité de 74 parcs éoliens du nord-ouest de la France (soit 349 éoliennes) obtenu lors de suivis environnementaux réalisés entre 2010 et 2018. Le bureau d'études constate que 857 cadavres ont été retrouvés dont 313 oiseaux et 544 chiroptères, ainsi il estime que la mortalité aviaire est de 0,04 cas par éolienne, par an et par passage et que la mortalité chiroptérologique est de 0,07 cas par éolienne, par an et par passage. La mortalité brute de Radenac est de six oiseaux, soit 0,04 cas par éolienne, pour cette année et par passage, et trois chiroptères, soit 0,02 cas par éolienne, pour cette année et par passage. Ainsi, la mortalité brute de Radenac est égale à celle des parcs éoliens du nord-ouest de la France concernant les oiseaux et nettement inférieure concernant les chiroptères.

Une analyse plus poussée des calculs est proposée à partir de la page 104 du rapport.

Figure 43 - Estimation de mortalité pour l'ensemble de la période étudiée		
Méthode	Parc éolien/période étudiée	Éolienne/période étudiée
Erickson	24,99	5,00
Jones	36,00	7,20
Huso	33,22	6,64
Shiny 95% (Huso)	36,69 [15,28-64,31]	7,34 [3,06-12,86]

Pour les cinq éoliennes du parc éolien, l'estimation varie entre 24,99 (selon la méthode d'Erickson) et 36,00 cadavres pour la période étudiée (selon la méthode de Jones). La méthode de Huso donne un résultat intermédiaire, à savoir 33,22 cadavres.

L'utilisation d'Eolapp permet d'obtenir des intervalles de confiance à 95% qui se situent entre 15,28 et 64,31 cas.

Les estimations prévoient ainsi 36,69 (IC95% [15,28-64,31]) cas de mortalité pour le parc éolien de Radenac sur la période d'étude, soit l'équivalent de 7,34 (IC95% [3,06-12,86]) individus tués par éolienne sur la période d'étude.

## 7. Conclusion générale du suivi de mortalité

A partir des 31 passages de mortalité effectués entre la semaine 15 et la semaine 45 de l'année 2024, neuf cas de mortalité brute ont été référencés. **Six cadavres d'oiseaux et trois cadavres de chiroptères** ont été découverts : deux Martinets noirs, une Buse variable, un Épervier d'Europe, une Grive draine, un Pigeon sp, deux Pipistrelles communes et un Chiroptère indéterminé. A l'exception de la Grive draine et du Pigeon sp (indéterminé), toutes ces espèces sont d'intérêt patrimonial en raison de leur protection nationale et/ou de leurs statuts de conservation défavorables. De plus, le Martinet et la Buse variable figurent dans les dix premières espèces les plus touchées par l'éolien, la Pipistrelle commune est, quant à elle, l'espèce la plus concernée par le risque éolien dans l'ouest de la France (Ouest'Am).

Leurs comportements connus ou le caractère abondant de ces espèces expliquent leur exposition aux effets de collision : comportement migrateur et chasse en vol pour le Martinet noir et la Grive draine, milieux attractifs sous les éoliennes pour le Pigeon sp., la Buse variable et l'Épervier d'Europe, abondance et vol en altitude des Pipistrelles.

Les calculs projettent une mortalité estimée à **6,64 cas par éolienne** sur la période suivie d'après les estimations d'Huso. Cette estimation est en-dessous de celles de la LPO (et du Groupe Mammalogique Breton).

Afin de conclure plus aisément sur les effets résiduels liés au fonctionnement des éoliennes, les résultats d'estimations de mortalité seront mis en corrélation avec les résultats du suivi en altitude de l'activité des chiroptères à partir de la page 104 du présent rapport.



# ETUDE EN CONTINU DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN HAUTEUR

## 1. Pré-diagnostic chiroptérologique

### 1.1. Sources et bases de données utilisées

Le pré-diagnostic chiroptérologique a été établi sur la base des sources bibliographiques suivantes :

- L'inventaire des zones naturelles remarquables existantes dans l'aire d'étude éloignée ;
- Les données chiroptérologiques issues de la base de données Faune Bretagne (consultées en janvier 2025) ;
- Les données chiroptérologiques issues de la base de données du Groupe Mammalogique Breton (consultées en janvier 2025) ;
- Les données chiroptérologiques issues de la base de données INPN (consultées en janvier 2025) ;
- Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse de L. Arthur et de M. Lemaire (2021) ;
- La Liste rouge des mammifères d'Europe (2015) ;
- La Liste rouge des mammifères de France (2017) ;
- La Liste rouge des mammifères de Bretagne (2015) ;
- L'Atlas des mammifères de Bretagne du Groupe Mammalogique Breton (GMB, 2015),
- La Carte d'alerte des « Risques éoliens terrestres pour les chiroptères » du Groupe Mammalogique Breton (GMB, 2022).

### 1.2. Résultats des recherches bibliographiques

#### 1.2.1. Inventaire des zones de protection et d'inventaires

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée, deux ZNIEFF présentent un intérêt pour la chiroptérofaune.

Figure 44 - Inventaire des espèces de chiroptères dans les périmètres de protection et d'inventaire (janvier 2025)				
Numéro de la zone	Intitulé de la zone	Situation par rapport aux éoliennes	Espèces déterminantes	
ZNIEFF de type I				
530020008	LA MINE	17,69 km au sud-est	Grand Murin Grand Rhinolophe Murin de Daubenton	Murin à moustaches Murin à oreilles échancrées Petit Rhinolophe
ZNIEFF de type II				
530014743	LANDES DE LANVAUX	9,43 km au sud	Barbastelle d'Europe Grand Murin Grand Rhinolophe Murin à moustaches Murin à oreilles échancrées	Murin de Bechstein Murin de Natterer Noctule commune Oreillard roux Petit Rhinolophe

La ZNIEFF de type I « La Mine » est localisée à 17,7 km à l'est. Six espèces y sont recensées : le Petit Rhinolophe, le Murin à moustaches, le Murin à oreilles échancrées, le Grand Murin, le Grand Rhinolophe (classé en danger en région) et le Murin de Daubenton. Il s'agit d'une ancienne mine fréquentée par les chiroptères en période hivernale. Ce gîte d'hibernation est important dans le département du Morbihan.

La ZNIEFF de type II « Landes de Lanvaux », à 9,4 km au sud, est constituée de boisements et de landes. Au sein de cette zone, dix espèces sont inventoriées : le Murin de Bechstein (vulnérable en Europe, quasi-menacé en France et en région), le Murin de Natterer, le Grand Rhinolophe, le Murin à oreilles échancrées, le Petit Rhinolophe, le Grand Murin, la Barbastelle d'Europe (vulnérable en Europe et quasi menacé en région), la Noctule commune, le Murin à moustaches et l'Oreillard roux.

### 1.2.2. Présentation des enjeux chiroptérologiques d'après le GMB

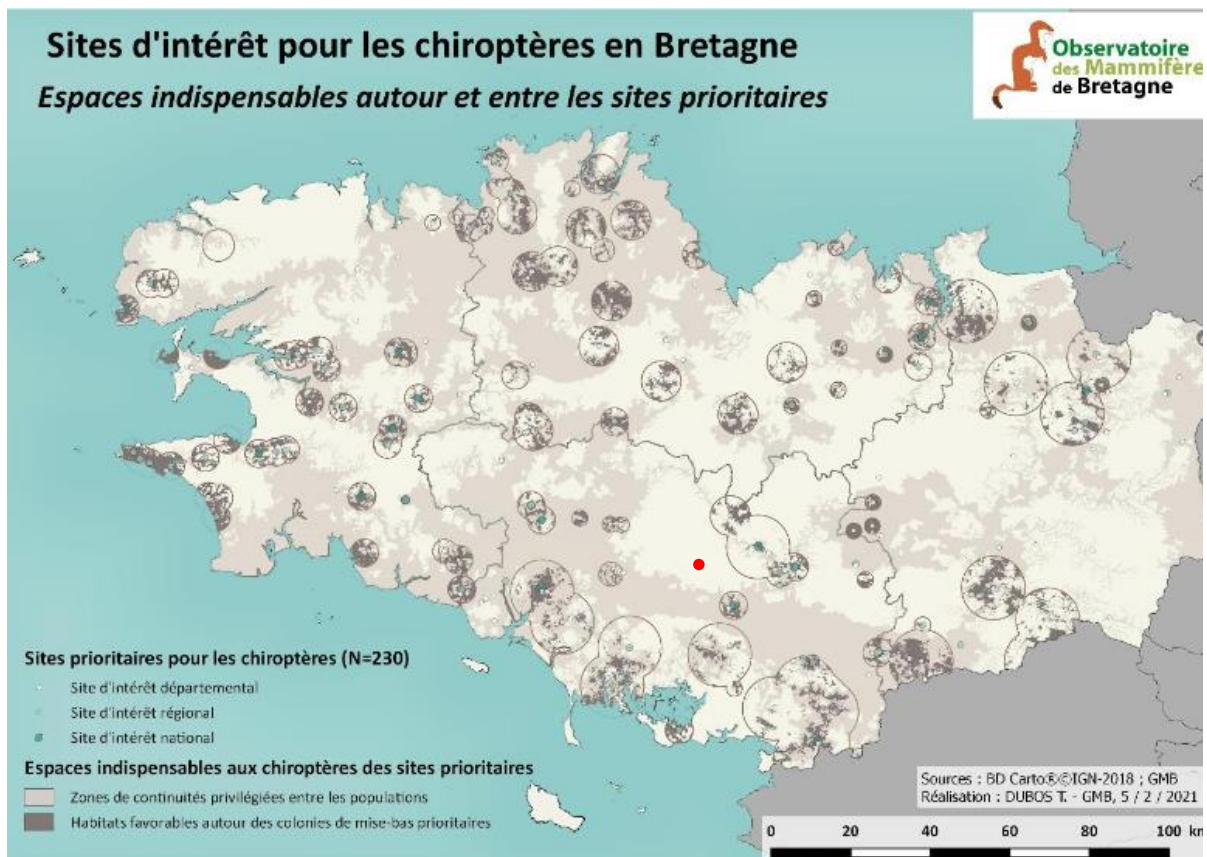
L'Observatoire des Mammifères de Bretagne a réalisé une couche des sites d'intérêts pour les chiroptères en Bretagne (voir Figure 45 - le parc de Radenac n'est pas situé à proximité d'un site d'intérêt pour les chiroptères ni dans une zone favorable aux colonies de mise-bas).

Par ailleurs, le GMB a également réalisé un outil relatif aux « Risques éoliens pour les chiroptères » de Bretagne. Il s'agit d'une carte d'alerte qui matérialise les risques cumulés de perte d'habitats et de mortalité pour les chauves-souris à l'occasion de l'implantation et de l'exploitation de parcs éoliens terrestres sur la région. Cet outil a été conçu dans le but de faciliter l'appréciation par les bureaux d'études et les services instructeurs de l'opportunité de la mise en place d'éoliennes vis-à-vis des risques d'atteintes aux chauves-souris et à leurs habitats. Son contenu est accessible sur la base de données de Géo'Bretagne (<https://cms.geobretagne.fr/>) et sur le site internet du GMB (<https://gmb.bzh>).

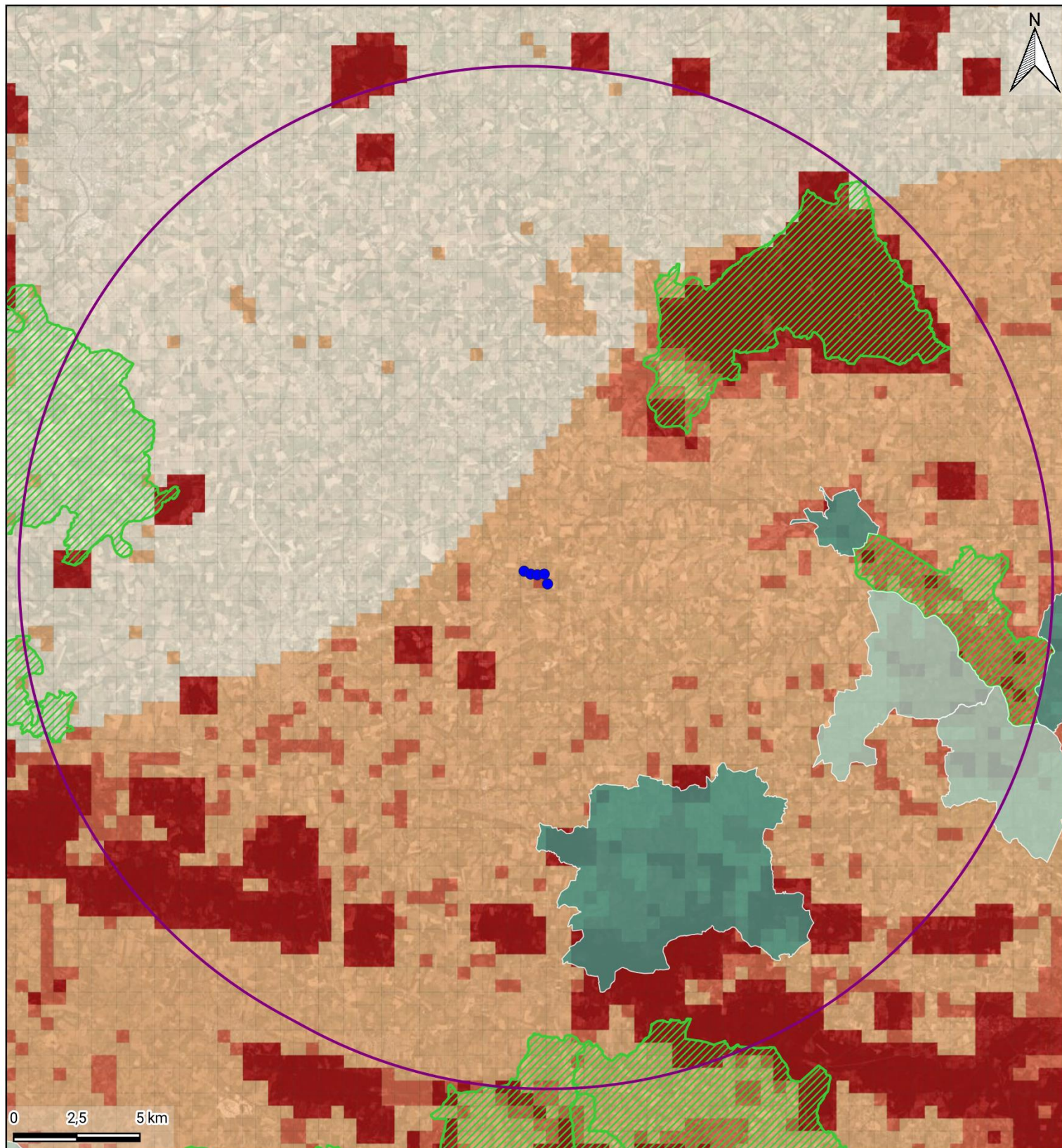
Ainsi, la cartographie dressée page 71 permet d'apprécier la localisation des secteurs à risques pour les chiroptères à l'échelle de l'AEE et du parc de Radenac vis-à-vis de l'implantation ou l'exploitation de parcs éoliens terrestres selon le GMB.

D'après ces cartographies, le parc éolien s'inscrit au sein d'un secteur à risques pour les chiroptères. Les éoliennes se situent dans une zone concernée par l'évaluation d'un niveau de risque qualifié de moyen et se trouvent à proximité d'un boisement évalué en risque fort.

Figure 45 - Sites d'intérêt pour les chiroptères en Bretagne







Carte 18 - Evaluation des risques pour les chiroptères en Bretagne liés à l'implantation d'éoliennes au sein de l'AEE

## LEGENDE

### Aires d'étude :

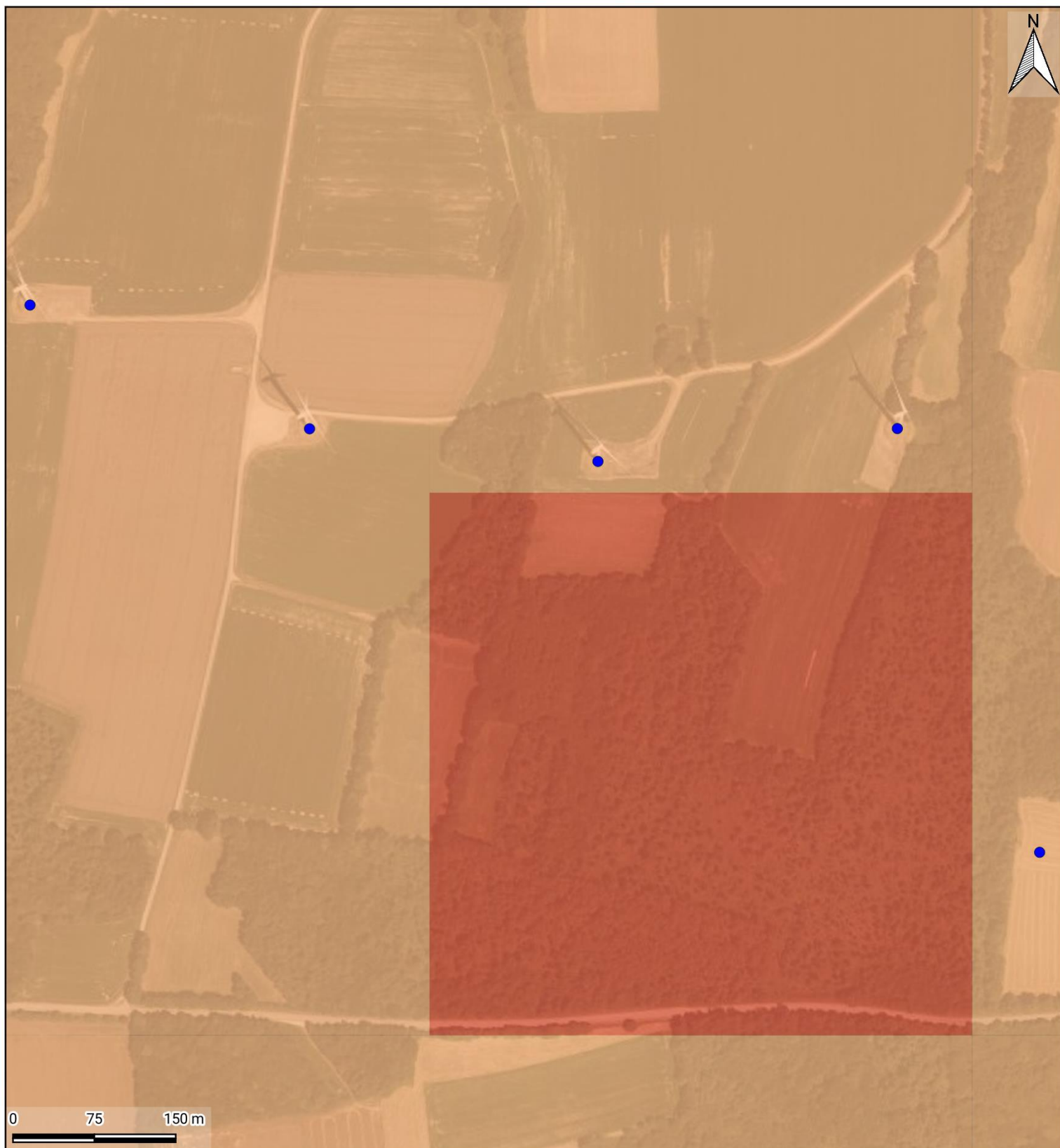
- Eolienne
- Aire d'étude éloignée

### Evaluation des risques cumulés de perte d'habitats et de mortalité :

- Risque faible
- Risque moyen
- Risque fort
- Risque excessif

- Commune avec au moins un site d'intérêt départemental
- Commune avec au moins un site d'intérêt régional
- Commune avec au moins un site d'intérêt national





Carte 19 - Evaluation des risques pour les chiroptères en Bretagne liés à l'implantation d'éoliennes à l'échelle du parc

## LEGENDE

### Aires d'étude :

- Eolienne

### Evaluation des risques cumulés de perte d'habitats et de mortalité :

- Risque moyen
- Risque fort

### 1.2.3. Inventaire des espèces de chiroptères reconnues présentes sur le territoire de la commune du projet

Les bases de données de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel), de Faune Bretagne et du Groupe Mammalogique Breton compilent l'ensemble des dernières observations concernant les chiroptères détectés sur le territoire de la commune de Radenac.

Ces informations sont répertoriées dans le tableau suivant. Toutefois, les informations des listes communales ne sont pas exhaustives et évolueront au fur et à mesure des participations à venir. En conséquence, l'absence d'une espèce dans cette liste est peut-être le simple fait d'une prospection lacunaire qu'il convient de ne pas mal interpréter.

Figure 46 - Inventaire des espèces de chiroptères contactées sur la commune du projet (janvier 2025)	
Nom vernaculaire	Dernière année d'observation
Murin de Natterer	2015
Petit Rhinolophe	2020
Pipistrelle commune	2021
Sérotine commune	2009

### 1.3. Inventaire des chiroptères potentiellement présents dans l'aire d'étude immédiate

Cet inventaire a pour objectif d'appréhender les enjeux chiroptérologiques potentiels de l'aire d'étude immédiate.

Cette liste est établie à partir des références bibliographiques considérées dans cette étude, et plus particulièrement des espèces reconnues présentes dans l'AEI. Les espèces référencées dans les zones naturelles d'intérêt remarquable présentes dans l'AEE sont aussi considérées. L'écologie de l'ensemble de ces espèces a ensuite été croisée avec les caractéristiques paysagères et les habitats naturels de l'AEI. Ces résultats ont été complétés par d'autres espèces, estimées potentiellement présentes dans l'AEI de par l'expérience d'ENVOL Environnement dans la région.

Pour rappel, sont considérées comme patrimoniales les espèces protégées et/ou soumises à un statut de conservation défavorable aux échelles régionale, nationale et européenne (à partir du statut « NT » des Listes rouges de l'UICN), ainsi que les espèces d'intérêt communautaire (directive « Habitats-Faune-Flore »).

Ainsi, 13 espèces d'intérêt patrimonial sont jugées potentiellement présentes dans l'aire d'étude immédiate. Ces espèces peuvent utiliser l'aire d'étude pour la chasse et le transit.

La liste des chiroptères patrimoniaux susceptibles d'être observés au sein de l'aire d'étude immédiate est présentée dans le tableau ci-après.

Figure 47 - Chiroptères patrimoniaux potentiellement présents dans l'AEI

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statuts de protection et de conservation					Niveau de patrimonialité
		Protection nationale	Directive « Habitats »	Listes rouges			
				Europe	France	Région	
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Art.2	II+IV	VU	LC	NT	Fort
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Art.2	II+IV	LC	LC	NT	Modéré
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Art.2	II+IV	NT	LC	EN	Fort
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Art.2	II+IV	LC	LC	NT	Modéré
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteini</i>	Art.2	II+IV	VU	NT	NT	Fort
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	Art.2	IV	LC	LC	NT	Faible
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Art.2	IV	LC	VU	NT	Modéré
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leislerii</i>	Art.2	IV	LC	NT	NT	Modéré
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Art.2	IV	LC	LC	LC	Faible
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Art.2	II+IV	NT	LC	LC	Modéré
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Art.2	IV	LC	NT	LC	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Art.2	IV	LC	NT	NT	Modéré
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Art.2	IV	LC	NT	LC	Faible
La correspondance des statuts est explicitée p9							

Treize espèces patrimoniales de chiroptères sont potentiellement présentes sur le site d'étude en tenant compte de sa configuration.

Six espèces sont inscrites à l'Annexe II de la Directive « Habitats » : la **Barbastelle d'Europe**, le **Grand Murin**, le **Grand Rhinolophe**, le **Murin à oreilles échancrées**, le **Murin de Bechstein** et le **Petit Rhinolophe**.

Le **Murin de Natterer**, la **Noctule commune**, la **Noctule de Leisler**, l'**Oreillard gris**, la **Pipistrelle commune**, la **Pipistrelle de Nathusius** et la **Sérotine commune** présentent également un intérêt patrimonial en raison du caractère quasi menacé de leur population en Europe, en France et/ou en région.

Il ressort de cet inventaire l'occupation potentielle des haies et des lisières boisées par quelques espèces à niveau de patrimonialité forte dont la **Barbastelle d'Europe**, le **Grand Rhinolophe** et le **Murin de Bechstein**.

## 2. Protocole d'écoute en continu en nacelle d'éolienne

### 2.1. Objectifs de l'expertise

Des écoutes en continu à hauteur de la nacelle de l'éolienne E5 ont été réalisées entre le 18 mars et le 31 octobre 2024 afin de pouvoir corrélérer les données d'altitude aux résultats des recherches de mortalité et vérifier l'efficacité du bridage préconisé en 2023.

L'objectif de cette expertise a été la qualification et la quantification de l'activité chiroptérologique autour du rotor de l'éolienne. Les résultats, analysés par saison, permettront de quantifier plus précisément les risques de mortalité au niveau du parc éolien.

### 2.2. Protocole d'expertise

Un rappel de la biologie des chiroptères et des précisions sur la méthodologie de traitement des données chiroptérologiques sont présentés en annexes 1 et 2.

#### 2.2.1. Dispositif d'écoute

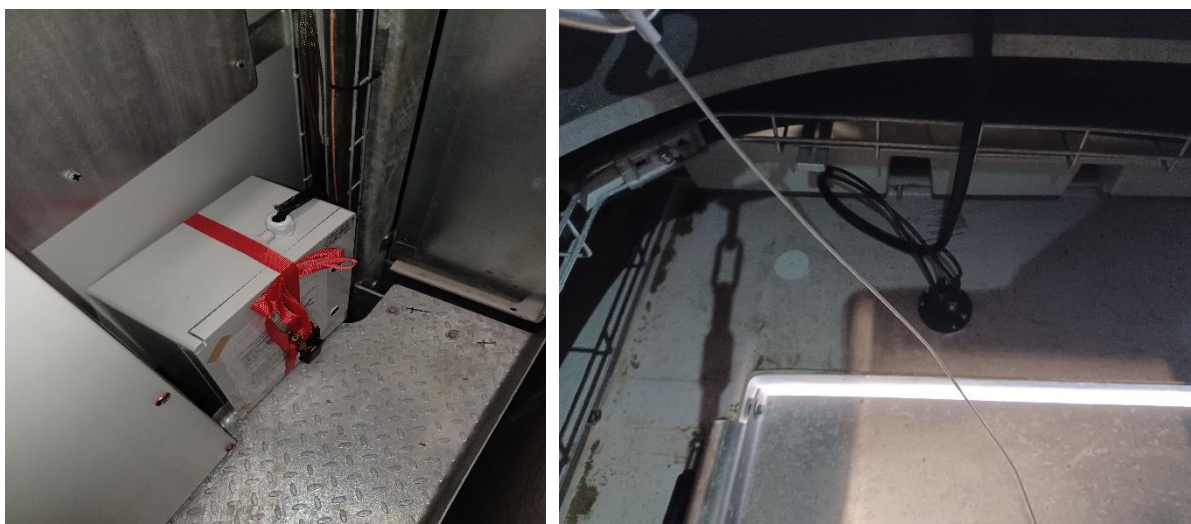
Le Batlogger WE X1 de chez Elekon a été spécialement développé pour monitorer l'activité chiroptérologique au sein des éoliennes.

Il permet d'enregistrer sur une longue durée et est accessible à distance par une connexion satellite en 4G. Grâce à sa fiabilité et sa connexion à distance, il ne nécessite aucune maintenance. Un abonnement annuel à Batlogger connect est néanmoins obligatoire et permet de surveiller l'enregistreur, de tester le microphone 24h/24h, de modifier des paramètres (sensibilités du microphone, plages horaires...), de visualiser et de sauvegarder les sons.

Le microphone est installé à travers la nacelle, à l'arrière de celle-ci pour éviter les parasites dus au mouvement des pales, vers le bas du rotor comme le préconise le guide de suivi des parcs éoliens terrestres.

Le microphone du Batlogger présente une sensibilité de 10 à 150 khertz (full spectrum) et enregistre en temps réel d'une heure avant le coucher de soleil à une heure après le lever. Son horodatage est automatique grâce à sa localisation GPS. ENVOL Environnement atteste de la conformité et du bon fonctionnement des microphones installés sur le parc éolien de Radenac sur l'ensemble de la période d'écoutes.





Le Batlogger installé dans la nacelle de l'éolienne E5 (à gauche) et le microphone (à droite).  
Source : Y. COZIAN – ENGIE GREEN (photographies prises sur site).

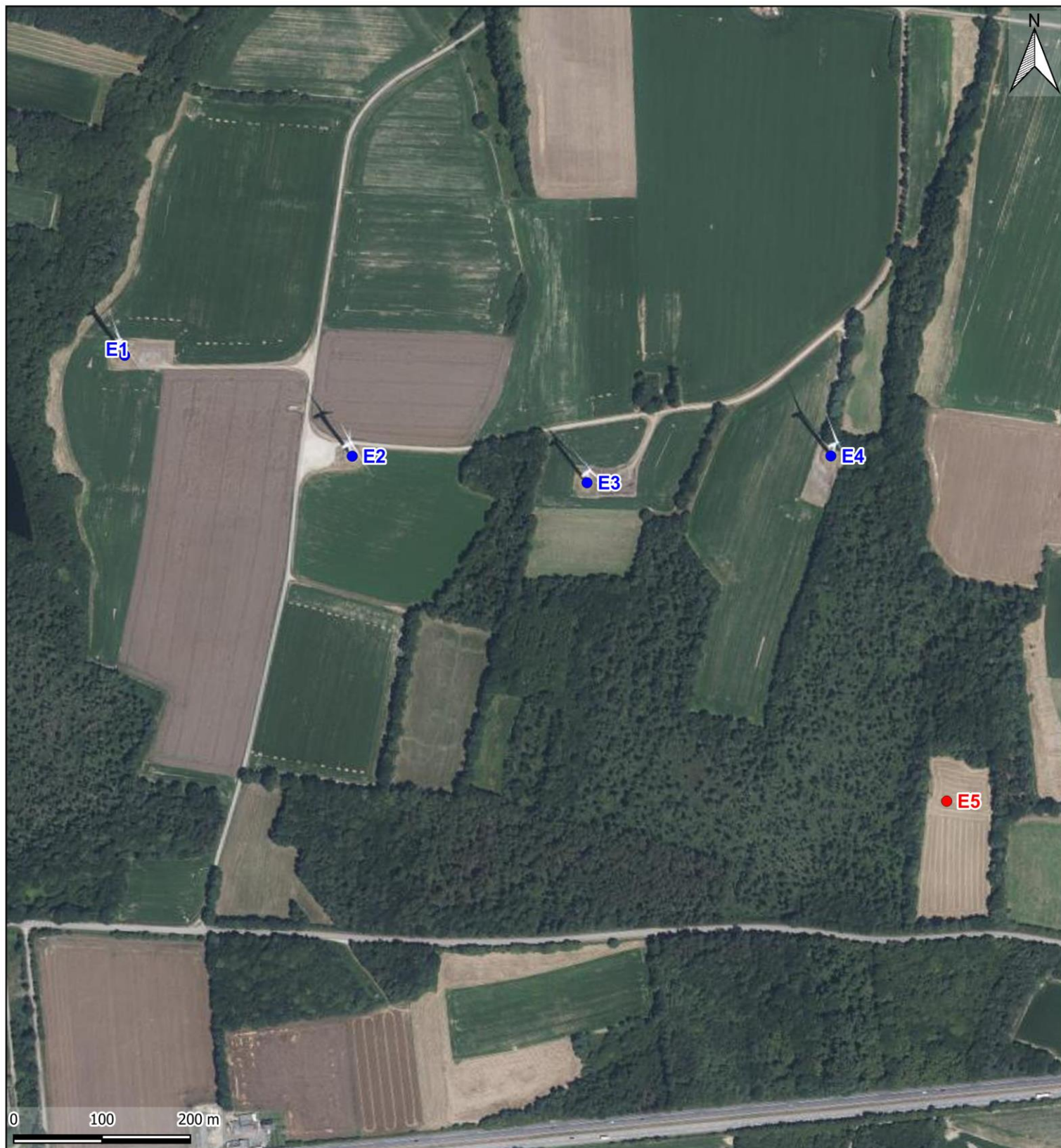
### 2.2.2. Eoliennes équipées

Conformément à la demande de ENGIE GREEN, l'éolienne E5 du parc éolien de Radenac a été équipée par un Batlogger WEX1 en 2024. La cartographie suivante localise le Batlogger installé au sein du parc éolien de Radenac.

### 2.2.3. Durée d'échantillonnage

A partir du 18 mars 2024, un détecteur Batlogger WEX1 a commencé à enregistrer l'activité chiroptérologique au niveau de la nacelle de l'éolienne E5 du parc éolien de Radenac. L'appareil a étudié la fréquentation du secteur par les chauves-souris jusqu'au 31 octobre 2024. La durée d'écoute totale a été de 225 nuits, équivalent à 2757,78 heures d'enregistrement.

Figure 48 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E5 selon les phases étudiées			
Périodes	Saisons	Nombre de nuits d'écoute	Temps d'écoute total (en heures)
Du 18 mars au 31 mai 2024	Transits printaniers	74	893,23
Du 01 juin au 14 août 2024	Mise-bas	74	783,38
Du 15 août au 31 octobre 2024	Transits automnaux	77	1081,17
		<b>225</b>	<b>2757,78</b>



Carte 20 - Localisation de l'éolienne équipée d'un Batlogger

## LEGENDE

### Parc éolien suivi :

- Eolienne
- Eolienne équipée de Batlogger

### 3. Résultats des écoutes en continu en nacelle

#### 3.1. Inventaire complet des espèces contactées au niveau de la nacelle

Un rappel de la biologie des chiroptères et de la méthodologie de traitement des signaux se situe en annexe 1 et en annexe 2.

L'activité corrigée (contacts/h corrigés) mentionnée dans le tableau suivant correspond au nombre de contacts rapporté au nombre d'heures d'écoute par saison, corrigé par les coefficients de détections propres à chaque espèce. Le détail des coefficients de détectabilité est disponible en page suivante.

Figure 49 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le BATLOGGER au niveau de l'éolienne E5										
Espèces	Période échantillonnée						Listes rouges			Directive Habitats
	Transits printaniers		Mise-bas		Transits automnaux		Europe	France	Région	
	Micro nacelle		Micro nacelle		Micro nacelle					
	Contacts	Contacts/h corrigés	Contacts	Contacts/h corrigés	Contacts	Contacts/h corrigés				
Noctule de Leisler	3	0,001	69	0,027	35	0,010	NT	LC	NT	IV
Pipistrelle commune	19	0,021	224	0,286	211	0,195	NT	LC	LC	IV
Pipistrelle de Kuhl			148	0,189	4	0,004	LC	LC	LC	IV
Pipistrelle de Nathusius			17	0,022	3	0,003	NT	LC	NT	IV
Sérotine commune			38	0,031	10	0,006	NT	LC	LC	IV
Noctule sp./Sérotine sp.			2	0,001	3	0,001	-	-	-	-
Total	22	0,022	498	0,56	266	0,219				
Nombre d'espèces	2		5		5					

Figure 50 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité totale des chiroptères (en nombre de contacts bruts)

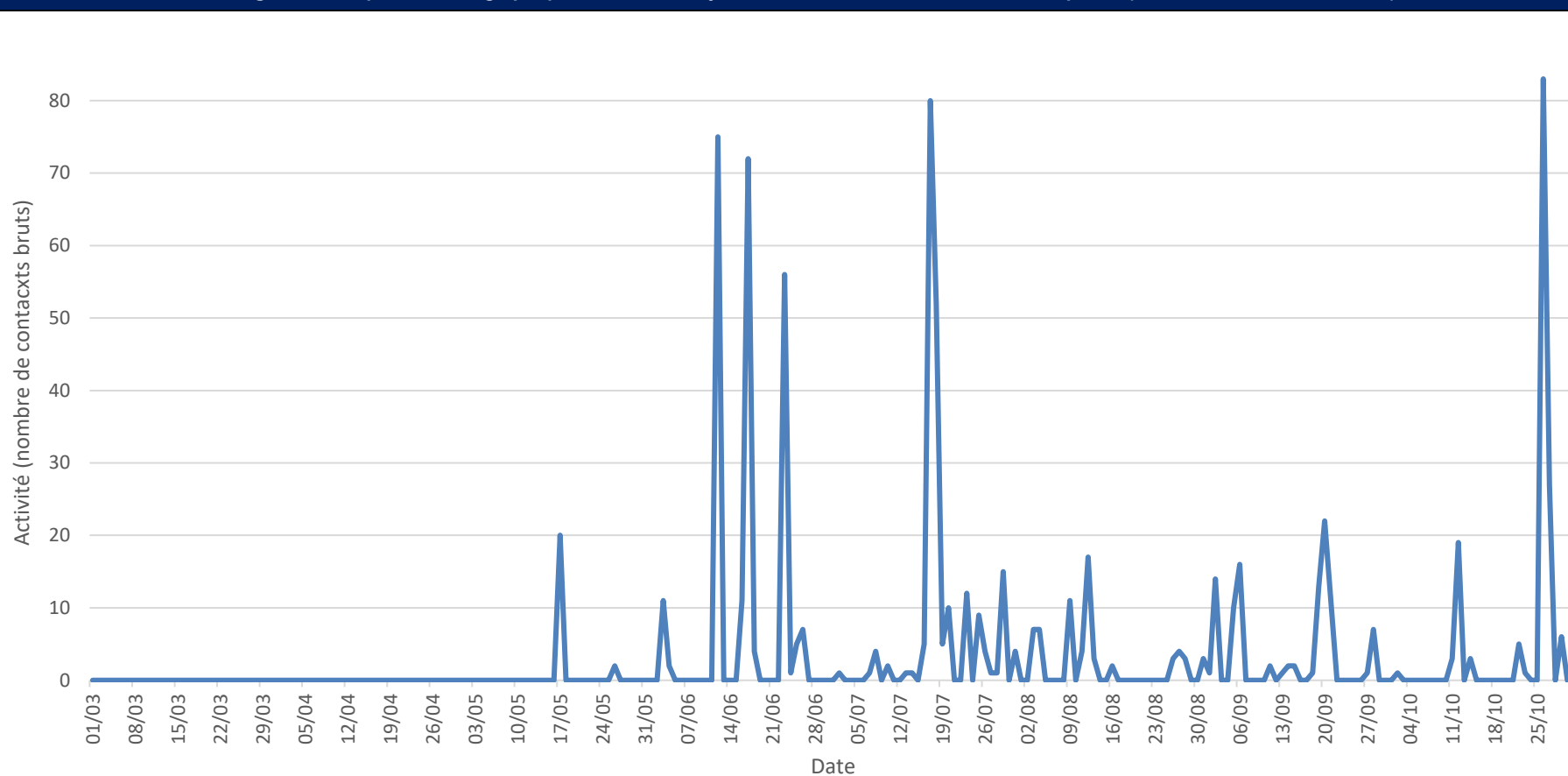


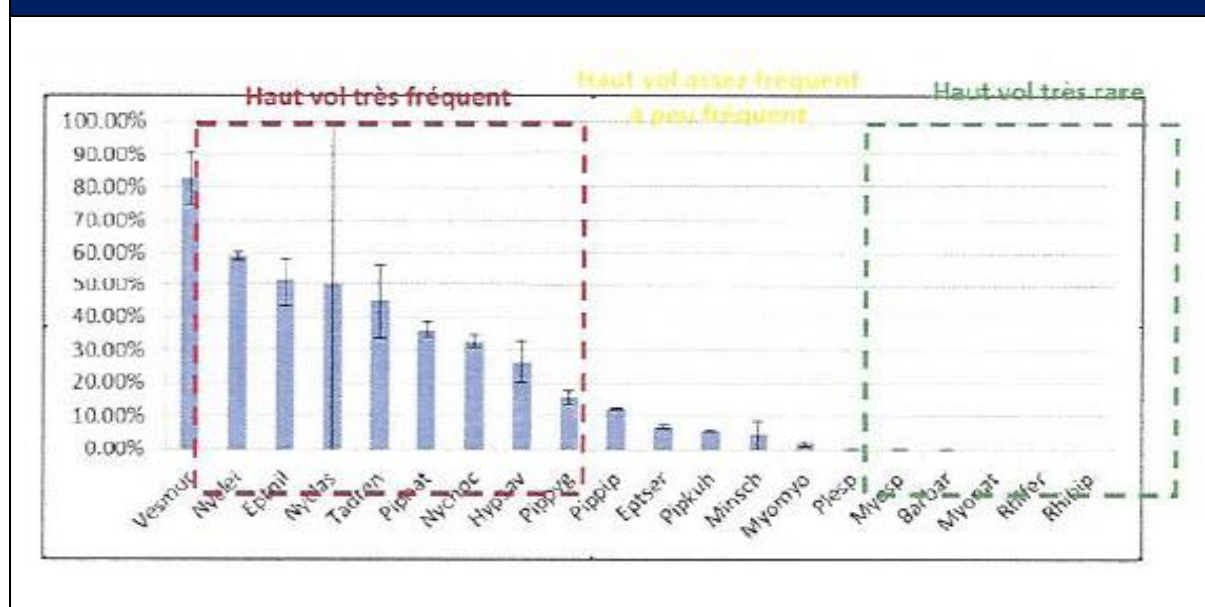


Figure 51 - Détails des coefficients de détectabilité et des distances de détection des chiroptères en milieu ouvert (Barataud M. 2015)

Intensité d'émission	Espèces	Distance détection (m)	Coefficient de détectabilité
Moyenne	Pipistrelle commune	25	1,00
	Pipistrelle de Kuhl	25	1,00
	Pipistrelle de Nathusius	25	1,00
Forte	Sérotine commune	40	0,63
Très forte	Noctule de Leisler	80	0,31
	Noctule commune	100	0,25

Cinq espèces déterminées de chiroptères ont été inventoriées durant ce protocole d'écoute. Toutes sont protégées en France et toutes sont patrimoniales en raison de leurs statuts de conservation défavorables en France ou en région.

Figure 52 - Proportions des contacts localisés à plus de 25 m de hauteur par espèce (Haquart et al. 2014)



Deux des cinq espèces détectées via les écoutes en continu (Noctule de Leisler et Pipistrelle de Nathusius) sont des espèces migratrices capables de transiter à haute altitude. Elles forment, avec la Pipistrelle commune, les espèces les plus impactées par les éoliennes en Europe (Synthèse des cas de mortalité de chiroptères en France (T.Dürr, août 2023) - Figure 62 - page 90).

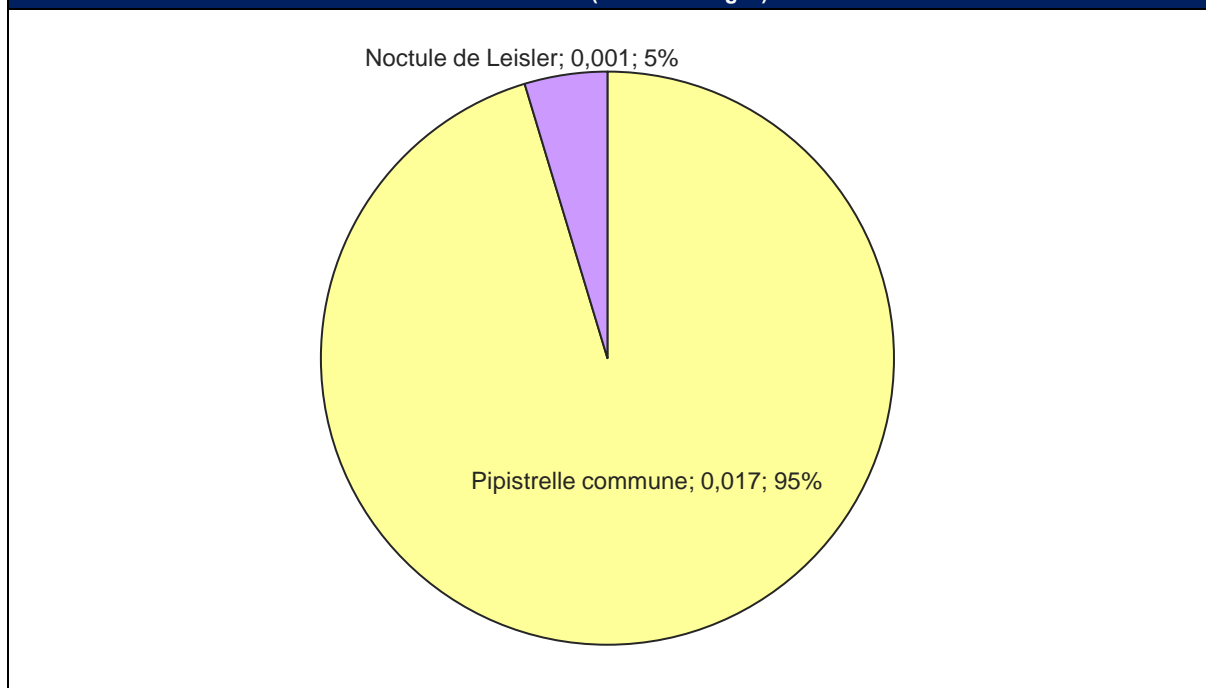
Globalement, l'activité enregistrée à hauteur de nacelle **a été faible**, s'échelonnant de moins de 0,001 à 0,286 contact par heure corrigé en fonction de l'espèce.

Le premier contact a été enregistré le **17 mai** et le dernier le **29 octobre 2024** (pour une mise en fonctionnement des enregistrements le 18 mars et un arrêt le 31 octobre 2024).

## 3.2. Étude de l'activité en période des transits printaniers

### 3.2.1. Répartition quantitative des espèces contactées en période des transits printaniers

Figure 53 - Répartition quantitative des chiroptères détectés lors des transits printaniers au niveau de la nacelle de l'éolienne (activité corrigée)



L'activité lors des transits printaniers est globalement faible avec au total 22 contacts enregistrés sur l'ensemble de la période, soit 0,022 contact par heure corrigé. L'activité de la Pipistrelle commune (0,021 c/h corrigé) est dominante, suivie par la Noctule de Leisler (0,001 c/h corrigé).

### 3.2.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en phase des transits printaniers

Figure 54 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité totale des chiroptères lors des transits printaniers (en nombre de contacts)

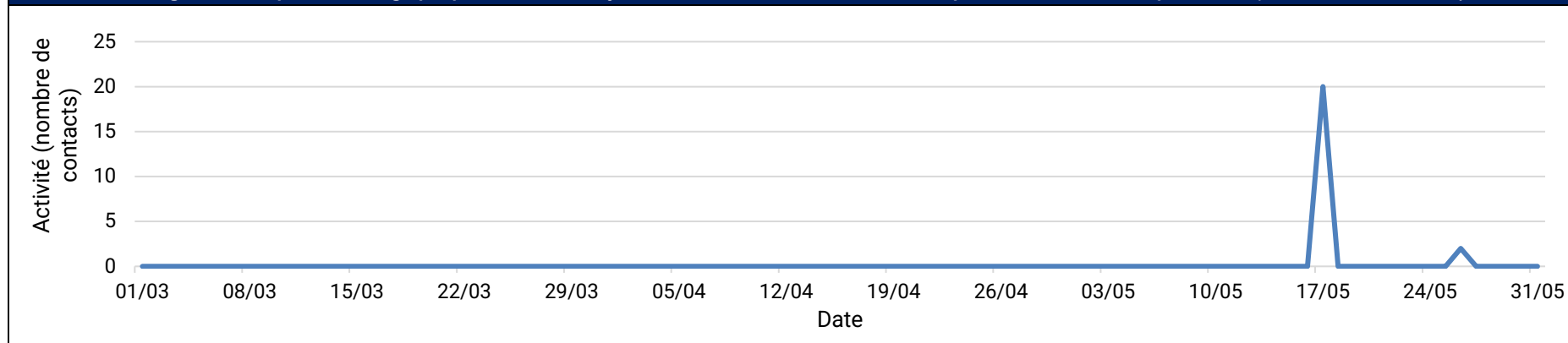
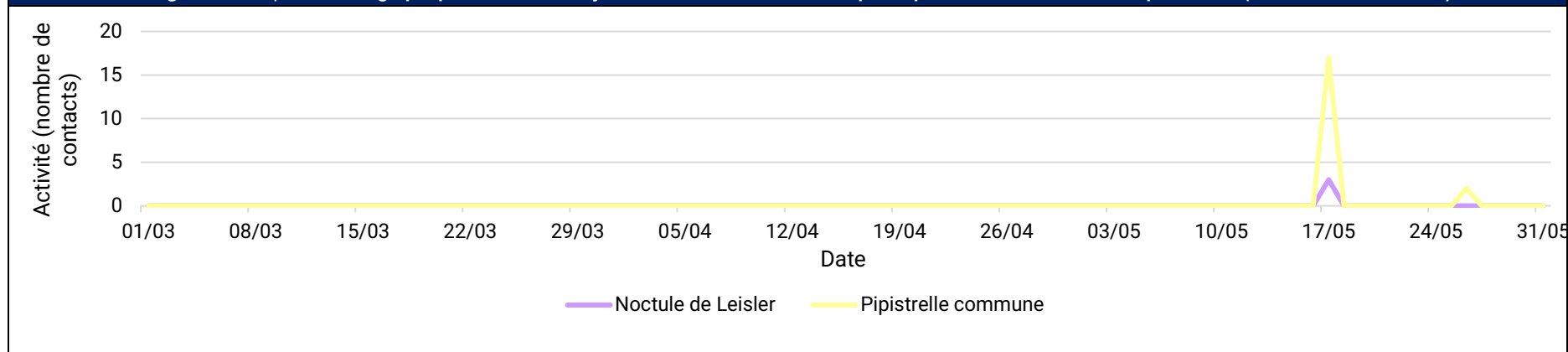


Figure 55 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité des espèces présentes lors des transits printaniers (en nombre de contacts)



En période des transits printaniers, l'activité chiroptérologique est jugée globalement faible. Deux espèces identifiées de manière certaine ont été détectées : la **Pipistrelle commune** et la **Noctule de Leisler**.

Au cours de cette phase, l'activité se concentre entre le 17 et le 26 mai 2024, seules nuits d'activité. Aucun contact n'a été enregistré en dehors de cette période. La nuit du 17 mai 2024 présente l'activité la plus importante avec 20 contacts dont 17 de Pipistrelle commune et 3 de Noctule de Leisler. La Pipistrelle commune est recontactée deux fois la nuit du 26 mai.

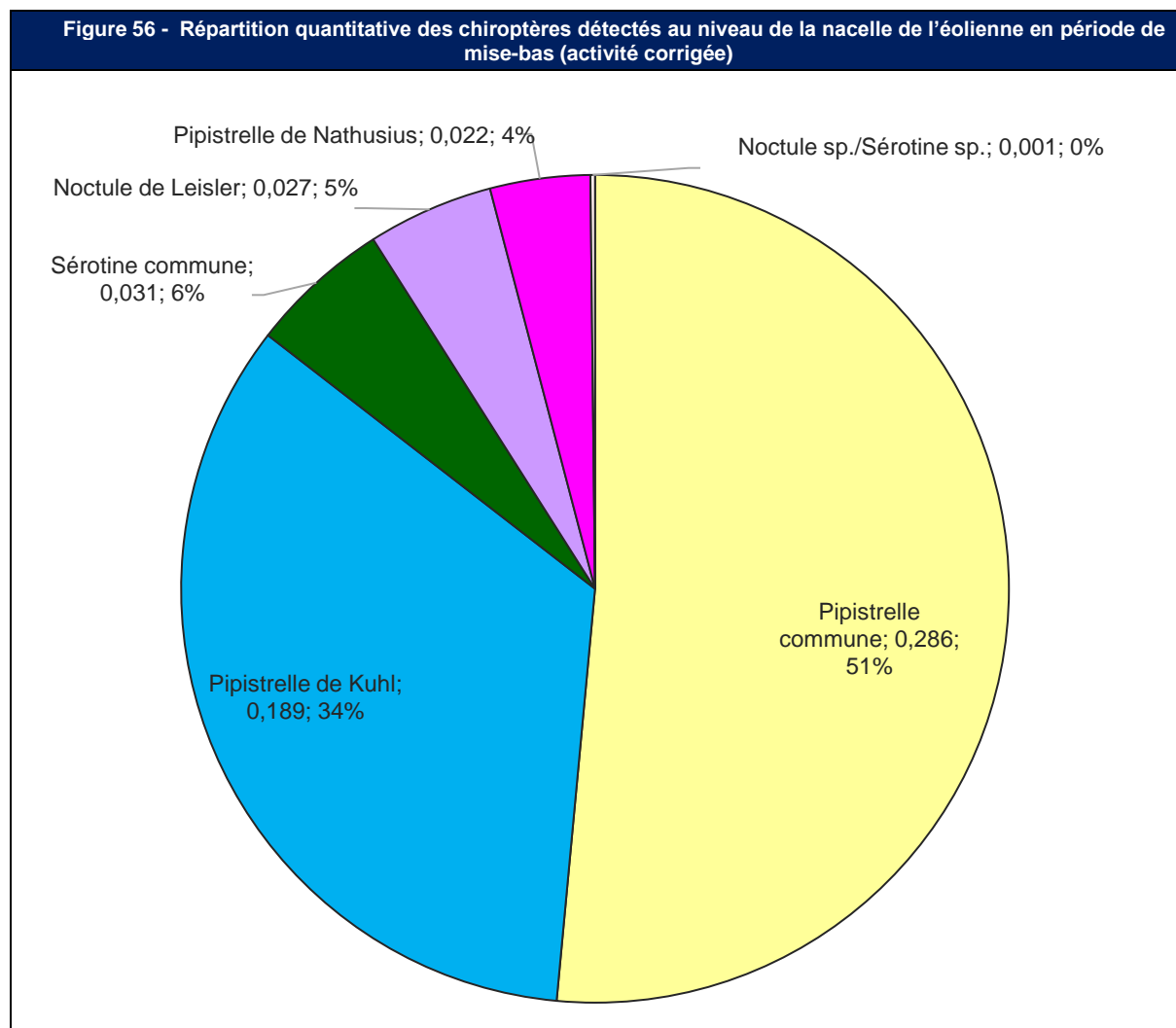
Parmi les espèces détectées, seule la **Noctule de Leisler** est migratrice. Sa présence ponctuelle (une seule nuit) et son activité faible (0,01 c/h corrigé) malgré des conditions météo favorables démontre donc que le secteur sert principalement de lieu de transit ponctuel au printemps. La **Pipistrelle commune** a été contactée pendant deux nuits durant la période des transits printaniers, son activité est faible (0,021 c/h corrigé). Il est probable qu'elle utilise ce secteur comme zone de transit, dans le but de rejoindre des secteurs plus propices. Le risque de collision et de barotraumatisme porté à l'encontre de ces espèces est jugé faible au printemps et très faible avant la mi-mai.

L'activité chiroptérologique globale est faible en phase des transits printaniers. Le pic d'activité de la **Pipistrelle commune** et de la **Noctule de Leisler** le 17 mai 2024 est à considérer. L'analyse des périodes suivantes permettra de comprendre l'utilisation du site par ces espèces.



### 3.3. Étude de l'activité en période de mise-bas

#### 3.3.1. Répartition quantitative des espèces contactées en période de mise-bas



L'activité lors de la période de mise-bas est plus importante que celle enregistrée au cours de la période des transits printaniers (498 contacts bruts ont été enregistrés en période de mise-bas contre 22 au printemps).

La Pipistrelle commune domine très largement le cortège présent en été, accompagnée de la Pipistrelle de Kuhl, de la Noctule de Leisler et de la Sérotine commune.

### 3.3.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en phase de mise-bas

Figure 57 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité totale des chiroptères en phase de mise-bas (en nombre de contacts)

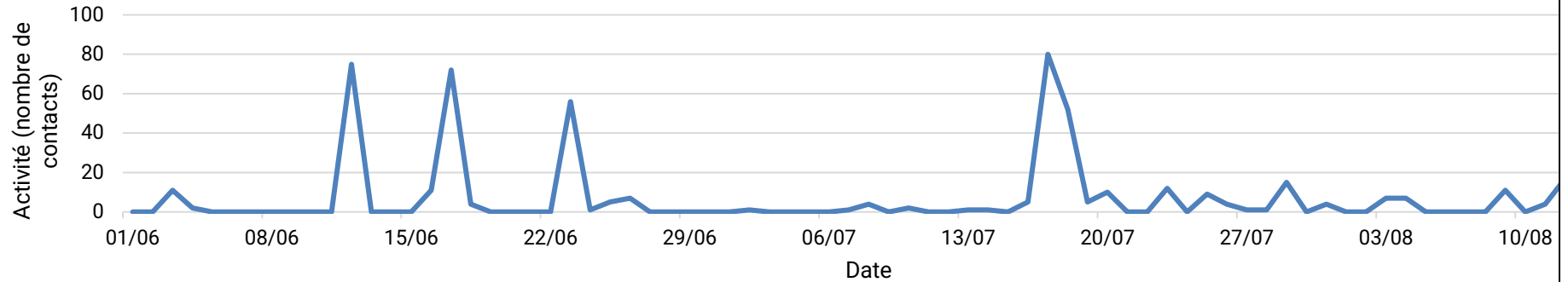
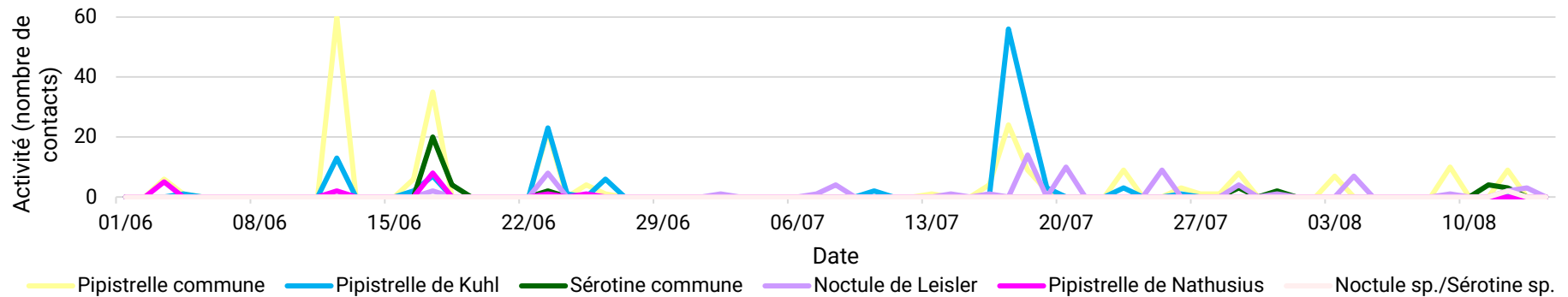


Figure 58 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité en phase de mise-bas (en nombre de contacts)



L'analyse démontre que l'activité chiroptérologique est hétérogène au cours de la période de mise-bas. Entre le 12 juin et le 23 juin 2024 l'activité semble importante sur le site puis un pic d'activité est observé le 17 juillet 2024. L'activité reprend à partir du 17 juillet jusqu'au 13 août 2024. La nuit du 12 juin 2024 présente une activité notable avec 75 contacts enregistrés, ainsi que la nuit du 17 juillet avec 80 contacts enregistrés.

Deux espèces de haut vol ont été détectées : la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler. La Pipistrelle de Nathusius est détectée à partir du 3 juin jusqu'au 25 juin 2024, son activité maximale a été enregistrée au cours de la nuit du 17 juin 2024 (8 contacts bruts). La Noctule de Leisler a été détectée au cours de quatorze nuits, avec une activité maximale comptabilisant 14 contacts le 18 juillet 2024. Il est à noter que 2 contacts bruts du groupe Noctule/Sérotine ont été enregistrés la nuit du 12 août 2024. La Pipistrelle commune est l'espèce la plus répandue, elle a été contactée à partir de la nuit du 12 juin 2024 et son activité a été maximale au cours de la nuit du 12 juin (60 contacts enregistrés). La Pipistrelle de Kuhl présente également une forte activité de façon irrégulière entre le 12 juin et le 17 juillet avec un pic d'activité le 17 juillet 2024 (56 contacts enregistrés).

Au vu de l'activité assez régulière mais faible de la **Noctule de Leisler** au cours de la période de mise-bas, l'espèce ne semble pas utiliser le secteur d'étude pour le nourrissage des jeunes. Il est probable que ces contacts relatent le comportement d'un individu seul (mâle) en dispersion ou en chasse à proximité des lisières et des canopées environnantes. **Le risque de collision/barotraumatisme de la Noctule de Leisler en été est jugé faible à modéré.**

La **Pipistrelle de Nathusius** a été détectée ponctuellement en début de phase de mise-bas. Au vu du faible nombre de contacts lorsqu'elle est détectée, elle est probablement de passage sur le secteur d'étude et ne semble pas chasser à proximité. **Le risque de collision/barotraumatisme de la Pipistrelle de Nathusius en été est jugé faible à modéré.**

La **Pipistrelle de Kuhl** présente une activité ponctuelle d'intensité moyenne (3 à 56 contacts) en début de phase de mise-bas. Au vu de la fréquence et du nombre de contacts variable lorsqu'elle est détectée, elle est probablement de passage sur le secteur d'étude et ne semble pas chasser à proximité. **Le risque de collision/barotraumatisme de la Pipistrelle de Kuhl en été est jugé très faible à faible.**

La **Pipistrelle commune** représente une grande partie des contacts enregistrés en été, elle a été contactée ponctuellement (détectée lors de 20 nuits sur 74) avec un nombre de contact modéré (entre 1 et 60 contacts). **Le risque de collision/barotraumatisme de la Pipistrelle commune en été est jugé faible à modéré en été.**

La **Sérotine commune** n'a été contactée que très ponctuellement lors de la période de mise-bas (détectée lors de 7 nuits uniquement) avec un pic de 20 contacts lors de la nuit du 17 juin. **Le risque de collision/barotraumatisme de la Sérotine commune en été est jugé faible en été.**



La Noctule de Leisler a souvent été contactée au cours de la période estivale – B. SAVINA



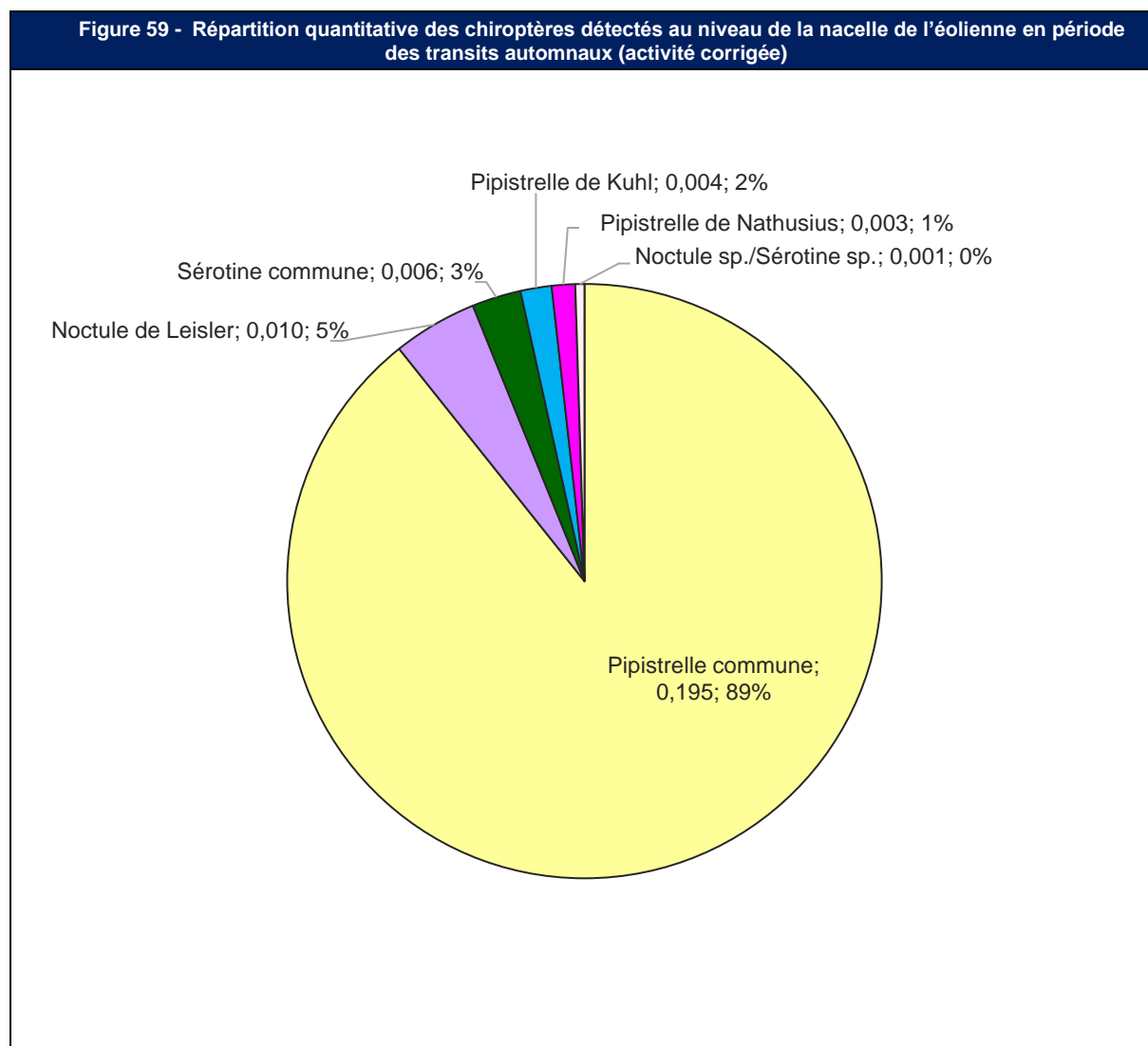
La Pipistrelle commune est l'espèce ayant eu le plus haut pic d'activité en période de mise bas – B. SAVINA

En définitive, en été, la fréquentation du secteur est dominée par la **Pipistrelle commune** et la **Pipistrelle de Kuhl**. Le risque de mortalité vis-à-vis de ces espèces est jugé faible à modéré du fait de leur contacts ponctuels au cours de cette période. La **Noctule de Leisler** et la **Sérotine commune** sont également ponctuellement contactées au cours de cette période avec des activités plus faibles. C'est pourquoi un risque de collision faible à modéré leur est attribué.



### 3.4. Étude de l'activité en période des transits automnaux

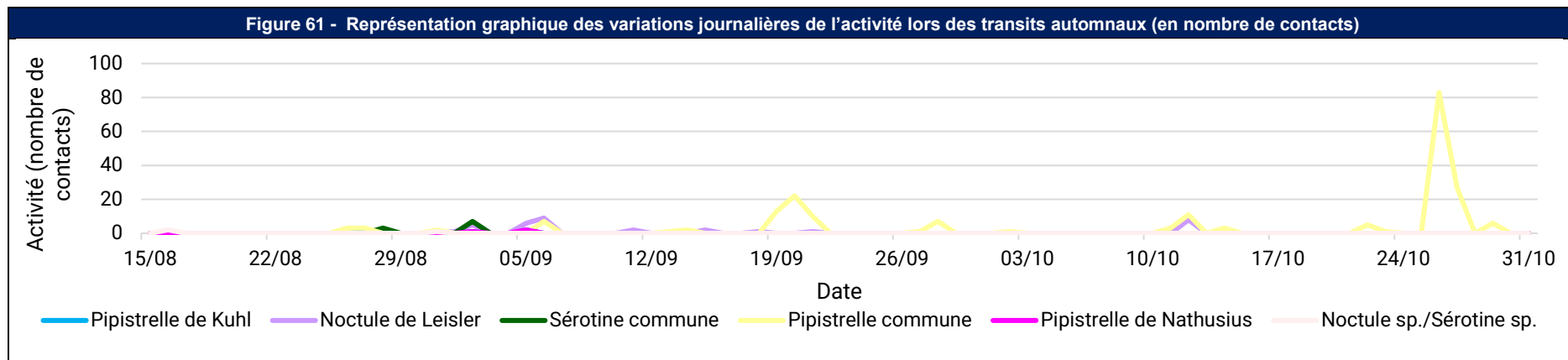
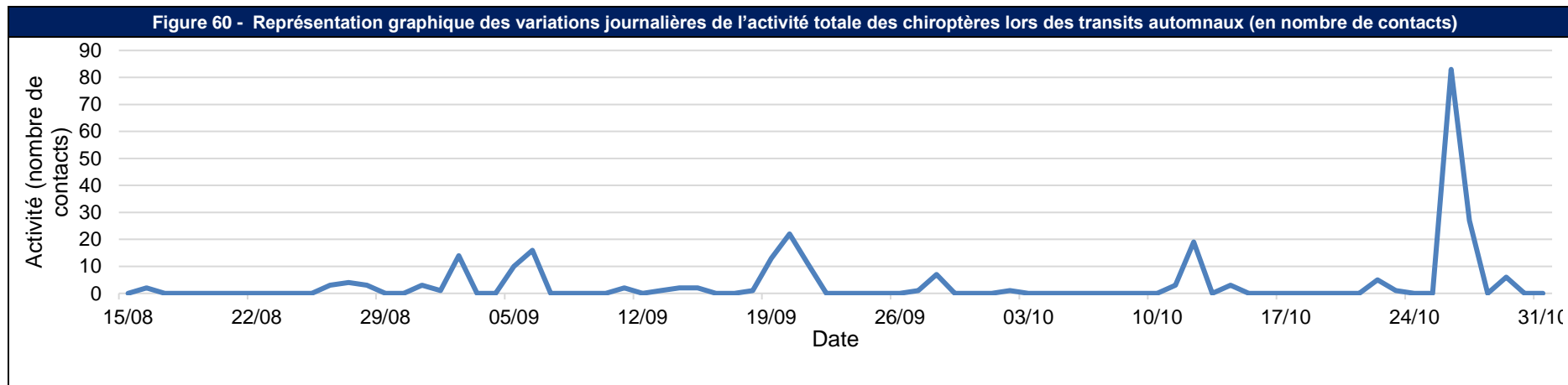
#### 3.4.1. Répartition quantitative des espèces contactées en période des transits automnaux



La diversité spécifique et l'activité enregistrée lors de la période des transits automnaux sont plus importantes qu'au printemps et identiques à l'été. L'activité totale enregistrée en automne est de 0,219 contacts par heure corrigés contre 0,022 contact par heure corrigé au printemps et 0,56 contact par heure corrigé en été. Les espèces détectées lors des transits automnaux sont les mêmes que lors de la période de mise-bas.

La Pipistrelle commune domine largement l'activité chiroptérologique enregistrée avec une activité de 0,195 contact par heure corrigé sur l'ensemble de la période, suivie de loin par la Noctule de Leisler (0,009 c/h corrigé) et par la Sérotine commune (0,006 c/h corrigé). La Pipistrelle de Kuhl ainsi que la Pipistrelle de Nathusius ont également été détectées lors de la période automnale avec une activité très faible.

### 3.4.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en phase des transits automnaux



Lors des transits automnaux, l'activité chiroptérologique est la seconde plus importante des trois périodes suivies avec 266 contacts bruts enregistrés, soit une activité de 0,22 contacts par heure corrigés. L'activité chiroptérologique est irrégulière au cours de cette période. Un pic d'activité avec 83 contacts a été enregistré le 26 octobre 2024, par l'unique activité de la Pipistrelle commune.

La **Pipistrelle commune** est l'espèce la plus contactée lors de cette période des transits automnaux, elle montre une activité globalement faible (0,195 c/h corrigé) et irrégulière. Cette espèce a exercé une activité jugée faible la nuit du 26 octobre 2024 (83 contacts). Au cours de la nuit du 20 septembre, cette espèce a réalisé un autre pic d'activité avec 22 contacts, ce qui reste très faible. L'espèce n'est plus détectée à partir du 29 octobre 2024. En considérant les pics d'activité de la Pipistrelle commune durant certaines nuits, **son risque aux effets de collision/barotraumatisme est jugé faible en automne.**

La **Noctule de Leisler** a été contactée très ponctuellement lors de la période automnale, avec un pic d'activité le 6 septembre et le 12 octobre 2024 avec respectivement 9 et 8 contacts. Elle a été détectée au cours de 9 nuits sur toute la phase des transits automnaux. Cette espèce a donc exercé une activité très faible tout au long de cette période. La migration de la Noctule de Leisler a lieu principalement entre le 15 août et le 15 septembre. Il arrive que des individus migrent plus tardivement comme ici. **La présence de la Noctule de Leisler s'associe à un risque aux effets de collision/barotraumatisme très faible en automne.**

La **Sérotine commune** n'a été détectée que lors de deux nuits (le 28 août et le 2 septembre 2024) durant lesquelles elle a exercé une activité faible avec respectivement 3 et 7 contacts. Cette espèce n'est pas migratrice sur de longues distances. Il est probable que les individus contactés étaient en dispersion autour de leurs gîtes de mise-bas. Il s'agit d'une espèce évoluant à basse altitude, **le risque aux effets de collision/barotraumatisme pour la Sérotine commune est donc très faible lors de la saison automnale.**

La **Pipistrelle de Nathusius** et la **Pipistrelle de Kuhl** n'ont été actives que deux ou trois nuits avec un maximum de 2 contacts lors des transits automnaux. Il est probable que des individus de ces deux espèces transitent sur le secteur pendant la période de migration automnale, mais les activités enregistrées permettent d'estimer que **leurs risques aux effets de collision/barotraumatisme sont jugés très faibles.**

Le groupe d'espèce non identifiée Noctule sp./Sérotine sp. n'a été contacté que lors de deux nuits en début de période de transits automnaux, avec un et deux contacts enregistrés lors de ces nuits.

Les transits automnaux sont surtout marqués par la présence de la Pipistrelle commune avec un pic d'activité la nuit du 26 octobre 2024. Ce pic d'activité représente à lui seul près d'un tiers des contacts recensés en période de transits automnaux.

La Pipistrelle commune et dans un second temps la Noctule de Leisler et la Sérotine commune sont les espèces les plus détectées lors de cette phase. La Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle de Kuhl ont également été contactées anecdotiquement lors des écoutes en continu. Ces espèces sont connues pour être vulnérables à la collision et au barotraumatisme. Au regard des conditions d'activité enregistrées, le risque de collision est jugé faible pour la Pipistrelle commune et très faible pour le reste des espèces ou groupe d'espèce contactées.



### 3.5. Synthèse des sensibilités

En France, parmi les 4 594 cadavres découverts et compilés (T. Dürr - Août 2023), les espèces impactées sont réparties comme suit :

Figure 62 - Synthèse des cas de mortalité de chiroptères en France (T.Dürr, août 2023)			
Espèces	Pourcentage	Espèces	Pourcentage
Pipistrelle commune	42,03%	Noctule indéterminée	0,11%
Chiroptère indéterminé	10,12%	Grand Murin	0,11%
Pipistrelle indéterminée	9,16%	Murin à moustaches	0,09%
Pipistrelle de Nathusius	9,03%	Murin de Natterer	0,07%
Pipistrelle de Kuhl	8,95%	Murin à oreilles échancrées	0,07%
Noctule commune	5,86%	Molosse de Cestoni	0,07%
Noctule de Leisler	5,29%	Murin de Daubenton	0,04%
Pipistrelle pygmée	4,33%	Murin de Bechstein	0,04%
Sérotine commune	1,57%	Oreillard gris	0,04%
Vespère de Savi	1,28%	Petit Murin	0,02%
Pipistrelle commune/pygmée	0,87%	Murin indéterminé	0,02%
Sérotine bicolore	0,24%	Oreillard roux	0,02%
Grande Noctule	0,22%	Oreillard indéterminé	0,02%
Minioptère de Schreibers	0,17%	Grand Rhinolophe	0,02%
Barbastelle d'Europe	0,13%		

En orange, les espèces contactées via les écoutes en continu sur le site d'étude

#### 3.5.1. Niveaux d'activité par nuit

Le bureau d'études Ecosphère a présenté un document proposant de caractériser les niveaux d'activité chiroptérologique en altitude en fonction du nombre de contacts bruts obtenus sur une nuit. Toutes les études compilées pour le référentiel « nacelle » ont concerné des micros installés sur des éoliennes, à plus de 50 mètres d'altitude.

Six classes de valeurs d'activité ont été définies :

- **Activité faible** si inférieure à Q25%, car correspondant aux 75% des résultats du référentiel les plus souvent obtenus ;
- **Activité modérée** si comprise entre Q25% et Q50%, car correspondant aux 50-75% des résultats les plus souvent obtenus ;
- **Activité assez forte** si comprise entre Q50% et Q75%, car correspondant aux 25-50% des résultats les plus souvent obtenus ;
- **Activité forte** si comprise entre Q75% et Q90%, car correspondant aux 10-25% des résultats les plus souvent obtenus ;
- **Activité très forte** si supérieure à Q90%, car correspondant aux 10% des résultats les plus souvent obtenus.

Figure 63 - Seuils de la méthodologie Altisphère par Ecosphère par espèce				
Seuils exprimés en contacts par nuit				
Espèces	Q25	Q50	Q75	Q90
Pipistrelle commune	1	3	6	13
Pipistrelle de Nathusius	1	1	2	2
Pipistrelle de Kuhl	1	1	2	3
Noctule commune	1	3	6	16
Noctule de Leisler	1	3	6	16
Sérotine commune	1	3	5	8
Sérotule	2	4	12	19
TOUTES ESPECES	2	4	10	24

Seules les espèces présentes ont été retenues, liste entière en annexe 3 page 135.

Figure 64 - Nombre de nuits d'échantillonnage			
Nuits	Nombre de nuits par saison		
	Printemps	Eté	Automne
Echantillonnées	74	74	77
Ayant présenté une activité chiroptérologique	2	34	28

L'analyse a montré qu'au printemps, une activité chiroptérologique s'observait durant 0,03% des nuits, en été durant 45,9% et en automne durant 36,4% des nuits.

Figure 65 - Nombre de nuits d'activité par niveau d'activité et par saison toutes espèces confondues				
Niveaux d'activité	Nombre de nuits d'activité par saison			Total
	Printemps	Eté	Automne	
Faible	-	8	6	14
Modéré	1	3	9	12
Assez fort	-	12	4	16
Fort	1	6	7	13
Très fort	-	5	2	7
<b>Total</b>	2	34	28	-

Au printemps, l'activité (lorsqu'elle a eu lieu) a été modérée ou forte. En été, elle a majoritairement été assez forte et des activités très fortes sont recensées, tandis qu'en automne, elle a été globalement faible à forte avec là aussi des niveaux pouvant être très forts (mais moins souvent qu'en été). L'été est la saison présentant la plus grande activité chiroptérologique au niveau de l'intensité et du nombre de nuits : 12 nuits présentent une activité assez forte, 6 nuits une activité forte et 5 nuits une activité très forte. L'ensemble montre donc une activité assez disparate, avec une activité plus soutenue en été puis en automne. Les niveaux d'activité spécifiques sont majoritairement qualifiés de faibles à assez forts. Les nuits de présence forte à très forte sont concentrées sur la période estivale et automnale.

Figure 66 - Nombre de nuits d'activité par niveau d'activité, par espèce et par saison

Saison	Niveau d'activité	Nombre de nuits de présence par espèce						
		Noctule de Leisler	Noctule sp./Sérotine sp.	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	Sérotine commune	Toutes les espèces
Printemps	Faible	-	-	-	-	-	-	-
	Modéré	1	-	-	-	-	-	1
	Assez fort	-	-	-	-	-	-	-
	Fort	-	-	1	-	-	-	1
	Très fort	-	-	-	-	-	-	-
Été	Faible	6	-	6	4	2	-	8
	Modéré	3	1	2	4	1	4	3
	Assez fort	5	-	9	2	2	2	12
	Fort	2	-	3	2	-	1	6
	Très fort	-	-	2	2	-	-	5
Automne	Faible	3	1	4	2	1	-	6
	Modéré	2	1	6	1	1	1	9
	Assez fort	3	-	4	-	-	1	4
	Fort	-	-	4	-	-	-	7
	Très fort	-	-	2	-	-	-	2

### 3.5.2. Niveaux de sensibilité par espèce et par période

L'analyse des niveaux d'activité saisonniers de chaque espèce croisée avec leurs caractéristiques physiques et leurs comportements connus permet d'estimer le risque de collision et de barotraumatisme global de chaque espèce.

Figure 67 - Sensibilité à la collision estimée par espèce et par saison			
Espèces	Sensibilité à la collision estimée		
	Transits printaniers	Mise-bas	Transits automnaux
Noctule de Leisler	Faible à très faible	Faible à modérée	Très faible
Pipistrelle commune	Faible	Faible à modérée	Faible
Pipistrelle de Nathusius	Non évaluée	Faible à modérée	Très faible
Pipistrelle de Kuhl	Non évaluée	Faible à très faible	Très faible
Sérotine commune	Non évaluée	Faible	Très faible

Sensibilité non évaluée : l'espèce n'a pas été contactée au cours du suivi en nacelle

Globalement, les caractéristiques intrinsèques de certaines espèces font que, lorsqu'elles sont présentes, leur risque de collision et de barotraumatisme est significatif en raison notamment de leur taille supérieure ou de leur aisance à circuler en altitude.

C'est pourquoi la **Pipistrelle commune**, la **Pipistrelle de Nathusius** et la **Noctule commune** sont marquées par une sensibilité faible à modérée en période de mise-bas. En effet, en cette période, l'activité de ces espèces est plus marquée que lors des autres saisons.

Les autres espèces présentent un risque globalement faible à très faible en période de mise-bas et de transits automnaux, et n'ont pas été repérée en période de transits printaniers.

Le chapitre suivant permettra de corrélérer divers facteurs extérieurs avec l'activité des chauves-souris afin d'aboutir à une compréhension plus fine de leur exploitation du secteur.



### 3.6. Corrélation de l'activité enregistrée au niveau de l'éolienne avec les principaux facteurs extérieurs

#### 3.6.1. La vitesse de vent

Figure 68 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent (en nombre de contacts)

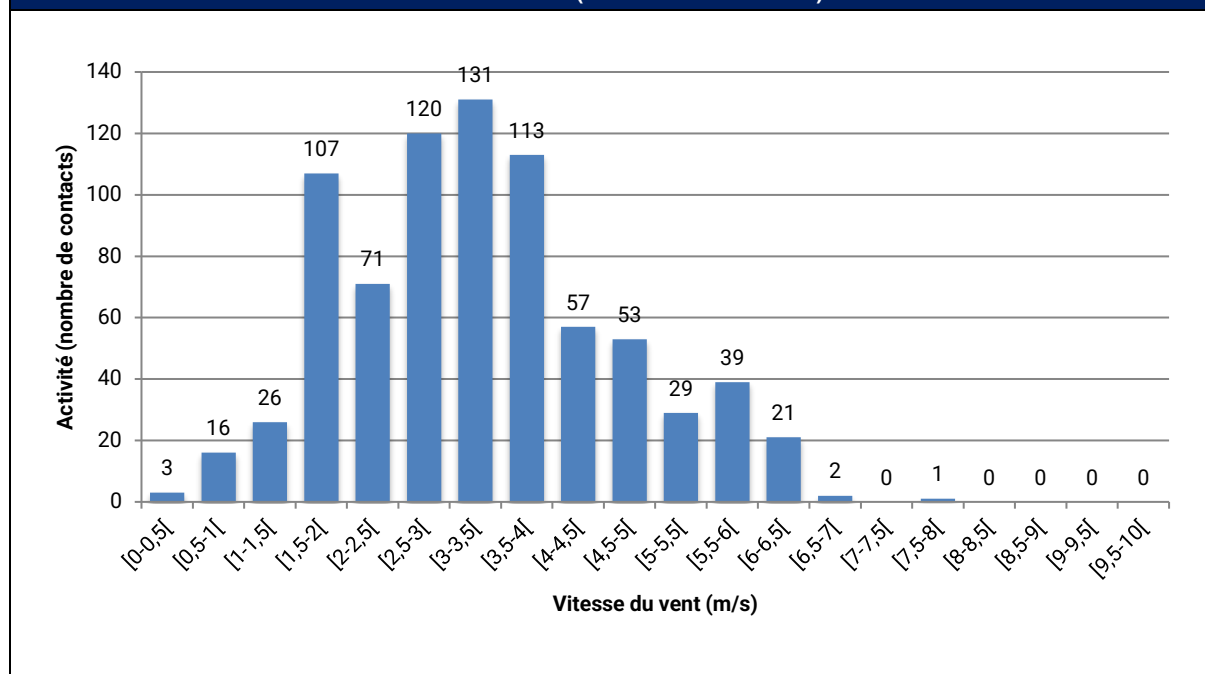


Figure 69 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent

Classe de vitesse du vent (en m/s)	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
$X < 3$	343	43,47%	43,47
$3 \leq X < 4$	244	30,93%	74,40
$4 \leq X < 5$	110	13,94%	88,34
$5 \leq X < 5,5$	29	3,68%	92,02
$5,5 \leq X < 6$	39	4,94%	96,96
$6 \leq X < 6,5$	21	2,66%	99,62
$6,5 \leq X < 7$	2	0,25%	99,87
$7 \leq X < 7,5$	0	0,00%	99,87
$7,5 \leq X < 8$	1	0,13%	100,00
$X \geq 8$	0	0,00%	100,00
<b>Total</b>	<b>789</b>	<b>100,00%</b>	<b>-</b>

Les données montrent que localement, l'activité a eu lieu lors de vitesses de vent comprises entre 0 et 6,5 m/s. 92,02% de l'activité est recensée pour des vitesses de vent inférieures à 5,5 m/s.

### 3.6.2. La température

Figure 70 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures (en nombre de contacts)

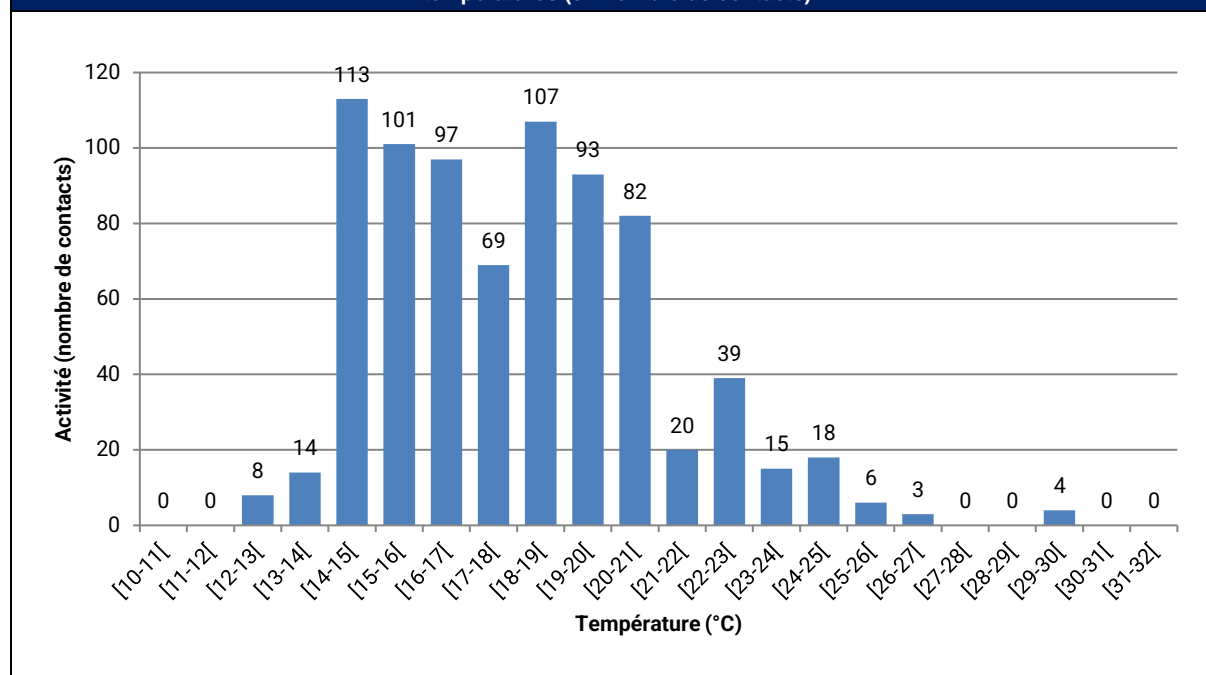


Figure 71 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures

Classe de températures (en °C)	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
$X < 10$	0	0,00	0,00%
$10 \leq X < 11$	0	0,00	0,00%
$11 \leq X < 12$	0	0,00	0,00%
$12 \leq X < 15$	135	0,00	17,11%
$15 \leq X < 18$	267	17,11	50,95%
$18 \leq X < 20$	200	33,84	76,30%
$20 \leq X < 25$	174	25,35	98,35%
$X \geq 25$	0	22,05	100,00%
Total	789	1,65	-

Les données montrent que l'activité s'est répartie pour des températures allant de 12 à 30°C (température mesurée à l'extérieur de la nacelle). Au total, **82,89%** des contacts ont été enregistrés pour des températures supérieures ou égales à 12°C. Les chauves-souris sont plus sensibles au froid qu'à la chaleur. En effet, lorsqu'il fait froid, la disponibilité en nourriture (insectes) est faible et la dépense énergétique nécessaire à la chasse n'est pas compensée de manière suffisante.

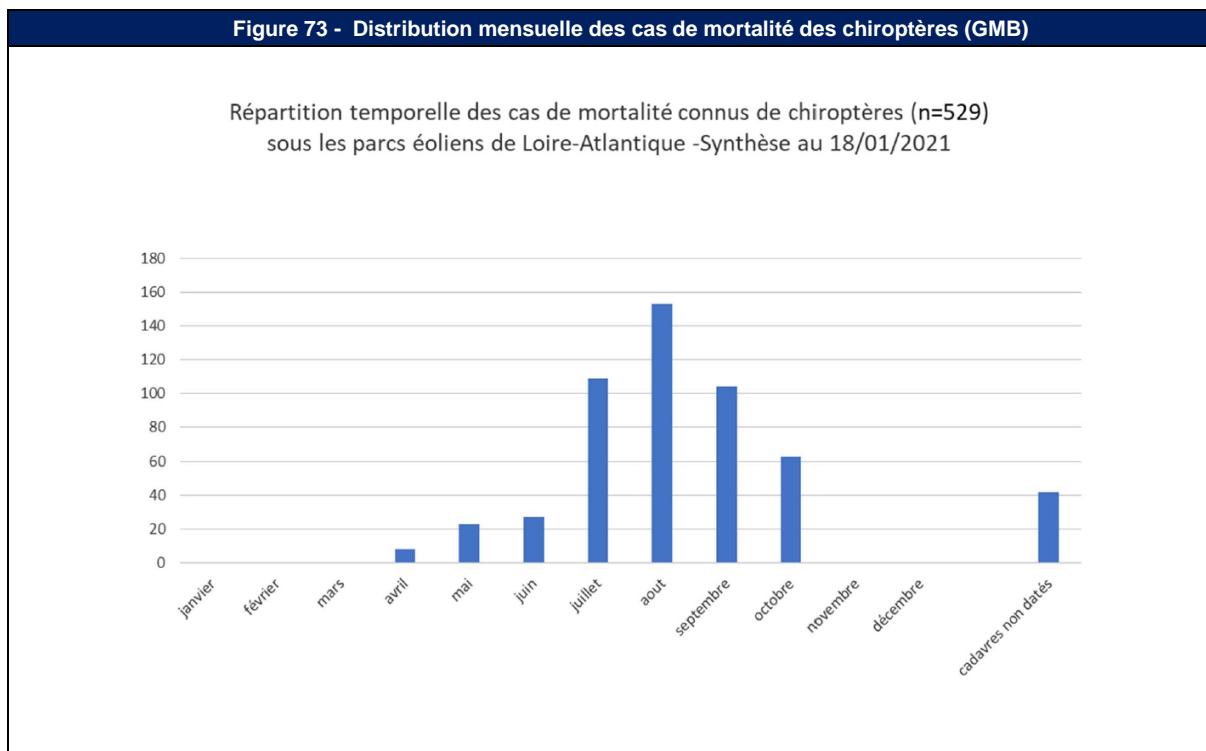
### 3.6.3. Le mois

Figure 72 - Nombre de contacts enregistrés en fonction du mois d'écoute			
Mois de l'année	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
Mai	279	12,31%	12,31%
Juin	320	14,12%	26,42%
Juillet	778	34,32%	60,74%
Août	251	11,07%	71,81%
Septembre	379	16,72%	88,53%
Octobre	206	9,09%	97,62%
Novembre	54	2,38%	100,00%
Total	2267	100,00%	-

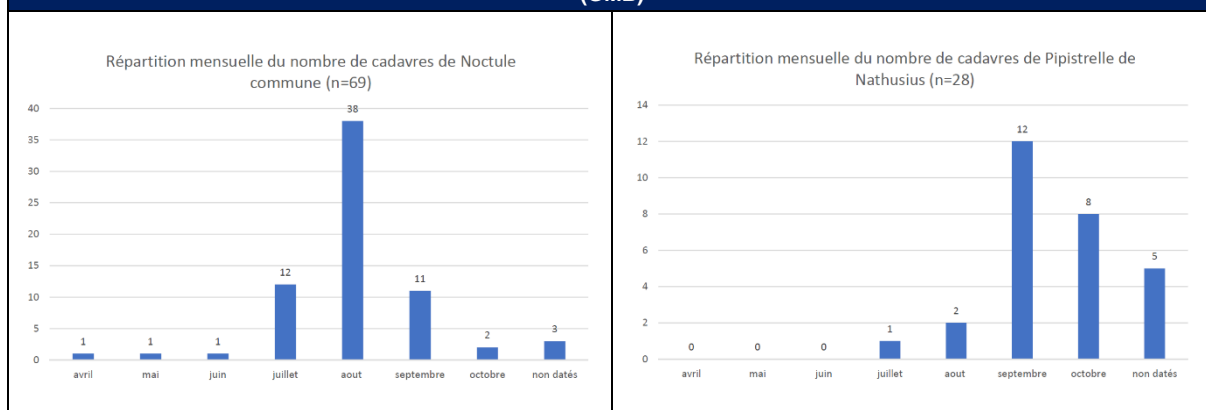
L'activité est hétérogène sur l'ensemble de l'année, variant de 54 à 778 contacts par mois. Toutefois, en dehors des mois de juillet et de novembre, le nombre de contact par mois est assez homogène et tourne autour de 206-379 contacts. Il apparaît que les chauves-souris sont surtout présentes entre juillet et septembre (62,11% des contacts). Le mois qui présente la plus grande activité est le mois de juillet avec 778 contacts bruts. Ceci se rapporte à un événement ponctuel, la nuit du 17 et 18 juillet 2024 où la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler ont exercé une activité plus marquée (respectivement 58, 24, et 14 contacts). En masquant ces contacts, l'activité du mois de juillet est comparable aux mois de juin ou août.

Une étude menée en Loire-Atlantique par le GMB (Groupe Mammalogique Breton) a démontré que les chiroptères étaient surtout victimes des éoliennes entre les mois de juillet et octobre. Les noctules communes sont davantage retrouvées mortes en août (avec plus de dix cas de mortalité recensés en juillet et en septembre en 2020 selon l'étude du GMB) tandis que la Pipistrelle de Nathusius l'était en septembre et en octobre. Ces conclusions sont obtenues à partir d'un faible échantillonnage, mais permettent d'émettre des hypothèses concernant les périodes à risques pour les chiroptères.

**Figure 73 - Distribution mensuelle des cas de mortalité des chiroptères (GMB)**



**Figure 74 - Distribution mensuelle des cas de mortalité de la Noctule commune et de la Pipistrelle de Nathusius (GMB)**





### 3.6.4. L'heure de la nuit

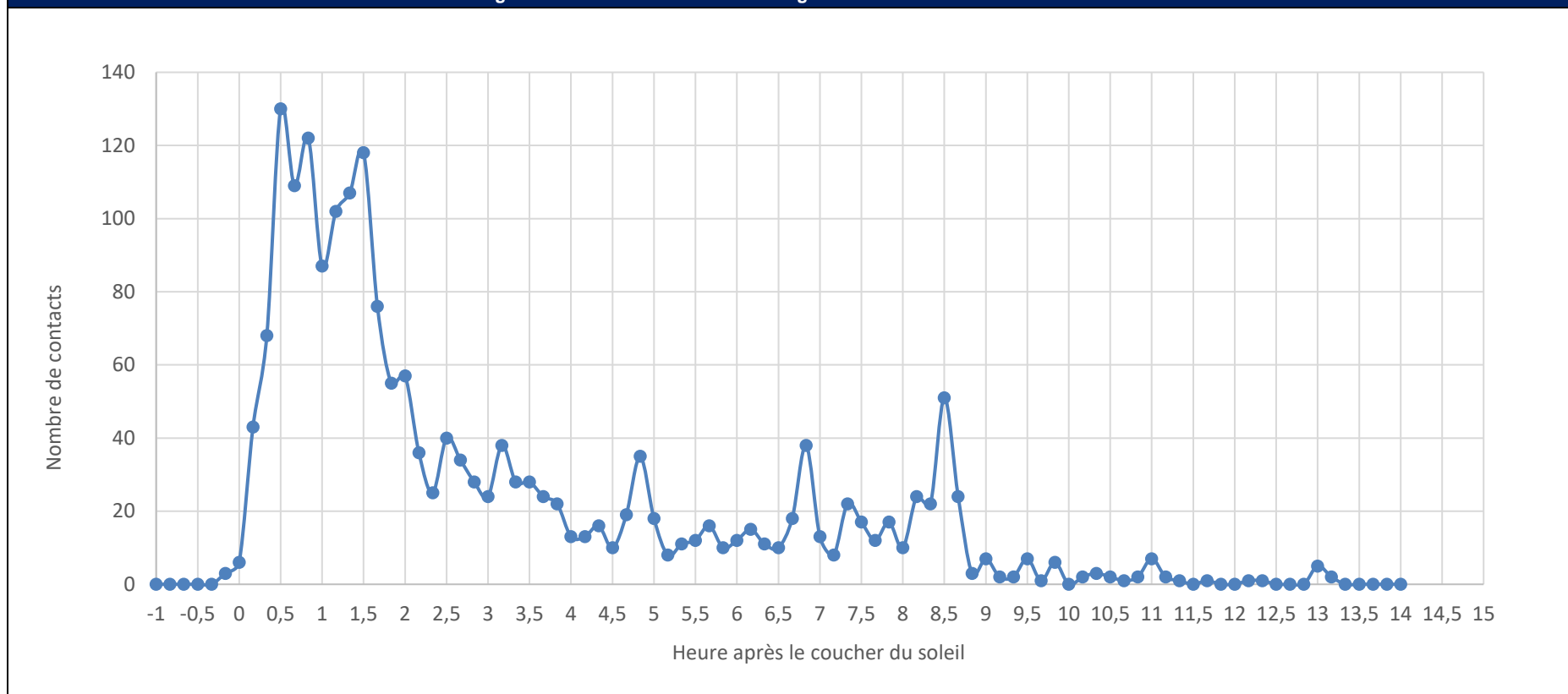
#### Heure après le coucher de soleil

Figure 75 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit		
Heure de passage	Nombre de contacts cumulés	Pourcentages cumulés
Une heure avant jusqu'au coucher du soleil	3	0,02%
Du coucher à 1h après le coucher	565	3,03%
Du coucher à 2h après le coucher	1080	8,79%
Du coucher à 3h après le coucher	1267	15,55%
Du coucher à 4h après le coucher	1420	23,12%
Du coucher à 5h après le coucher	1531	31,28%
Du coucher à 6h après le coucher	1600	39,82%
Du coucher à 7h après le coucher	1705	48,91%
Du coucher à 8h après le coucher	1791	58,46%
Du coucher à 9h après le coucher	1922	68,71%
Du coucher à 10h après le coucher	1940	79,06%
Du coucher à 11h après le coucher	1957	89,49%
Du coucher jusqu'à la fin de l'enregistrement	1970	100,00%
Toute la nuit (ou durée de l'enregistrement)	1973	-

Il apparaît que l'activité a majoritairement eu lieu pendant les **8 heures** qui ont suivi le coucher de soleil. Ce paramètre est le plus difficile à appréhender, car il dépend fortement des conditions météorologiques et de la période.

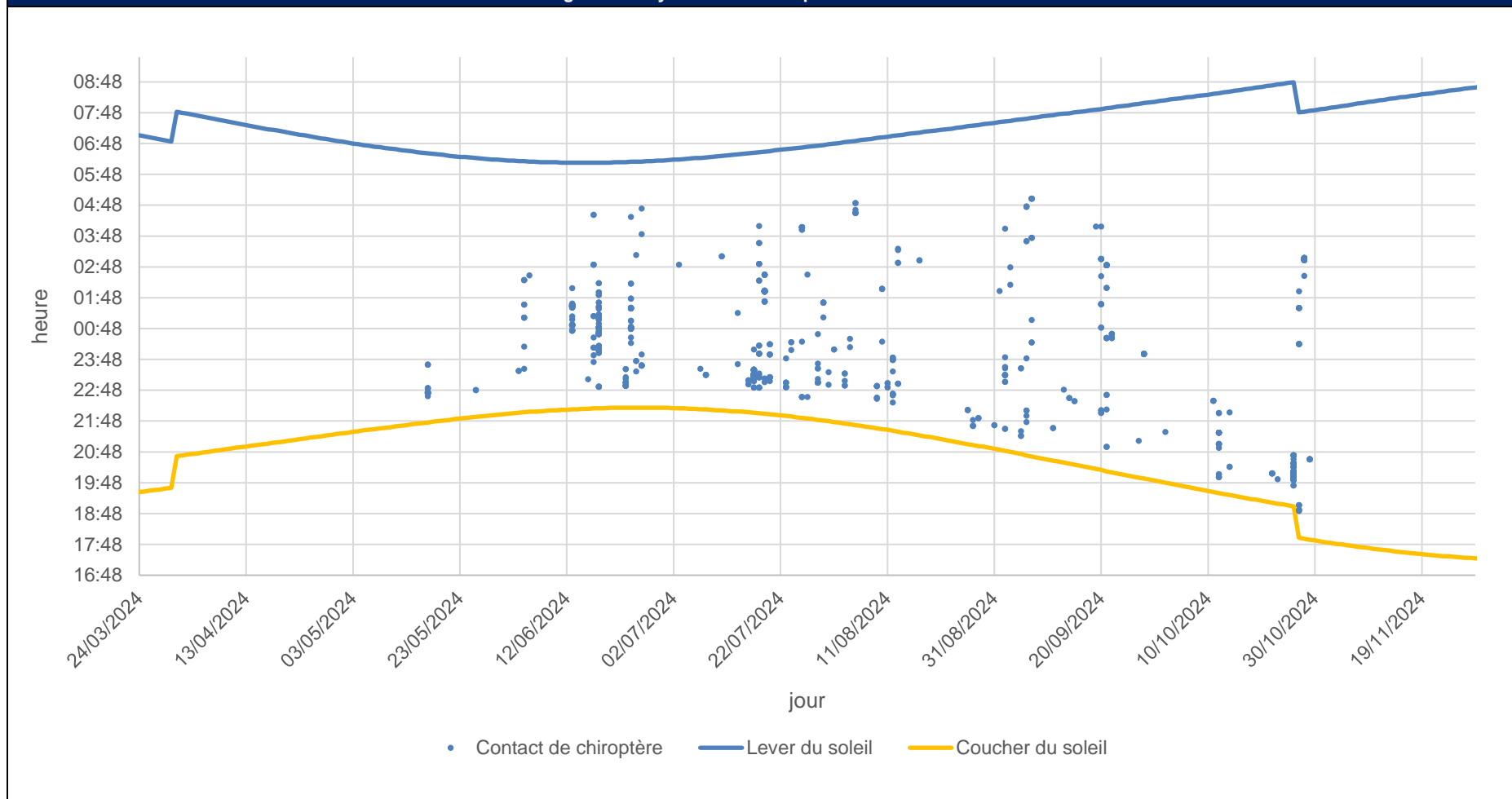
## Pic de sortie

Figure 76 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit



L'activité chiroptérologique moyenne au cours de la nuit est élevée durant les trois premières heures après le coucher du soleil. Plus de 90% de l'activité est enregistrée au cours des 2 premières heures de la nuit. Un pic d'activité est observable entre 0,5 et 1,5 heures après le coucher du soleil, puis l'activité décroît ensuite progressivement et connaît un second pic vers 8,5 heures après le coucher du soleil.

Figure 77 - Cycle circadien d'après les données 2024



## 4. Vérification de l'efficacité du bridage et amélioration

### 4.1. Bridage actif en 2024

Une mesure de bridage de toutes les éoliennes a été mise en place selon les paramètres présentés ci-après :

Figure 78 - Modalités de bridage en vigueur en 2024			
Période	1er avril au 31 mai	1er juin au 14 août	15 août au 31 octobre
Eoliennes	E1 — E3 – E4 - E5		
Vitesse de vent	≤ 4,5 m/s	≤ 5,5 m/s	≤ 5,8 m/s
Température	≥ 13°C	≥ 12°C	≥ 13°C
Horaire de mise en application	Du coucher du soleil au lever du soleil	Du coucher du soleil et 30 minutes avant le lever du soleil	

Le bridage a été instauré à partir du 1<sup>er</sup> avril 2024.

### 4.2. Nombre de contacts protégés par le bridage 2024

Figure 79 - Nombre de contacts enregistrés durant toute la période du suivi et nombre de contacts protégés par le bridage en 2024		
Paramètre	Nombre de contacts	Pourcentage d'activité
Nombre de contacts non protégés par les conditions de bridage	44	5,6 %
Nombre de contacts protégés en condition de bridage	742	99,4 %
<b>Total</b>	<b>786</b>	<b>100,00 %</b>

Le bridage adopté en 2024 (du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre) appliqué aux données obtenues lors des écoutes en nacelle a permis de protéger **94,4 %** de l'activité chiroptérologique.

Figure 80 - Nombres de contacts 2024 par espèce protégé par le bridage			
Espèce	Nombre de contacts		Pourcentage d'activité protégée
	Détectés en 2024	Protégés en 2024	
Noctule de Leisler	107	105	98,13%
Noctule sp./Sérotine sp.	5	5	100,00%
Pipistrelle commune	454	420	92,51%
Pipistrelle de Kuhl	152	149	98,03%
Pipistrelle de Nathusius	20	19	95,00%
Sérotine commune	48	44	91,67%
<b>Total</b>	<b>786</b>	<b>742</b>	<b>94,40%</b>



Il est également possible de vérifier le pourcentage d'activité protégée par espèce pour vérifier l'efficacité du bridage pour les espèces qui en étaient notamment les cibles (noctules notamment). Avec le bridage actuel, 98,1% de Noctule de Leisler ont théoriquement été protégées. De la même façon, 100% du groupe Noctule sp/Sérotine sp ont été théoriquement protégées. Néanmoins, ces espèces sont peu présentes au niveau du parc éolien, avec 112 contacts de noctules (toutes espèces confondues) détectés. Aucun cas de mortalité de noctules n'a été constaté cette année (un cas de mortalité de chiroptère indéterminé sous l'éolienne E4). Ainsi, l'effort de protection doit cibler le groupe des pipistrelles. En effet, trois cas de mortalité ont été constatés cette année sur l'ensemble du parc sous les éoliennes E2 et E4, qui sont bridées selon les paramètres évoqués ci-dessus.

Une analyse par saison permet de noter que lors de la période des transits printaniers, 90,91% des contacts sont théoriquement protégés. Cette saison a toutefois été très pauvre en activité où, pour rappel, seules la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler ont été recensées. En 2023, un important pic automnal explique la plus forte activité de cette année et les modalités de bridage appliquées. Le bridage actuel permet de protéger théoriquement 89,5% des contacts de Pipistrelle commune (à relativiser avec le très faible nombre de contacts en cette saison pour cette espèce).

En période de mise-bas, le bridage actuel permet de protéger théoriquement 97,60% des contacts de chiroptères. L'ensemble des espèces en cette saison sont théoriquement couverts à plus de 89,5% et jusqu'à 100% pour le groupe des noctules.

Enfin en période des transits automnaux, le bridage permet de couvrir théoriquement 88,72% des contacts totaux. Ce résultat est fortement à relativiser car cette moyenne est influencée de façon importante par un taux de couverture théorique de 50% de la Pipistrelle de Kuhl. Or, cette espèce n'a présenté que 4 contacts en cette période (soit 2 contacts protégés). Notons de plus que cette espèce commune mais protégée en France n'est pas considérée comme étant de haut vol. Toutefois, un cadavre de cette espèce a été retrouvé sous l'éolienne E4 en septembre 2024 ainsi qu'une autre espèce non identifiée sous E2. Le reste des espèces sont couvertes théoriquement entre 87,7% (pour la Pipistrelle commune dont un cadavre a été retrouvé en cette période) et 100% (pour les Noctules, Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune).

## 5. Conclusion sur l'activité chiroptérologique

Cinq espèces de chiroptères ont été détectées au niveau de l'éolienne E5 du parc de Radenac. Parmi elles, quatre sont patrimoniales : la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune. Des contacts de noctules, et de sérotines n'ont pas pu être identifiés jusqu'à l'espèce. Pour rappel, sont considérées comme patrimoniales les espèces soumises à un statut de conservation défavorable aux échelles régionale, nationale et européenne (à partir du statut « NT » des Listes rouges de l'UICN), ainsi que les espèces d'intérêt communautaire (Directive « Habitat faune/flore ». Seule la Pipistrelle de Kuhl n'est pas considérée d'intérêt patrimonial, car elle ne possède pas de statut de conservation défavorable, néanmoins l'espèce est protégée en France.

Les écoutes en nacelle ont permis de comprendre l'utilisation du site par les chiroptères. Il en ressort une exposition significative à la collision et au barotraumatisme de la **Pipistrelle**

**commune** et de la **Pipistrelle de Kuhl** durant la période des transits automnaux (août à octobre). La **Noctule de Leisler** est également sujette à un risque de mortalité faible à modéré en période de mise-bas et faible à très faible lors des autres saisons. Ces espèces sont sensibles à l'éolien en raison de leur taille et de leur cycle biologique (notamment durant la période migratoire), et leurs populations sont menacées.

D'après l'analyse de l'influence de certains paramètres sur l'activité, il apparaît que les individus circulent préférentiellement pour des températures supérieures ou égales à 12°C et des vents inférieurs ou égaux à 6 m/s.

L'activité est majoritairement enregistrée en été et début d'automne (juillet à octobre) et trois espèces détectées présentent une exposition faible à modérée aux collisions/barotraumatisme notamment en période de mise-bas. L'activité chiroptérologique est très faible durant le printemps.

Le bridage mis en place en 2024 a permis de protéger 94,42% de l'activité chiroptérologique lorsque ce bridage est rapporté à l'activité enregistrée au cours de 2024. Au vu des résultats, le bureau d'études ENVOL Environnement propose une révision des modalités du bridage afin d'inclure l'éolienne E2 dans le plan de bridage.

# DISCUSSION SUR LES IMPACTS RÉSIDUELS ET ADAPTATION DES MESURES CORRECTIVES

## 1. Discussion sur les résultats de mortalité

### 1.1. Nuancement des résultats

Les modèles d'estimations de la mortalité se basent tous sur la mesure de divers indices ayant chacun une influence plus ou moins marquée sur les calculs. En ce sens, si l'efficacité de l'observateur est mauvaise, la durée de persistance courte et la surface de prospection médiocre, les calculs considéreront que l'efficacité globale du protocole est mauvaise malgré la détection avérée de cadavres et corrigeront les estimations à la hausse. Cependant, bien que les tests soient opérés de manière sérieuse, ils sont soumis à des biais aléatoires sur lesquels il est extrêmement difficile d'agir afin d'en assurer la reproductibilité.

Par exemple, lors du dépôt des cadavres tests, il est compliqué de prédire l'attitude des prédateurs. En plaçant les souris sur une surface relativement restreinte et dans un paysage dégagé (comme ça a été le cas ici), il peut être extrêmement aisé pour un prédateur tel qu'un renard de rafler la totalité des dépouilles en peu de temps. Les souris sont en effet petites et s'emportent facilement.

Il n'est également pas possible de prédire qu'un groupe de nécrophages (corbeaux, corneilles, carnivores...) colonise précisément le secteur juste après le dépôt des cadavres. En effet, le test entraîne la disposition simultanée de plusieurs cadavres qui ont donc une chance élevée d'être consommés en même temps tandis que la mortalité causée par les éoliennes est aléatoire, ne faisant tomber au sol qu'une proie de temps à autre. Schématiquement, un renard qui passe par là et qui trouve une souris morte aura tôt fait de trouver les autres à proximité par l'odorat tandis que s'il trouve un cas de mortalité issue d'une collision avec une éolienne, il y a de fortes chances pour que le cas soit isolé et il faudra qu'il revienne spécifiquement sur le secteur à un autre moment pour potentiellement consommer une seconde victime de l'éolienne.

De manière similaire, l'influence du pourcentage de prospection est capitale dans les modèles prédictifs et en raison du maintien d'une agriculture intensive sous les éoliennes, certaines zones de surplomb sont périodiquement (ou totalement) inaccessibles. Il est donc très délicat de connaître le pourcentage de cas de collision/barotraumatisme manqués tombés sur ces zones non prospectables, ce qui entraîne une extrapolation mathématique qui n'est pas forcément le reflet de la réalité.

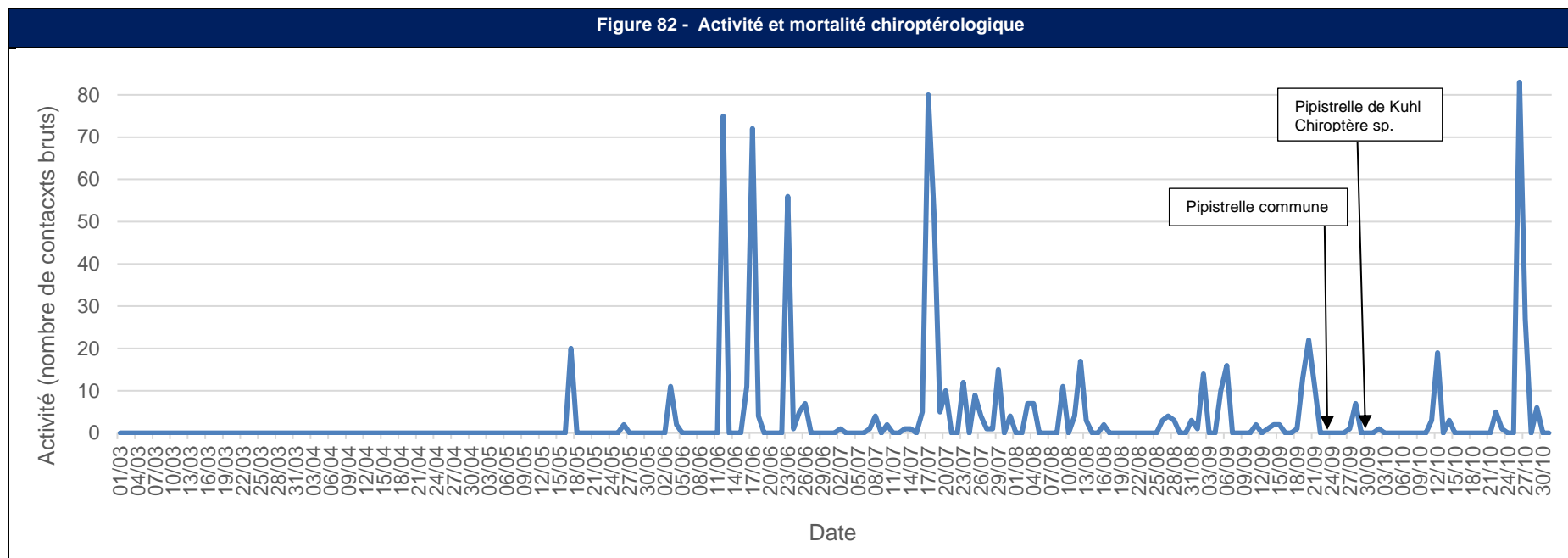
Figure 81 - Influence des différents indices sur les projections calculées				
Saison	Qualité de l'indice			Finalité
	Efficacité de l'observateur	Persistance	Surface prospectée	
Printemps 2024	Très bonne (76%)	Modérée à forte (4,56 jours)	Bonne (64%)	Surestimation des cas
Été 2024	Très bonne (84%)	Modérée à forte (4,74 jours)	Modérée (51%)	Surestimation des cas
Automne 2024	Bonne (68%)	Modérée à forte (4,38 jours)	Faible (26%)	Surestimation des cas

Il est aussi globalement admis que, quel que soit le modèle utilisé, il existe une forte corrélation entre la précision des estimations et le nombre de cadavres retrouvés (Korner-Nievergelt *et al.* 2011). S'il y a moins de 10 cadavres retrouvés, la précision des modèles est jugée faible.

Également, les modèles proposés ont été créés sur la base d'études américaines où la durée de persistance est très longue (32 jours d'après Arnett *et al.* 2009). Il est ainsi considéré que le modèle de Huso notamment surestime les projections en cas de faible durée de persistance.

## 1.2. Activité chiroptérologique

Au niveau du parc de Radenac, l'activité chiroptérologique est globalement faible. Néanmoins, des pics d'activités sont relatés et peuvent expliquer un risque de mortalité significatif.



Pour rappel, des chiroptères ont été découverts sous les éoliennes du parc au cours de trois passages :

- Le 23 septembre 2024 : une Pipistrelle commune (sous E2, non-bridée) ;
- Le 30 septembre 2024 : une Pipistrelle de Kuhl (sous E2, non-bridée) ;
- Le 30 septembre 2024 : un chiroptère non déterminé (sous E4, bridée).

Les mortalités constatées ne semblent pas être liées à une activité chiroptérologique forte mais à une absence de bridage de l'éolienne E2. Ces mortalités sont liées aux mouvements migratoires automnaux, période de sensibilité aux collisions et barotraumatisme accrue pour l'ensemble des chiroptères.



## 2. Analyse des espèces impactées

### 2.1. Effets résiduels sur les espèces impactées

#### ➤ Avifaune

Figure 83 - Espèces d'oiseaux impactées		
Espèce	Nombre de cas de mortalité	Etat des populations (STOC 2001-2019)
Buse variable	1	-7,6% déclin faible
Epervier d'Europe	1	-15,9% déclin modéré
Grive draine	1	-0,2% déclin faible
Martinet noir	2	-46,2%, déclin modéré
Pigeon sp.	1	-

Le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) mené entre 2001 et 2019 fait état d'un déclin modéré d'Epervier d'Europe et de Martinet noir, et d'un déclin faible de Buse variable et de Grive draine. Etant donné qu'un ou deux cadavres ont été trouvés pour chacune de ces espèces (deux cadavres pour le Martinet noir uniquement), **le fonctionnement du parc ne génère pas d'impacts significatifs sur les populations concernées.**

#### ➤ Chiroptères

**Vigie Chiro** fournit des estimations de déclin des populations de quelques espèces de chauves-souris entre 2006 et 2023.

Figure 84 - Espèces de chiroptères impactées			
Espèce	Nombre de cas de mortalité	Contacts en altitude	Etat des populations (Vigie Chiro 2023)
Pipistrelle commune	1	454	-23,6 % (- 30,3 % ; - 16,2 %) significatif
Pipistrelle de Kuhl	1	152	-7,7 % (-18,9 % ; +5,1%) non significatif
Pipistrelle sp.	1	-	-

La population de la Pipistrelle commune est en déclin significatif en France (-23,6%). La Pipistrelle de Kuhl est marquée par un déclin (7,7%) mais qui n'est pas considéré significatif par le bilan Vigie Chiro. Deux cadavres de ces espèces ont été recensés en septembre 2024, ainsi qu'un cadavre d'une espèce non identifiée. Le faible nombre de cadavre indique que le **fonctionnement du parc ne génère pas d'impacts significatifs sur les populations concernées.**

➤ Synthèse

Figure 85 - Espèces victimes du parc éolien au cours de l'année de suivi (2024)				
Espèce		Période de découverte		
		Printemps	Eté	Automne
Avifaune	Buse variable	-	1	-
			Espèce nicheuse potentielle dans les haies et boisements autour des éoliennes. Chasse potentiellement à hauteur de pales.	
	Epervier d'Europe	1	-	-
		Espèce nicheuse potentielle dans les haies et boisements autour des éoliennes. Chasse potentiellement à hauteur de pales.		
	Grive draine	-	1	-
			Espèce nicheuse potentielle au sein du parc au niveau des habitats arborés et arbustifs. Utilisation probable des abords des éoliennes pour l'alimentation, la reproduction ou pour la migration.	
Chiroptères	Martinet noir	-	2	-
			Espèce non nicheuse volant à moyenne et haute altitude. Elle chasse et migre au sein du parc.	
	Pigeon sp.	-	1	-
			Espèce commune possiblement nicheuse ou migratrice, habitats favorables dans les boisements aux abords des éoliennes pour l'alimentation, le repos et la reproduction.	
	Pipistrelle commune	-	-	1
				Espèce patrimoniale en déclin. L'espèce fréquente le parc éolien toute l'année. Espèce de moyen et haut vol, très sensible aux collisions et barotraumatisme.
	Pipistrelle de Kuhl	-	-	1
				Espèce commune et fréquente. L'espèce fréquente le parc éolien surtout en période de mise bas et en automne dans une moindre mesure. Espèce de moyen et haut vol, très sensible aux collisions et barotraumatisme.
	Pipistrelle sp.	-	-	1
		Espèce non identifiée		

Le parc éolien est localisé en milieu agricole, entouré par des haies, des boisements et des milieux prairiaux. Les éléments arborés sont des secteurs de transit et de chasse pour les chiroptères. Trois cadavres ont été trouvés durant l'automne 2024 : une Pipistrelle commune, une Pipistrelle de Kuhl et un chiroptère indéterminé. Un bridage est en place sur les éoliennes (E1, E3, E4 et E5) du 1<sup>er</sup> avril au 30 octobre. Tous les cadavres ont été trouvés au mois de septembre, durant les transits automnaux. Avec trois cas de mortalité, la mortalité des chiroptères est peu significative à l'année mais significative sur le mois de septembre.

Chez les oiseaux, six cas de mortalité ont été observés : deux martinets noirs, une Buse variable, un Epervier d'Europe, une Grive draine et un pigeon indéterminé. Le paysage dans lequel s'insère le parc éolien est également favorable à l'avifaune. Les haies et les boisements sont utilisés pour la reproduction, les cultures et prairies pour l'alimentation. Les cadavres trouvés au printemps et en été concernent possiblement des espèces migratrices ou nicheuses. La mortalité aviaire ne semble donc pas être significative et de nature à remettre en question le bon équilibre des populations locales.

### 3. Réflexion sur la mise en place de mesures supplémentaires

#### 3.1. Ajustement des paramètres du bridage

Le bridage actuel protège 94,4 % de l'activité chiroptérologique. Il n'est pas nécessaire de modifier les paramètres de bridage. Cependant, étant donné la mortalité chiroptérologique sous l'éolienne E2, il serait intéressant d'appliquer ce plan à toutes les éoliennes.

#### 3.2. Mise en place de mesures d'accompagnement pour l'avifaune

Considérant les cadavres de Pigeon (1 cas), d'Epervier d'Europe (1 cas), de Grive draine (1 cas) et de Buse variable (1 cas), les effets résiduels sur ces espèces sont jugés faibles au vu du nombre de cas retrouvés lors des deux années de suivis. Deux cadavres de Martinets noirs ont été découverts au cours du suivi 2024, et un cadavre a été retrouvé lors du suivi en 2023.

Dans le but de participer au maintien des populations locales du Martinet noir, le bureau d'études Envol Environnement recommande la mise en place de mesures d'accompagnement en faveur de cette espèce. Une convention avec plusieurs communes contre l'obstruction des cavités permettrait dans un premier temps de réadapter des milieux propices aux Martinets noirs. Puis, une convention avec plusieurs communes promouvant l'aménagement d'interstices ou de 5 à 10 nichoirs sous les débords de toit de bâtiments (communaux, habitants volontaires, bâtiments agricoles...) pourrait également être appliquée.

Afin de limiter l'effet de collisions sur ce passereau, les nichoirs devront être installés au-delà de 2000 mètres de toute éolienne.

Il est possible d'installer des nichoirs au sein des façades de bâtiments lorsque les mesures précédentes ne sont pas réalisables. Leur installation doit se faire sur la façade orientée côté nord, nord-est ou est à plus de 5 mètres du sol sous le toit des bâtiments. Cette condition permet de protéger les nichées de la surchauffe et des intempéries. Ces nichoirs doivent être installés loin d'obstacles et de structures pouvant gêner l'envol des Martinets et faciliter la présence de prédateurs.

À titre d'information, le budget moyen d'un nichoir à Martinet est d'environ 150,00 € HT.



Voici deux modèles de nichoirs à martinets vendus (WoodStone® à gauche et Schwegler® à droite). Ces nichoirs sont à installer à même le mur. Le modèle Schwegler peut être encastré dans un mur des bâtiments.  
Source : [www.wildcare.eu](http://www.wildcare.eu)

**Les informations suivantes sont à prendre en compte dans la recherche de zones favorables :**

Cette espèce sociable vit en colonie. Il est donc préférable de positionner les nichoirs côte à côte ou dans un secteur déjà colonisé.

À noter que les Martinets noirs réalisent, à l'instar des Hirondelles, des ballets aériens le soir accompagnés de cris retentissants, mais que les oiseaux restent tranquilles la nuit.

Contrairement aux Hirondelles qui peuvent salir les façades au-dessous de la colonie avec leurs fientes puisqu'elles expulsent leurs déjections directement depuis l'ouverture du nid, les martinets noirs n'expulsent pas leurs excréments au nid. Les martinets noirs ne défèquent pas dans leur nid. Par ailleurs, leurs déjections ne sont pas liquides, contrairement à celles des hirondelles, mais sont constituées de petites sphères solides. Les parents évacuent les déjections des jeunes, les portant au loin lorsqu'ils partent à la recherche de nourriture. Les martinets ne causent donc aucun dégât aux bâtiments.

Les martinets noirs n'endommagent pas les matériaux de construction et n'amènent que très peu de matériel pour construire leur nid. Cependant, ces virtuoses de la voltige sont aussi de véritables insecticides, car ils peuvent consommer plus de 10 000 insectes par jour et par individus (insectes de la taille des moucheron et moustiques).

### 3.3. Maintien de l'entretien des plateformes

Afin de limiter l'attractivité des surfaces de surplomb des éoliennes, un entretien régulier est vivement recommandé. Cet entretien peut consister en une coupe rase des végétaux, afin de diminuer la densité en proies potentielles. Ceci concerne notamment les rapaces, mais bénéficie également aux chiroptères et à tout autre animal volant intéressé par la végétation haute, dense et surtout, pérenne accompagnant la plateforme.

A noter que cet entretien est déjà en cours et qu'il est donc simplement recommandé de le

maintenir en réalisant les interventions selon le calendrier suivant :

- Une intervention fin février, avant la période de nidification
- Une intervention à partir de mi-août, après la période de nidification

La végétation est susceptible de repousser rapidement au printemps. Ces milieux peuvent également être colonisés par des espèces nicheuses. L'intervention de fauche en période de nidification peut donc s'avérer préjudiciable pour les espèces qui exploitent ces milieux. Au regard de la faible emprise des zones de friche mésophile, nous recommandons la minéralisation de ces espaces dans le but de limiter au maximum l'attractivité de ces milieux pour la faune.

Figure 86 - Photographie des zones à entretenir (E4, juin 2024)

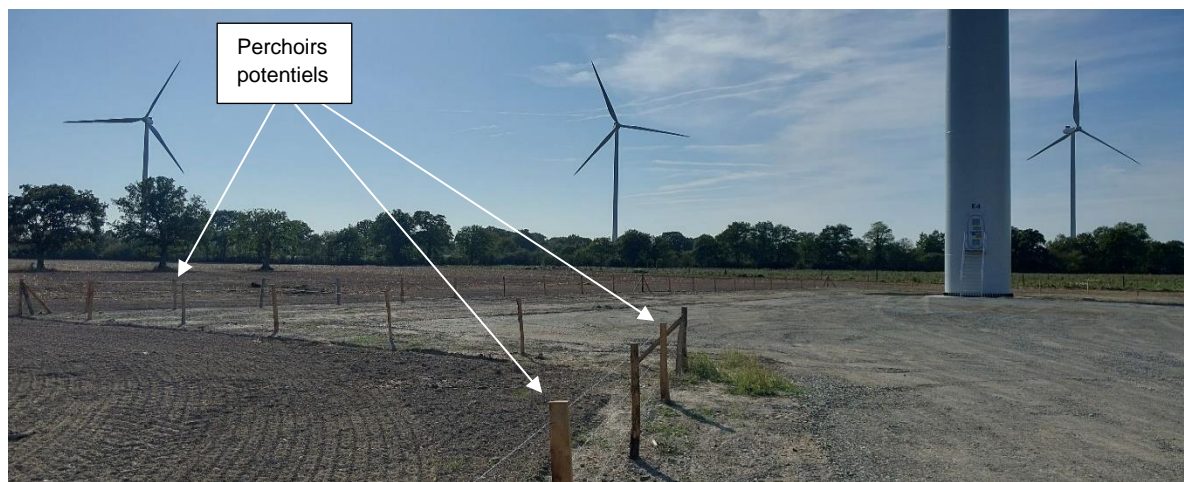




Il est également recommandé de ne pas disposer de graines, de réservoirs d'eau, de tas de fumier ou de branches, etc. afin de limiter l'attractivité des abords des éoliennes dans un rayon de 200 mètres autour des éoliennes. Il est également conseillé de retirer ou de veiller à ne pas installer des structures pouvant être utilisées comme perchoir pour l'avifaune. Ainsi, il est recommandé :

- Équiper les panneaux d'information de systèmes « anti-pigeon » afin d'éviter tout attrait de ces structures pour les rapaces ou autres oiseaux.
- Veiller à ne pas installer de clôture agricole sous l'emprise des rotors pour éviter d'attirer l'avifaune.

Figure 87 - Photographie des perchoirs potentiels pour l'avifaune à éviter (photographie prise hors site)



# SUIVI DE LA MISE EN PLACE DE ZONE HUMIDE COMPENSATOIRE

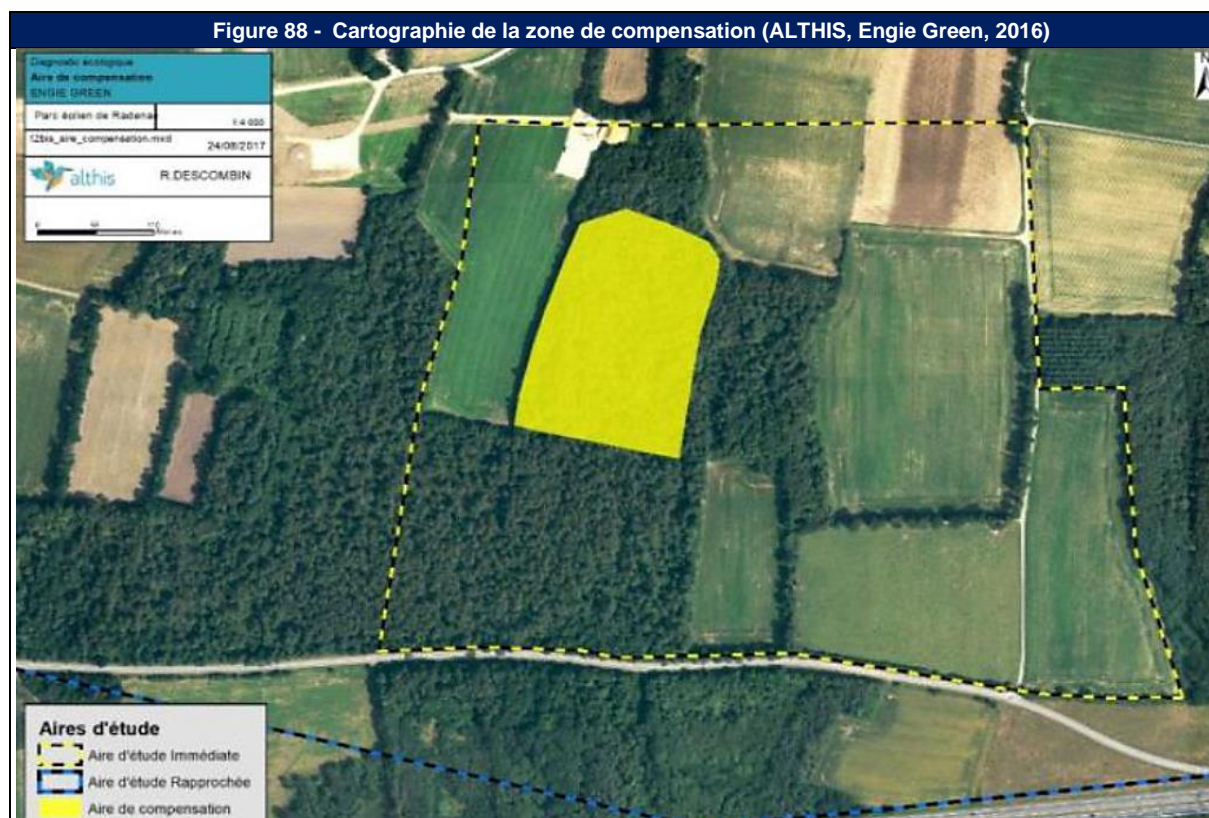
## 1. Description de l'habitat humide (étude d'impact 2016)

L'habitat suivant est l'objet d'une mesure de restauration compensatoire. Le paragraphe ci-dessous est extrait du volet naturaliste de l'étude d'impact (Althis, Engie green, 2016) :

### Lande humide sous pinède (Cor. 31.12 x 83.3)

« Il s'agit d'un habitat d'intérêt communautaire prioritaire dégradé. La lande est caractérisée par la présence de la Bruyère à 4 angles (*Erica tetralix*), de la Bruyère ciliée (*Erica ciliaris*), de l'Ajonc nain (*Ulex minor*), de l'Ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*), du Saule rampant (*Salix repens* subsp. *repens*), et localement des coussinets de sphaignes (*Sphagnum* sp.). L'hybride de la Bruyère ciliée et la Bruyère à quatre angles, la Bruyère de Watson (*Erica watsonii*) y a été rencontré. La Molinie, graminée des milieux acides est très abondante. Sur le site ces landes humides sont toutes boisées en conifères et donc elles sont localement plus ou moins dégradées. Les secteurs en meilleur état de conservation sont situés dans les clairières et les parties présentant les plus faibles densités en conifères. La lande sous pinède est d'intérêt communautaire (Code Natura 2000, Eur : 4010 et intitulé dans la Directive habitat « Landes humides atlantiques septentrionales à *Erica tetralix* »).

Selon l'étude d'impact, cet habitat prioritaire dégradé intègre « un périmètre éligible pour la mise en œuvre d'une mesure de compensation (SAGE Blavet, Plan de gestion de la Lande de VACHEGARD – Zone humide remarquable) ». Le périmètre est cartographié ci-après (Althis, Engie green, 2016).



## 2. Suivi de la restauration de la lande humide

Le suivi, commencé en 2023, doit être poursuivi sur quinze ans. Jusqu'à N+5 le suivi sera annuel. Après N+5 le suivi se fera tous les deux ans. Pour rappel, le plan de suivi suivant est appliqué :

Figure 89 - Calendrier prévisionnel pour le suivi post-restauration de la lande à Molinie			
Année après travaux 2023	Année calendaire	Nombre de passages	Objectif
N0	2023	1	<u>Suivi flore et habitats en juillet 2023</u>
N+1	2024	1	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces
N+2	2025	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères
N+3	2026	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères
N+4	2027	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères
N+5	2028	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères
N+7	2030	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères
N+9	2032	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères
N+11	2034	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères
N+13	2036	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères
N+15	2038	4	<u>Suivi flore et habitats</u> : colonisation par la flore, inventaire des espèces <u>Suivi insectes</u> : papillons, odonates, orthoptères

Les cinq premières années du suivi, avec un seul passage annuel (N0, N+1) puis quatre (N+2 à N+15), permettront de jauger l'efficacité de la mesure et des travaux entrepris. Ils se focaliseront sur la flore et sur les habitats. Les autres taxons seront notés en cas d'observation, mais ne feront pas l'objet d'un protocole d'étude particulier. La date du passage annuel reste à définir, mais une des prospections de terrain devra impérativement être réalisées en juin ou juillet pour maximiser le nombre d'espèces observées (développement maximal de la végétation en été dans les landes humides).

Les années suivantes, un suivi bisannuel de quatre passages (deux passages spécifiques à la zones humide et deux passages spécifique au suivi du Miroir), devrait permettre de mener des inventaires plus complets avec notamment intégration d'inventaires entomologiques (Lépidoptères, Odonates, Orthoptères). Le Miroir (*Heteropterus morpheus*), espèce à enjeu de conservation déjà observée, pourra faire l'objet d'une attention particulière. Aussi, les



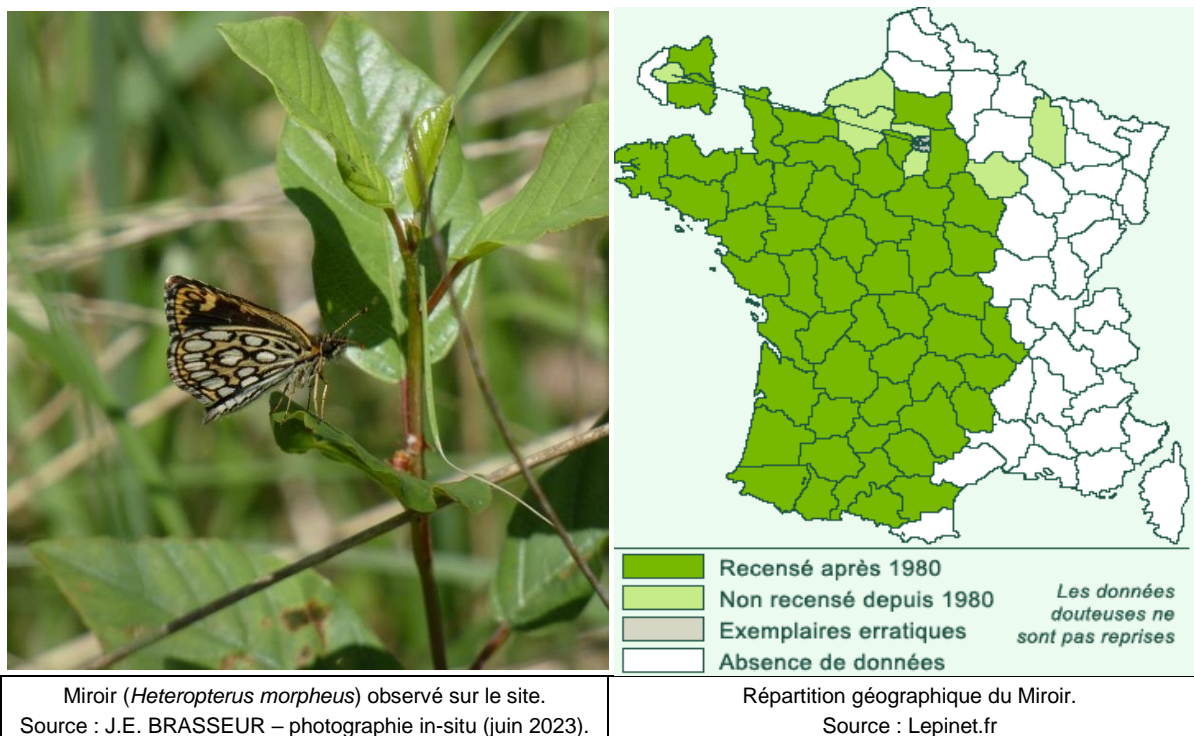
espèces à enjeu observées lors des cinq premières années du suivi feront l'objet d'une attention particulière voire d'un protocole spécifique.

## 2.1. Suivi N0 (avant et pendant les travaux de génie écologique)

### ➤ Juin 2023

En 2023 les prospections de terrain (09 et 30 juin) ont confirmé le diagnostic habitats de 2016. La lande humide sous pinède ne montre aucune évolution remarquable. Il est cependant fort probable que le milieu continue à se fermer par colonisation des ligneux. Le périmètre n'était pas humide en surface et seul le sol est humide.

Nous avons observé en juin le Miroir (*Heteropterus morpheus*). Ce papillon est quasi menacé en Bretagne, région qui porte une responsabilité biologique pour l'espèce à l'égard de la répartition française de cette dernière (absente de l'est de la France et lacunes importantes dans de nombreux départements dans lesquels l'espèce est présente). Le Miroir est très fortement dépendant des zones humides, et de la Molinie particulièrement (plante hôte principale).



Lors du passage en juin 2023, on constate que le milieu continue à se fermer par colonisation des ligneux. Les pins sont autant de semenciers et des petits sujets et des plantules sont observés. L'habitat est encore le même dans son cortège mais va lentement vers un système forestier moins humide, avec cependant une Molinie encore bien présente dans les années à venir.

➤ Octobre 2023

En octobre 2023, des travaux de réouverture de la lande humide sont entrepris. De nombreux arbustes sont coupés sans dessouchage (ce qui n'est pas un problème puisque le pin ne rejette pas de souche) ou arrachés lors d'un gyrobroyage. La réouverture est visible mais encore insuffisante, la strate arborée étant encore préservée lors de notre passage (31-10-2024). Cette réouverture néanmoins devait être poursuivie en fin d'année 2023 (communication personnelle du forestier qui intervenait lors de notre passage).



2.1. Suivi N + 1 (après les travaux de génie écologique)

Le passage prévu cette année a été divisé en deux demi-journées, celles-ci réparties en juillet et octobre.

➤ Juillet 2024

En juillet 2024, on constate que trop d'arbres sont encore présents, au moins dans certains îlots. Il eût été préférable d'ouvrir davantage la strate arborée dominée par les pins.

La végétation, forcément perturbée après les travaux forestiers, demeure identique dans son cortège floristique et recolonise progressivement les zones gyrobroyées.



➤ Octobre 2024

En octobre 2024, le même constat est fait qu'en juillet 2024 : les travaux semblent terminés et trop d'arbres sont encore présents. Sur une si petite surface (6000 m<sup>2</sup>), l'ouverture complète, en l'absence semble-t-il d'arbres à dendromicrohabitats, aurait dû être réalisée.



Evolution de la zone humide sous pinède

Source : J.E. BRASSEUR – photographie in-situ (octobre 2024).

➤ Janvier 2025

En janvier 2025 les travaux d'ouverture se poursuivent. Plusieurs arbres sont coupés permettant la réouverture du milieu. Ainsi, les prescriptions de gestion citées à l'arrêté préfectoral du 29 mars 2019 ont bien été respectées.



Evolution de la zone humide sous pinède

Source : ENGIE Green – photographie in-situ (janvier 2025).

La date de réalisation de ces derniers travaux d'ouverture du milieu ayant été réalisés fin 2024 début 2025, il était trop tôt pour réaliser un suivi floristique pour caractériser la fonctionnalité de cette zone de compensation. Ainsi, un suivi de la végétation et de sa dynamique commencera au printemps 2025.

## 2.2. Préconisation et calendrier des prochains suivis de la zone humide compensatoire

Les suivis à partir de 2025 s'axeront autour du suivi de la dynamique de végétation de la zone humide, ainsi que sur la présence du Miroir (*Heteropterus morpheus*). En 2025, les passages seront réalisés de façon à décrire les habitats et végétations à la suite de relevés phytosociologiques. Le protocole de relevé floristique sera construit de façon qu'il soit reproductible (placette et transects géoréférencés par exemple).

Ces passages seront mutualisés suivant le calendrier suivant :

Thème	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.
Zone humide											
Miroir											



## CONCLUSIONS DU SUIVI 2024

---

Les résultats du suivi de mortalité 2024 sont en adéquation avec l'étude d'impact relative à la demande d'autorisation d'extension du parc éolien de Radenac. Les résultats observés en 2024 sont globalement plus satisfaisants que les suivis de mortalité réalisés en 2016, 2017 et 2023 concernant les chiroptères, grâce notamment à l'instauration d'un bridage sur les éoliennes E1, E3, E4 et E5, du 15 mars au 31 octobre. Cependant, une mortalité plus importante d'oiseaux est constatée cette année avec six cas de mortalité contre cinq en 2023, trois en 2017 et aucune en 2016. De plus, cette mortalité concerne en 2024 une espèce patrimoniale et deux espèces de rapaces.

**Au sujet des oiseaux**, seul le Martinet noir est concerné par des statuts défavorables en France ainsi qu'en région et est donc considéré comme d'intérêt patrimonial. La Buse variable, l'Epervier d'Europe et la Grive draine sont des espèces communes mais sont espèces déterminantes ZNIEFF. Toutefois, les mortalités de ces espèces sont faibles (un individu majoritairement, deux pour le Martinet) et concernent différentes éoliennes (pas de surmortalité liée à une éolienne). Ainsi, la mortalité engendrée par le parc éolien n'est pas de nature à nuire au bon déroulement des cycles biologiques de ces espèces ou à leur état de conservation à l'échelle locale. La mortalité aviaire en 2024 a été estimée à 19,06 oiseaux pour le parc éolien, soit 3,81 oiseaux par éolienne. À titre de comparaison, la mortalité moyenne dans l'ouest de la France peut être estimée à 7 oiseaux par éolienne (Ouest'Am 2020) soit 35 oiseaux par an pour le parc de Radenac. Ainsi, concernant l'avifaune, le parc de Radenac semble moins mortifère que la moyenne des parcs étudiés par Ouest'Am en 2020.

Une mesure générale visant à réduire les probabilités de collisions est proposée : celle d'entretenir rigoureusement les abords des éoliennes. Il est également préconisé de mettre en place des mesures d'accompagnement pour le Martinet noir avec l'installation de nichoirs.

**Concernant les chiroptères**, trois cas de mortalité ont été observés en 2023 : une Pipistrelle commune, une Pipistrelle de Kuhl et une Pipistrelle indéterminée. Les analyses de l'activité obtenue lors des écoutes en nacelle démontrent que l'activité globale est faible, le parc éolien semble être un secteur utilisé par les chiroptères principalement en été et en automne. L'activité chiroptérologique se concentre principalement sur la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler. **Le risque de collision/barotraumatisme pour ces espèces sont jugées faibles à modérées en été et faibles voire très faible le reste de l'année et pour le reste des espèces inventoriées.**

L'entretien des abords des éoliennes profitera également aux chauves-souris pour limiter l'attrait de ces secteurs pour leurs activités de chasse. De même, les faibles mortalités de chiroptères observés en 2024 et le taux de couverture théorique des contacts protégés grâce au bridage (94,42%) nous permet de conclure en l'efficacité de ce dernier, et à la recommandation du maintien des paramètres pour les années à suivre. Ce bridage sera étendu à E2.

**Concernant la mesure de compensation** visant la réouverture d'une parcelle de 6000 m<sup>2</sup> de lande humide sous pinède, Une réouverture du milieu par broyage a été effectuée en fin d'automne 2024, début 2025, comme recommandé dans l'arrêté préfectoral du 29 mars

2019.

Un suivi mortalité sera réalisé au niveau de E5 en 2025. Ce suivi inclura également un suivi environnemental de la parcelle accueillant la mesure de compensation.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

ALTHIS, 2016. Suivi 2016 du busard Saint-Martin- Parc éolien de Radenac, 16p.

ALTHIS, 2016. Suivi de mortalité post-implantation de l'avifaune et des chiroptères 2016 - Parc éolien de Radenac, 22p.

ALTHIS, 2017. Suivi 2017 du busard Saint-Martin- Parc éolien de Radenac, 17p.

ALTHIS 2017. Projet d'extension du parc éolien de Radenac (56)- VOLET FAUNE-FLORE DE L'ETUDE D'IMPACT, 216p.

ALTHIS, 2018. Suivi 2018 du busard Saint-Martin- Parc éolien de Radenac, 16p.

ALTHIS, 2017. Suivi de mortalité post-implantation de l'avifaune et des chiroptères 2017 - Parc éolien de Radenac, 27p.

ANDRE, Y. (2009). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO. 21p.

ARNETT, E.B., SCHIRMACHER, M. HUSO, M.M.P. & HAYES, J.P. (2009). Effectiveness of changing wind turbine cut-in-speed to reduce bat fatalities at wind facilities. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2005. *Les chauves-souris maîtresses de la nuit*. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 268 p.

BARATAUD M., 2002, CD audio, Balades dans l'inaudible – identification acoustique des chauves-souris de France. Edition Sittelle. Mens, 51p

BARATAUD M. 2012 – Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344p.

BAS, Y., KERBIRIOU, C., ROEMER, C. & JULIEN, JF. (2020, June) : Bat population trends. Muséum national d'Histoire naturelle. Retrieved from <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/population-trends>

BIODIV'BRETAGNE : Consultation de la base de données : <https://data.biodiversite-bretagne.fr/accueil>

DGPR, DGALN, MTES., 2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, révision 2018.

DREWITT, A.L. AND LANGSTON, R.H.W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis, 148, 29-42.

DULAC P. - 2008 – Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPO délégateur Vendée / ADEME Pays de la



Loire / CRPL, La Roche-sur-Yon - Nantes, 106 pages.

FONTAINE B. et al, 2020. Suivi des oiseaux communs en France – Résultats 2019 des programmes participatifs de suivi des oiseaux communs 1989/2019, 24p

GEO'BRETAGNE : Consultation de la base de données : <https://cms.geobretagne.fr/>

GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, 2016. Liste rouge des mammifères de Bretagne.

GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, 2020. Synthèse des cas de mortalité connus de chiroptères sous les parcs éoliens de Loire-Atlantique (44), 14p.

GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, 2022. Carte d'alerte « Risques éoliens pour les chiroptères en Bretagne » – Notice – T. DUBOS et T. LE CAMPION, GMB : <https://gmb.bzh/wp-content/uploads/2022/04/NOTICE-CoucheAlerteSIG-RisquesEoliensTerrestresChiropteresBzh.pdf>

Guillaume Gayet, Florence Baptist, Lise Maciejewski, Rémy Poncet, Farid Bensettiti, 2018. Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS - version 1.0. AFB, collection Guides et protocoles, 230 pages

KORNER-NIEVERGELT, F. KORNER-NIEVERGELT, P. BEHR, O. NIERMANN, I. BRINKMANN, R. *et al.* (2011). A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines. *Journal of Wildlife Biology*, 17 : 350-363.

LPO, Avril 2004. Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune, 20p.

LPO, 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015, 92p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER : Plan National d'actions en faveur des chiroptères 2016-2025, 83 p.

MULLANEY K., SVENSSON L., ZETTERSTROM D., GRANT P.J., 1999. *Le guide ornitho*. Les guides du naturaliste. Delachaux et Niestlé, Paris, 388p.

QUEST'AM, 2020. Impact des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères de l'ouest de la France : étude des suivis de mortalité de 2010 à 2019, 37p.

ONCFS, Denis Roux & al., 2004. Impact des éoliennes sur les oiseaux - Synthèse des connaissances actuelles – Conseil et recommandation, 40p.

RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDZA, D. KOVAC, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDERMAN (2015). Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). NEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

SFEPM, 2020. Alerte sur les éoliennes à très faible garde au sol et sur les grands rotors, 8p.

UICN France, BRETAGNE VIVANTE, GEOCA, LPO, ONCFS, BRETAGNE ENVIRONNEMENT (2015). La Liste rouge des oiseaux nicheurs et migrateurs de Bretagne.

UICN, MNHN, LPO, 2016. La Liste Rouge des espèces menacées en France : oiseaux de France métropolitaine, 32p.

UICN, MNHN, SFEPM, 2017. La Liste Rouge des espèces menacées en France : Mammifères de France métropolitaine, 16p.

## 1. ANNEXE 1 - Rappel de biologie des chiroptères

Par leurs mœurs nocturnes, les chauves-souris sont des animaux mal connus, craints, mal aimés voire honnis. Appartenant aux mammifères, leur corps est couvert de poils, elles sont vivipares et allaitent leurs petits.

Les chauves-souris forment l'ordre des Chiroptères (*Chiroptera*). Avec plus de 1 000 espèces connues dans le monde, elles représentent un quart des espèces de Mammifères connus et forment donc le second ordre le plus important de la classe des Mammifères (en termes de nombre d'espèces), après celui des Rongeurs (*Rodentia*). L'ordre des Chiroptères est subdivisé en deux sous-ordres : les Mégachiroptères et les Microchiroptères. Un sous-ordre fossile existe également, les Eochiroptères.

Les chiroptères présentent une grande diversité de formes et de mœurs, qui s'explique par le nombre élevé d'espèces différentes et leur large aire de répartition géographique. Quelques éléments relatifs à cette diversité peuvent être cités :

La plus petite des chiroptères, le Kitti à nez de porc (*Craseonycteris thonglongyai*) a été découverte en Thaïlande en 1973. Elle pèse deux grammes et mesure environ trente millimètres, ce qui signifie qu'elle n'est pas plus grande que notre pouce. C'est l'un des plus petits mammifères au monde. À l'opposé, les plus grands chiroptères, pèsent près d'un kilogramme et atteignent 1,70 mètre d'envergure. Ce sont des espèces qui appartiennent au sous-ordre des Mégachiroptères et aux genres *Pteropus* et *Rousettus*, qui se retrouvent en Indonésie et qui sont communément désignées sous le nom de Kalong.

Les régimes alimentaires varient selon les espèces et les latitudes, elles peuvent consommer du pollen, du nectar, des fruits, des insectes, de petits vertébrés, des poissons, du sang...

Tandis que certaines espèces vivent en colonies, lesquelles peuvent comptabiliser jusqu'à des centaines de milliers d'individus, d'autres préfèrent la solitude. Toutefois, toutes les espèces ont toutes une vie sociale évoluée. Grâce à la technique du baguage, il a été montré que certaines espèces peuvent se déplacer sur plus de mille kilomètres, tandis que d'autres sont plutôt sédentaires.

En Europe, il existe 39 espèces de chiroptères., toutes insectivores. Elles appartiennent au sous-ordre des Microchiroptères et sont regroupées en quatre familles (*Miniopteridae*, *Molossidae*, *Rhinolophidae* et *Vespertilionidae*). Ces espèces sont adaptées aux conditions climatiques particulières de nos régions tempérées.

En France métropolitaine, 36 espèces sont recensées.

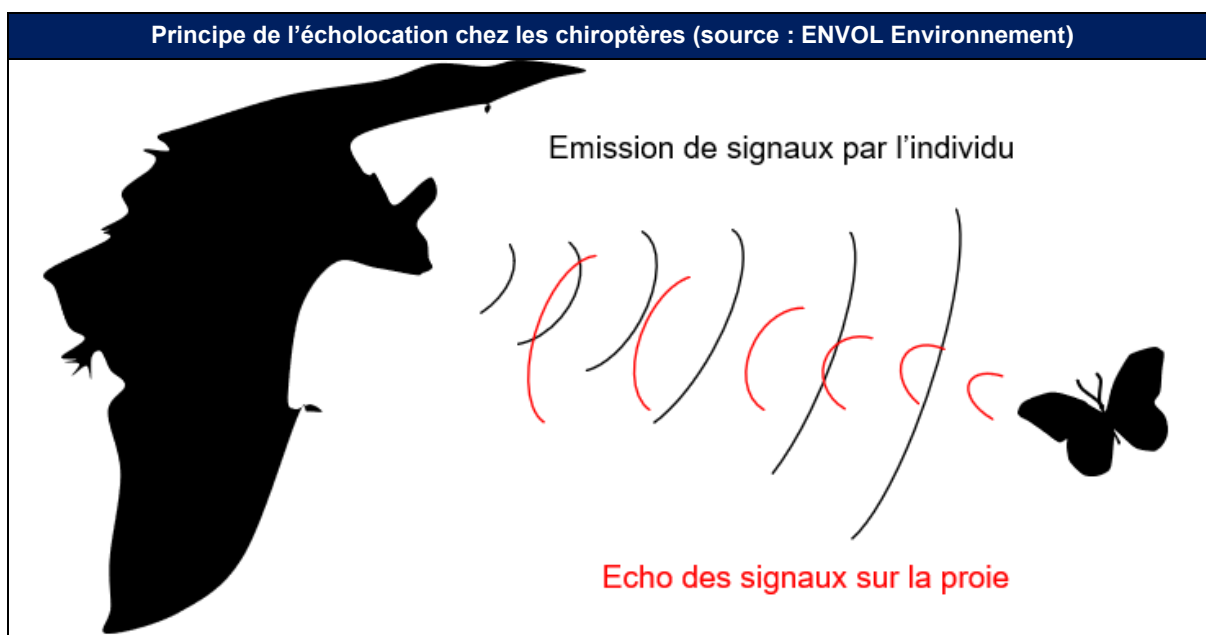
### **L'écholocation**

Un caractère remarquable des chiroptères est leur faculté à se mouvoir dans l'obscurité totale. Ils se déplacent et chassent la nuit grâce à un système d'orientation actif : l'écholocation. Leur larynx produit des cris sursauts, sous forme d'ondes ultrasonores, dont la fréquence est caractéristique à chaque espèce. Ces ondes sont émises par les narines ou la bouche. Réfléchies par les objets présents dans l'environnement, elles sont en retour captées par les oreilles et donnent au cerveau une vision « acoustique » très précise du milieu dans lequel

l'animal se déplace en vol. Cette écholocation permet aux individus de s'orienter et de chasser leurs proies sans le concours de leur vue. Malgré cela, et contrairement à une croyance répandue, les chiroptères ont des yeux fonctionnels.

Développé depuis quelques dizaines de millions d'années par les chiroptères, ce système d'orientation acoustique est également utilisé par d'autres espèces comme les dauphins. Il n'a été mis en évidence par les scientifiques qu'à la fin des années 1930.

Les cris émis par les chiroptères pour se diriger sont distincts des cris sociaux, lesquels sont utilisés pour communiquer entre individus. En général, ces cris sociaux sont émis à des fréquences assez basses, ce qui leur confère une plus grande portée. De plus, ils sont très modulés, ce qui leur permet de véhiculer une grande quantité d'informations.



### La chasse et l'alimentation

Toutes les espèces européennes sont insectivores. Leur dentition est composée de longues canines pointues, qui leur permettent de maintenir les proies, et de molaires denticulées, aptes à broyer la chitine de l'exosquelette des insectes. La formule dentaire est d'ailleurs très importante pour l'identification des espèces.

Grands chasseurs d'insectes, les chiroptères sont le pendant nocturne des oiseaux insectivores (martinets, hirondelles, gobemouches, fauvettes...) et de nombreuses études ont démontré l'importance de leur prédation nocturne. Il a été calculé qu'un seul individu était capable de capturer, par nuit de chasse, un poids d'insectes équivalent à un tiers du sien, soit, suivant l'espèce, de deux à dix grammes de proies. Ainsi, sur une saison de chasse, qui correspond en moyenne à cent jours d'activité, chaque individu, selon l'espèce, peut prélever de 200 grammes à un kilogramme d'insectes.



Le milieu de chasse varie suivant les espèces. Certaines, ubiquistes, chassent aussi bien en forêt qu'autour des lampadaires en ville, alors tandis que d'autres sont inféodées à un habitat bien défini. Chaque individu a généralement plusieurs zones de chasse qu'il fréquente au cours d'une même nuit ou d'une nuit à l'autre. Pour les espèces les plus exigeantes, telles que le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), ces terrains doivent être reliés à leur et interconnectés entre eux par des corridors écologiques nettement délimités par des structures linéaires comme les haies, les ripisylves ou les lisières.



Les chiroptères restent fortement liés aux éléments relais (bosquets, haies, arbres isolés, lisières, etc.) lors de leurs transits.

Les modes de chasse des chiroptères varient selon les différentes espèces. Certaines capturent les insectes en vol en se servant de leurs ailes ou de leur uropatagium (membrane reliant les pattes et incluant la queue) comme d'une épuisette. D'autres les attrapent directement avec la gueule ou les glanent au sol ou sur le feuillage. Des espèces peuvent également « pêcher » les insectes posés à la surface des étangs et des rivières. Enfin, occasionnellement, quelques chiroptères pratiquent la chasse à l'affût (position immobile depuis une haie par exemple). C'est notamment le cas des femelles en fin de gestation qui économisent ainsi leur énergie.

Les chiroptères chassent tout au long de la nuit avec des périodes d'activité entrecoupées de phases de repos. Pour ces pauses, les individus utilisent des gîtes nocturnes particuliers ou retournent au gîte diurne principal, comme les femelles allaitantes qui reviennent pour nourrir leur petit. Généralement, le niveau de l'activité chiroptérologique est maximal dans les quatre premières heures de la nuit. Celle-ci décroît ensuite, mais s'intensifie à nouveau dans les deux heures précédant l'aube, avant le retour au gîte pour le repos diurne.

Les phases biorythmiques

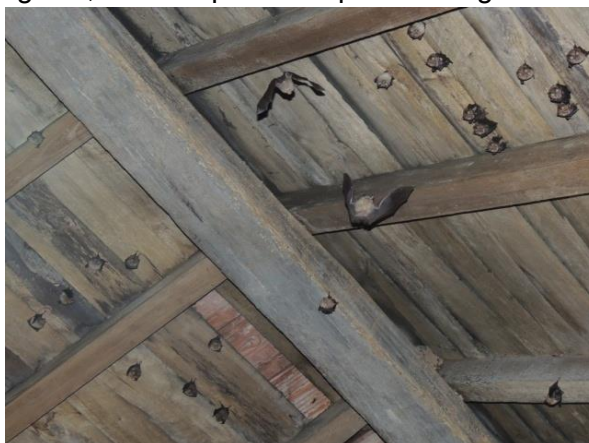
### Le transit de printemps

Aux premiers beaux jours, dès le retour de l'activité des insectes, les chiroptères de nos régions sortent de leur repos hivernal et quittent leurs quartiers d'hiver. Ils reprennent leurs vols de chasse. Ayant perdu près d'un tiers de leur poids pendant l'hibernation, ils ingurgitent d'énormes quantités d'insectes. Puis, progressivement, les chauves-souris regagnent leur gîte d'été. Les mâles se dispersent tandis que les femelles se réunissent en colonies de « mises-bas » aussi appelées « nurseries ». Durant cette période de transit, les gîtes ne sont occupés que temporairement. Ils sont choisis en fonction de la température extérieure.

## L'occupation des nurseries en période estivale

---

La durée du développement embryonnaire dépend fortement des conditions climatiques. Les femelles gestantes peuvent présenter des périodes de léthargie lors d'un printemps froid, ce qui retarde d'autant la mise-bas. La gestation, qui dure normalement trois semaines, sera alors plus longue. Les femelles mettent au monde un seul petit, parfois deux pour certaines espèces. Les jeunes, nus et aveugles, s'accrochent fortement à leur mère. Les soins maternels durent de trois à six semaines, selon les espèces et les conditions climatiques de la saison. Dans nos régions, l'émancipation se produit en général au mois d'août.



Colonie de reproduction de Petits Rhinolophes dans le grenier d'une bâtisse abandonnée



Colonie reproductrice d'Oreillards roux dans la charpente d'un grenier

Source : ENVOL Environnement

## Le transit d'automne

---

À la fin de l'été, les femelles rejoignent les mâles pour l'accouplement et un nouveau cycle de reproduction commence. La fécondation est différée au printemps. Cette remarquable adaptation offre un maximum de chances de survie à la femelle et à son petit. Chez certaines espèces, la période d'accouplement peut se prolonger jusqu'au début du printemps.

## L'hibernation

---

Le régime strictement insectivore impose aux chauves-souris de nos régions des stratégies adaptatives particulières. La plupart des espèces se réfugient en hiver dans des sites souterrains où elles hibernent jusqu'au retour de la belle saison. Les chauves-souris fonctionnent à l'économie d'énergie. Elles ont la capacité d'abaisser leur température corporelle jusqu'au niveau du milieu ambiant ou presque. Cela ralentit leur métabolisme en limitant la consommation des réserves de graisse. Cette léthargie hivernale n'est pas un phénomène continu : elle est interrompue par quelques réveils permettant de chercher un point d'accrochage plus favorable d'un point de vue microclimatique, voire de chasser à l'extérieur lors d'un redoux.



Grappes de Petits Rhinolophes en hibernation



Grands Murins se préparant à hiberner dans l'interstice d'un mur d'une ancienne carrière calcaire

Source : ENVOL Environnement

## La migration

---

En Europe, plusieurs espèces réalisent de grands trajets migratoires au printemps et en automne. Ces espèces se reproduisent dans le nord-est du continent et séjournent en hiver dans les contrées du sud-ouest où le climat est plus doux. Les chauves-souris migratrices sont principalement la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore.

## L'essaimage ou « swarming »

---

À la fin de l'été et durant une grande partie de l'automne, des individus de certaines espèces se retrouvent en très grand nombre autour des entrées de sites souterrains. Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer ce comportement : manifestations nuptiales en vue d'un brassage génétique, échange d'informations sur les sites d'hibernation...

## 2. ANNEXE 2 – Méthodologie de traitement des signaux

### Détermination spécifique à partir des signaux bruts

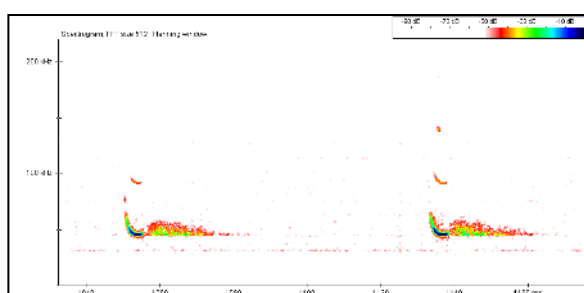
Chaque espèce de chiroptère émet un cri qui lui est propre. Ce signal ultrasonore n'est pas perceptible à l'oreille humaine, mais il peut être enregistré grâce à des appareils spéciaux tels que le détecteur Pettersson D240X ou des enregistreurs en continu comme le SM3Bat ou le SM4BatSM3bat. Les enregistrements issus de la phase terrain sont ensuite traités en phase bureau à l'aide du logiciel BatSound qui permet de visualiser lesdits signaux. La détermination spécifique se fait à partir de l'étude des caractéristiques acoustiques du signal propre à chaque espèce. L'expert va, pour chaque signal enregistré, déterminer ses caractéristiques à savoir :

- **La structure du signal** (fréquence modulée – fréquence continue – quasi-fréquence constante) ;
- **La fréquence maximale d'énergie** (FME en kilohertz) ;
- **Les différentes mesures des signaux** : durée du signal (en milliseconde) – largeur de bande (en kilohertz) – fréquence terminale (en kilohertz) – intervalles entre deux signaux (en milliseconde) – type d'amorce (progressive, explosive).

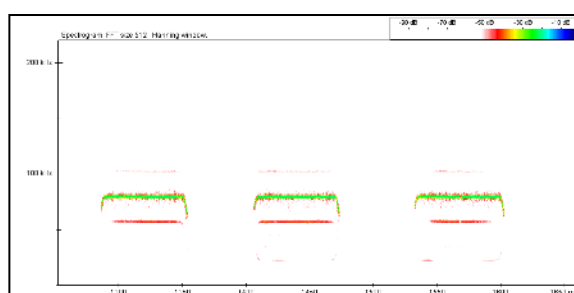
Les différentes caractéristiques du signal sont, ensuite, reportées sur un diagramme propre à chaque grande famille de chiroptères. L'utilisation des diagrammes permet la plupart du temps à l'expert de déterminer l'espèce. Les diagrammes utilisés sont issus du guide proposé dans l'Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe (Barataud M. 2015. – partie Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse – troisième édition Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris – Collection Inventaires & Biodiversité, 344 p.).

À titre illustratif, des sonagrammes des principaux types de signaux ultrasoniques sont présentés page suivante.

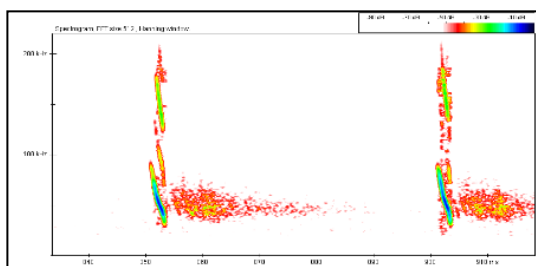
Il est important de signaler que la détermination jusqu'à l'espèce n'est pas systématique. Les mesures obtenues présentent parfois de grands écarts types, ce qui mène à un recouvrement des signaux entre deux ou plusieurs espèces. La détermination jusqu'à l'espèce peut parfois s'avérer impossible notamment chez la famille des Myotis. Par conséquent, nous utiliserons la mention Myotis sp. Dans le cas où un doute subsiste entre deux espèces, nous utiliserons un couple, par exemple Pipistrelle de Kuhl/Pipistrelle de Nathusius.



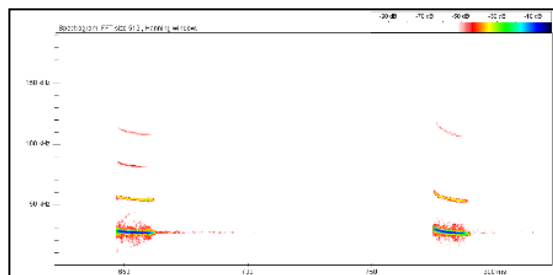
Signal en fréquence modulée aplanie émis par une  
Pipistrelle commune



Signal en fréquence constante caractéristique de la famille  
des Rhinolophes



Signal en fréquence modulée abrupte émis par un Murin de Daubenton



Signal dit en quasi-fréquence constante (QFC) émis par une Sérotine de Nilsson

Sonagrammes des principaux types de signaux ultrasoniques (source : ENVOL Environnement)

## Traitement des données spécifiques

Dès lors que l'analyse du signal a pu permettre de déterminer l'espèce, les données spécifiques sont traitées afin de quantifier l'activité et le comportement de ladite espèce.

### Généralités

L'utilisation du nombre de contacts de chiroptères permet une évaluation plus rigoureuse de leur activité. En effet, le nombre d'individus est plus difficilement interprétable en raison du nombre de contacts qu'un seul individu peut émettre.

Le contact acoustique est l'élément de base. C'est l'unité quantitative de l'activité qui permettra la comparaison entre les études menées par d'autres auteurs (Barataud M., 2012). Un contact correspond à une séquence acoustique bien différenciée, captée en hétérodyne ou en division de fréquences. Un train de signaux (même très court, de quelques signaux) constitue donc un contact brut. Si un deuxième le suit immédiatement avec un court silence entre les deux (supérieur à la durée des intervalles entre signaux d'une même séquence), il correspondra à un deuxième contact brut. Un même individu chassant en aller et retour peut ainsi être noté plusieurs fois, car les résultats quantitatifs expriment bien une mesure de l'activité et non une abondance de chiroptères.

Certaines circonstances posent cependant un problème de quantification des contacts bruts. Lorsqu'un ou plusieurs chiroptères restent chasser dans un secteur restreint, ils peuvent fournir une séquence sonore continue (parfois sur plusieurs minutes) qui ne doit pas être résumée à un contact unique par individu, car cela exprimerait mal le niveau élevé de son activité. Dans ce cas, on compte un contact toutes les tranches pleines de cinq secondes pour chaque individu présent (Barataud M., 1996 & 2015). Cette durée a été définie, car elle correspond environ à la durée moyenne d'un contact isolé. Ainsi, une séquence sans interruption durant huit secondes sera notée comme deux contacts, une séquence durant douze secondes sera comptabilisée comme trois contacts...

Cette méthode est généralement utilisée pour les points d'écoute dits en « écoute active », c'est-à-dire avec un enregistreur manuel (dans notre cas, un détecteur Pettersson D240X).

### Unité de mesure d'activité chiroptérologique

#### Étape 1 - Le contact brut

Le contact dit « contact brut » est directement enregistré sur le terrain via un appareil de détection ultrasonore (type Pettersson D240X – SM3Bat ou SM4Bat). Si cette unité représente effectivement l'émission d'un cri à un moment « t », elle ne peut pas être exploitée pour une



analyse fine de l'activité chiroptérologique. Afin de limiter les biais dans l'exploitation des données, il est nécessaire de traiter ces contacts bruts en considérant deux éléments :

- La durée d'écoute sur le terrain ;
- Le coefficient de détectabilité spécifique en fonction de l'habitat naturel échantillonné.

### **Étape 2 - Les contacts par heure**

Les signaux enregistrés sur le terrain sont ensuite traités en phase de bureau. La prise en compte du temps d'écoute est un élément essentiel afin d'harmoniser les données sur une échelle temporelle. Ainsi, tous les contacts bruts spécifiques sont convertis en nombre de contacts par heure (contacts/heure).

### **Étape 3 - Les contacts par heure corrigés**

Bien que le nombre de contacts par heure permette de considérer le temps d'écoute, il ne prend pas en compte l'intensité d'émission spécifique qui varie considérablement d'une espèce à l'autre.

En effet, il faut savoir que certaines espèces sont audibles au détecteur à une centaine de mètres (Noctules, Sérotines), alors que d'autres ne le sont qu'à moins de cinq mètres (Murins, Rhinolophes). Ainsi, à chaque espèce de chiroptère correspond une intensité d'émission des signaux et donc une distance de détection. Par ailleurs, il est important de signaler que la détectabilité chez certaines espèces est différente selon qu'elles évoluent en milieu ouvert ou en sous-bois. C'est pourquoi l'application d'un coefficient de détectabilité spécifique (à l'espèce et au milieu) est nécessaire, car il permet de réduire considérablement ces biais de détection. Ce coefficient de détectabilité spécifique est donc appliqué à l'unité de « contacts par heure » en fonction de l'espèce et de l'habitat dans lequel elle a été enregistrée, ce qui permet d'obtenir des données en « contacts par heure corrigés » (contacts/heure/corrigés).

L'utilisation de l'unité de « contacts/heure/corrigés » permet de limiter les biais liés aux variations d'intensité spécifique d'émission et à la variabilité du temps d'écoute dans chaque habitat naturel. Cette correction permet de mieux rendre compte de l'activité réelle des espèces.

Le tableau présenté ci-après définit les coefficients de détectabilité des espèces, présentes en France métropolitaine, selon leur intensité d'émission et en fonction des grands types d'habitat naturel. Par exemple, la définition du niveau d'activité du Petit Rhinolophe doit tenir compte de sa faible détectabilité (distance de détection inférieure à cinq mètres). Pour ces raisons, un coefficient de détectabilité élevé est appliqué à l'espèce pour que son activité brute se rapproche le plus possible de son niveau d'activité réel.

Intensité d'émission	Nom scientifique	Distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité	Intensité d'émission	Nom scientifique	Distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité
Milieu ouvert ou semi-ouvert				Sous-bois			
Très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5	Très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5
	<i>Rhinolophus ferr./meh./eur.</i>	10	2,5		<i>Plecotus spp.</i>	5	5
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,5		<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,13
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,5		<i>Myotis nattereri</i>	8	3,13
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,5		<i>Rhinolophus ferr./eur./meh</i>	10	2,5
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,5		<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,5
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,67		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,5
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,67		<i>Myotis brandtii</i>	10	2,5
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,67		<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,5
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67		<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,5
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		<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1		<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1		<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1		<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1
Forte	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83	Forte	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,63		<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 nilssonii</i>	50		0,5	Très forte	<i>Eptesicus nilssonii</i>
<i>Eptesicus isabellinus</i>		50	0,5	<i>Eptesicus isabellinus</i>	50		0,5
<i>Vespertilio murinus</i>		50	0,5	<i>Vespertilio murinus</i>	50		0,5
<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
D'après Barataud M. 2015. – Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse. 3e éd. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaire et biodiversité), 344 p							

Le tableau suivant présente les niveaux d'activité utilisés pour qualifier l'intensité d'activité chiroptérologique en contacts corrigés par heure suivant le protocole utilisé.

Protocole	Intensité d'activité (nombre de contacts/h corrigés)											
	0-0,01	0,01-1	1-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-120	120-720	<720
Écoute manuelle active au sol (Pettersson)	Très faible			Faible			Modéré		Fort			Très fort
Écoute en continu au sol pendant 3h (Audiomoth)	Très faible		Faible		Modéré			Fort			Très fort	
Écoute en continu au sol toute la nuit (Audiomoth)	Très faible		Faible		Modéré		Fort			Très fort		
Écoute automatisée en continu sur mât de mesure	Très faible		Faible	Modéré		Fort				Très fort		
Écoute automatisée en continu en nacelle	Très faible	Faible	Modéré	Fort			Très fort					
Niveau d'activité : En vert : Très faible activité. En jaune : Faible activité. En orange : Activité modérée. En rouge clair : Forte activité. En rouge foncé : Très forte activité.												

### Analyse des enregistrements en continu

Le logiciel *Sonochiro*, créé par le bureau d'études Biotope, permet l'identification automatique des détections acoustiques enregistrées par les dispositifs d'écoute en continu. Utilisant une méthode basée sur des algorithmes, le logiciel est capable d'analyser les signaux émis par les chiroptères. Différents paramètres sont analysés, tels que la durée du signal, la puissance maximale du signal, la fréquence terminale du signal, l'amplitude du signal, la durée entre deux signaux successifs... Ces paramètres sont ensuite comparés à ceux enregistrés dans la base de données du logiciel. Cette comparaison de données permet la discrimination de la plupart des espèces ou groupes d'espèces.

Le programme *Sonochiro* inclut :

- Un algorithme de détection et de délimitation des signaux détectés ;
- Une mesure automatique, sur chaque cri, de 41 paramètres discriminants (répartition temps/fréquence/amplitude, caractérisation du rythme, ratios signal/bruit...) ;
- Une classification des cris basée sur les mesures d'un large panel de sons de référence. La classification s'appuie sur la méthode dite de « forêt d'arbres décisionnels » (ou « random forest ») qui semble être la plus performante pour la classification des signaux d'écholocation de chauves-souris (*Armitage & Ober, 2010*). Notamment, car, contrairement aux autres méthodes de classification (réseaux de neurones, analyses discriminantes...), elle tolère bien la multiplicité des types de cris par espèce. De plus, elle permet d'obtenir, pour chaque cri, une probabilité d'appartenance à chaque espèce potentielle ;
- Une identification à la séquence de cris, incluant l'espèce la plus probable et un indice de confiance de cette identification. Dans le cas où certaines espèces présentes sont peu différenciables entre elles, les séquences sont alors identifiées par un groupe d'espèces pour lequel est également donné un indice de confiance ;
- Un algorithme détectant la présence simultanée de deux groupes de cris attribuables à deux espèces aisément différenciables, permettant dans ce cas de proposer une identification supplémentaire de l'espèce, dont le signal passe en arrière-plan sur la fenêtre de visualisation des signaux enregistrés via le logiciel *Batsound*.

### Type de comportements chiroptérologiques

Trois types de comportements sont pratiqués par les chauves-souris :

- **La chasse** qui se caractérise par l'émission de signaux rapides et irréguliers permettant une localisation précise et rapide des proies ;
- **Le transit actif** qui se spécifie par l'émission de signaux lents et réguliers qui permettent l'anticipation d'obstacles ou de proies potentielles. Ce type de comportement est généralement utilisé lors d'un déplacement d'amplitude indéterminée entre deux secteurs ;

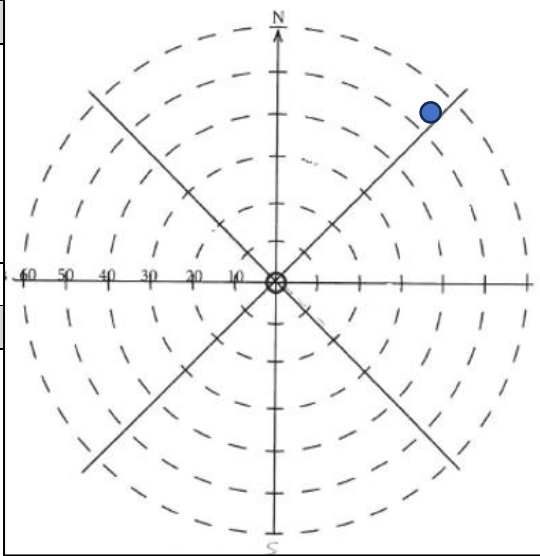
**Le transit passif** qui se caractérise par l'émission de signaux lents et irréguliers. Ce type de comportement est utilisé par une chauve-souris traversant un milieu à faible densité de proies ou libre d'obstacle qui ne requiert pas une collecte élevée d'informations

### 3. ANNEXE 3 - Seuils d'activité chiroptérologique en nacelle par espèce d'après Altisphère, Ecosphère

Seuils exprimés en contacts par nuit				
Espèces	Q25	Q50	Q75	Q90
Pipistrelle commune	1	3	6	13
Pipistrelle de Nathusius	1	1	2	2
Pipistrelle de Kuhl	1	1	2	3
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	1	2	4	5
Pipistrelle pygmée	0	0	0	0
Vespère de Savi	0	0	0	0
Murin d'Alcathoé	0	0	0	0
Murin de Bechstein	0	0	0	0
Murin de Brandt	0	0	0	0
Murin de Capaccini	0	0	0	0
Murin des marais	0	0	0	0
Murin à oreilles échancrées	0	0	0	0
Murin à moustaches	0	0	0	0
Murin de Natterer	0	0	0	0
Grand murin	0	0	0	0
Petit murin	0	0	0	0
Murin indéterminé	0	0	0	0
Grande noctule	0	0	0	0
Noctule commune	1	3	6	16
Noctule de Leisler	1	3	6	16
Sérotine commune	1	3	5	8
Sérotine bicolore	0	0	0	0
Sérotine de Nilsson	0	0	0	0
Sérotule	2	4	12	19
Oreillard indéterminé	2	3	4	4
Barbastelle	0	0	0	0
Rhinolophe euryale	0	0	0	0
Grand rhinolophe	0	0	0	0
Petit rhinolophe	0	0	0	0
Molosse de Cestoni	0	0	0	0
Minioptère de Schreibers	0	0	0	0
TOUTES ESPECES	2	4	10	24



#### 4. ANNEXE 4 - Fiches de mortalité – avifaune

SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)						
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE						
<b>Découvreur</b> : Amicie d'Augustin <b>Date</b> : 08/04/2024						
<b>Localisation du cadavre :</b> <b>Eolienne concernée</b> : E1  <b>Couverture végétale</b> : prairie/chaumes <b>Distance et direction par rapport au mat</b> : 45m - NE						
<b>Description du cadavre</b> <b>Espèce</b> : Epervier d'Europe - <i>Accipiter nisus</i>  <b>Sexe</b> : Indéterminé  <b>Stade (juvénile, adulte)</b> : Indéterminé  <b>Contexte (migration, nicheur cantonné etc)</b> : Indéterminé  <b>Statuts de conservation de l'espèce</b> :						
Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
Art.3	LC	Nicheur	De passage	Hivernant	LC	-
<b>Etat de l'individu :</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input type="checkbox"/> Entier</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Coupé</div> <div><input type="checkbox"/> Fragments</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input type="checkbox"/> Frais</div> <div><input type="checkbox"/> Quelques vers</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction)</div> <div><input type="checkbox"/> Sec</div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <b>Cause présumée de la mort :</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input checked="" type="checkbox"/> Collision par pale</div> <div><input type="checkbox"/> Barotraumatisme</div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> Autre (chasse animale, humaine, voiture...)         </div> </div>						

**Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :**

Collision ancienne, décomposition avancée, individu en trois morceaux.

**Illustration(s)**







**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)**  
**FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

**Découvreur** : Amicie d'Augustin

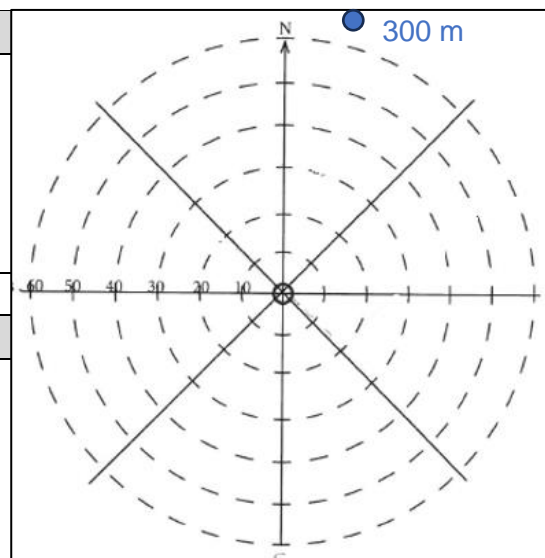
**Date** : 29/05/2024

**Localisation du cadavre :**

**Eolienne concernée** : E4

**Couverture végétale** : Route

**Distance et direction par rapport au mat** : environs 300 m, Nord-Nord-Est



**Description du cadavre**

**Espèce** : Buse variable *Buteo buteo*

**Sexe** : Indéterminé

**Stade (juvénile, adulte)** : Indéterminé

**Contexte (migration, nicheur cantonné etc)** : Nicheur possible.

**Statuts de conservation de l'espèce :**

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
Art. 3	LC	LC	NA	NA	LC	-

**Etat de l'individu :**

☐ Entier
 ☐ Coupé
 ☒ Fragments  
☐ Frais
 ☐ Quelques vers
 ☐ Décomposé (putréfaction)
 ☐ Sec

**Cause présumée de la mort :**

☒ Collision par pale
 ☐ Barotraumatisme  
☐ Autre (chasse animale, humaine, voiture...) :



**Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :**

Nombreuses plumes retrouvées sur le chemin d'accès du parc.

Hypothèse : collision puis transport par un renard (fèces observées sur place).

**Illustration(s)**







**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)**  
**FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

**Découvreur :** Amicie d'Augustin, Sandra Rosian

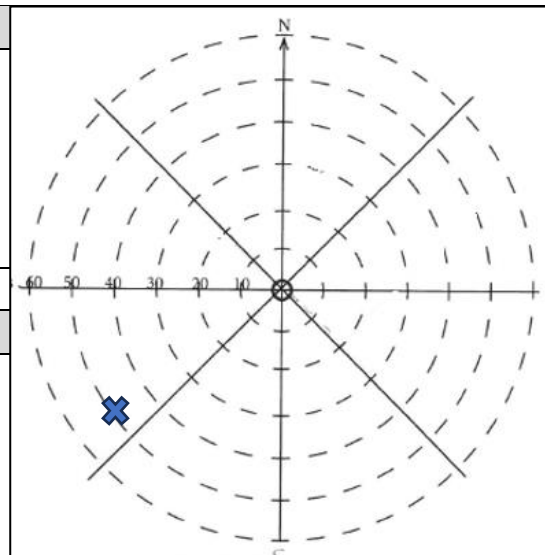
**Date :** 04/06/2024

**Localisation du cadavre :**

**Eolienne concernée :** E2

**Couverture végétale :** prairie

**Distance et direction par rapport au mat :** 45 m SO



**Description du cadavre**

**Espèce :** Pigeon indéterminé

**Sexe :** Indéterminé

**Stade (juvénile, adulte) :** Indéterminé

**Contexte (migration, nicheur cantonné etc) :** nicheur possible

**Statuts de conservation de l'espèce :**

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
-	-	-	-	-	-	-

**Etat de l'individu :**

☐ Entier    ☐ Coupé    ☒ Fragments  
☐ Frais    ☐ Quelques vers    ☐ Décomposé (putréfaction)    ☐ Sec

**Cause présumée de la mort :**

☒ Collision par pale    ☐ Barotraumatisme  
☐ Autre (chasse animale, humaine, voiture...)



**Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :**

Plumée retrouvée.

**Illustration(s)**



**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)  
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

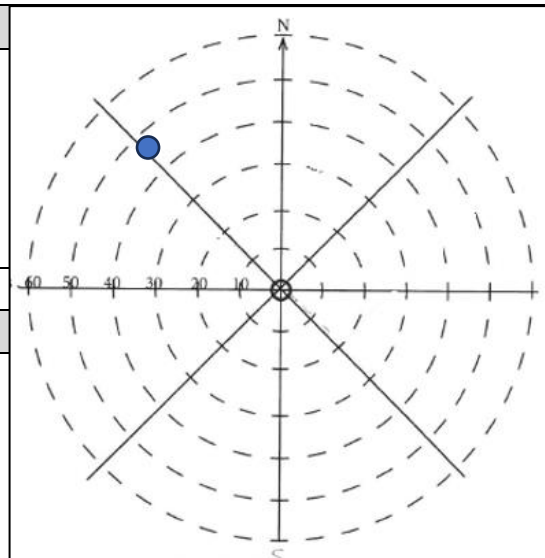
Découvreur : Amicie d'Augustin  
Date : 11/06/2024

**Localisation du cadavre :**

Eolienne concernée : E5

Couverture végétale : Bois

Distance et direction par rapport au mat : 45 m NO



**Description du cadavre**

Espèce : Poule domestique probable

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Nicheur possible

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
-	-	-	-	-	-	-

Etat de l'individu :

☐ Entier ☐ Coupé ☒ Fragments  
☐ Frais ☐ Quelques vers ☐ Décomposé (putréfaction) ☐ Sec

Cause présumée de la mort :

☒ Collision par pale ☐ Barotraumatisme  
☐ Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :



Plumes retrouvées.  
Collision puis prédatons.

Illustration(s)



**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)**  
**FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

**Découvreur :** Amicie D'Augustin

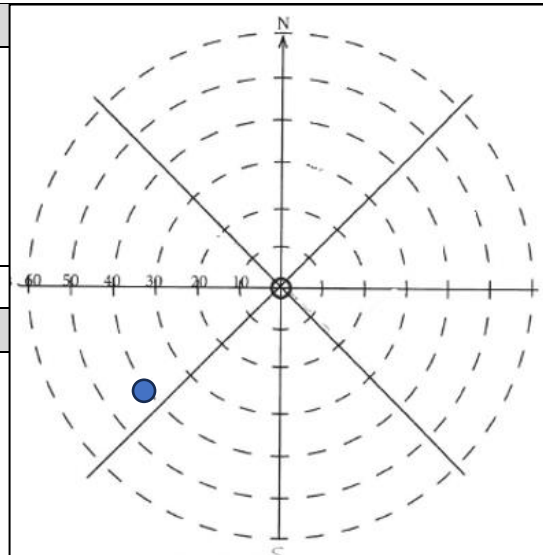
**Date :** 11/06/2024

**Localisation du cadavre :**

**Eolienne concernée :** E4

**Couverture végétale :** labour

**Distance et direction par rapport au mat :** 35 m Ouest



**Description du cadavre**

**Espèce :** Indéterminé

**Sexe :** Indéterminé

**Stade (juvénile, adulte) :** Indéterminé

**Contexte (migration, nicheur cantonné etc) :** Nicheur possible

**Statuts de conservation de l'espèce :**

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
-	-	-	-	-	-	-

**Etat de l'individu :**

☐ Entier    ☐ Coupé    ☒ Fragments  
☐ Frais    ☐ Quelques vers    ☐ Décomposé (putréfaction)    ☐ Sec

**Cause présumée de la mort :**

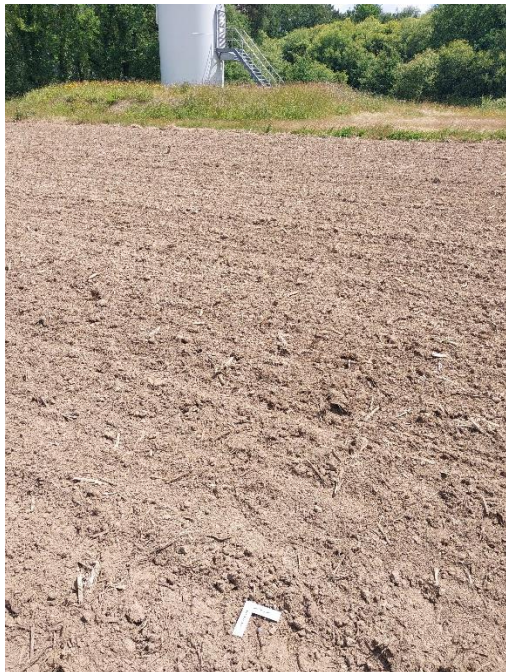
☒ Collision par pale    ☐ Barotraumatisme  
☐ Autre (chasse animale, humaine, voiture...)



**Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :**

Nombreuses petites plumes retrouvées.

**Illustration(s)**



**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)  
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

**Découvreur :** Amicie d'Augustin

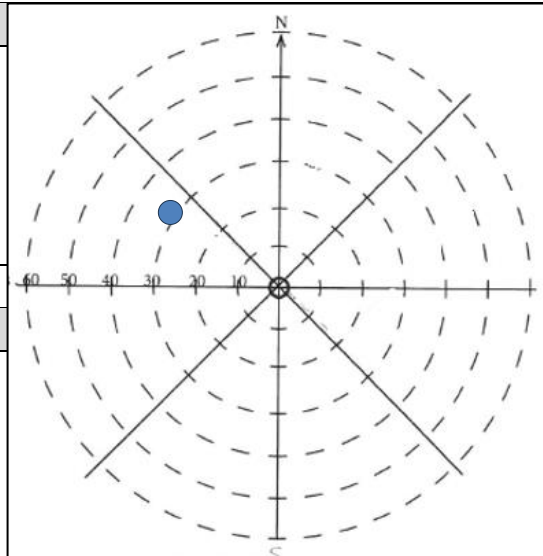
Date : 25/06/2024

**Localisation du cadavre :**

Eolienne concernée : E3

Couverture végétale : Maïs

Distance et direction par rapport au mat : 35m NO



**Description du cadavre**

Espèce : Martinet noir *Apus apus*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Adulte

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Nicheur probable

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
Art. 3	NT	NT	DD	-	LC	-

Etat de l'individu :

☒ Entier ☐ Coupé ☐ Fragments  
☐ Frais ☐ Quelques vers ☐ Décomposé (putréfaction) ☐ Sec

Cause présumée de la mort :

☒ Collision par pale ☐ Barotraumatisme  
☐ Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :



Décomposition commencée : aucun vers, mais présence de fourmis, de coléoptères...

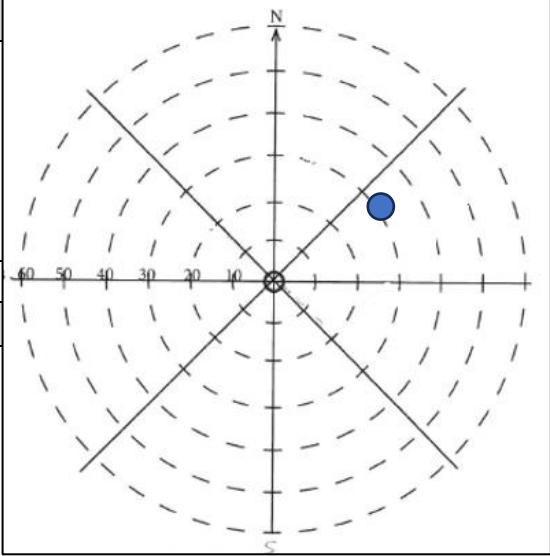
#### Illustration(s)



#### SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56) FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

**Découvreur** : Amicie d'Augustin

**Date** : 16 juillet 2024

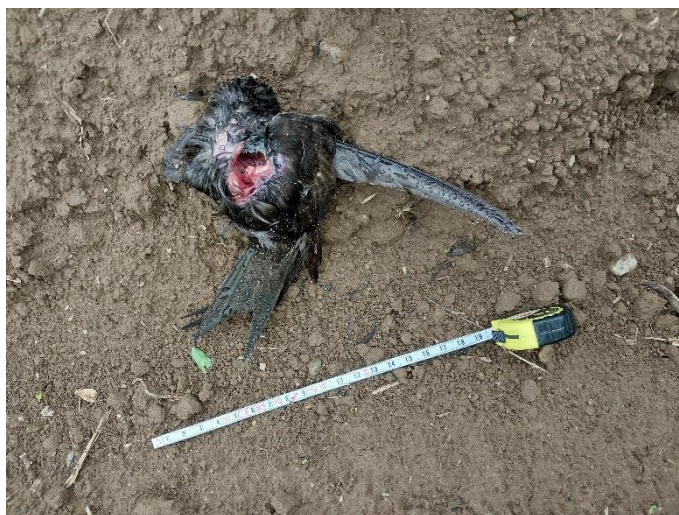
<b>Localisation du cadavre :</b>						
<b>Eolienne concernée :</b> E1						
<b>Couverture végétale :</b> Pommes de terre						
<b>Distance et direction par rapport au mat :</b> 30 m Nord-Est						
<b>Description du cadavre</b>						
<b>Espèce :</b> Martinet noir <i>Apus apus</i>						
<b>Sexe :</b> Indéterminé						
<b>Stade (juvénile, adulte) :</b> Adulte						
<b>Contexte (migration, nicheur cantonné etc) :</b> Nicheur probable sur la commune de Radenac.						
<b>Statuts de conservation de l'espèce :</b>						
<b>Protection nationale</b>	<b>Liste rouge Europe</b>	<b>Liste rouge France</b>			<b>Liste rouge Bretagne</b>	<b>Natura 2000</b>
		<b>Nicheur</b>	<b>De passage</b>	<b>Hivernant</b>		
Art. 3	NT	NT	DD	-	LC	-
<p><b>Etat de l'individu :</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Entier</span> <span><input type="checkbox"/> Coupé</span> <span><input type="checkbox"/> Fragments</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Frais</span> <span><input type="checkbox"/> Quelques vers</span> <span><input type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction)</span> <span><input type="checkbox"/> Sec</span> </div> <p><b>Cause présumée de la mort :</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Collision par pale</span> <span><input type="checkbox"/> Barotraumatisme</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span><input type="checkbox"/> Autre (chasse animale, humaine, voiture...)</span> </div>						

<b>Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :</b>
---



Décomposition avancée mais pas de vers.

#### Illustration(s)



**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)**  
**FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

**Découvreur :** Six-Dugardin Louis

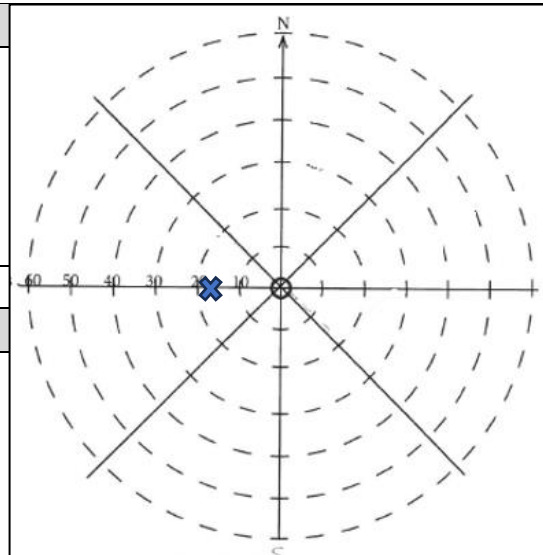
**Date :** 05 août 2024

**Localisation du cadavre :**

**Eolienne concernée :** E5

**Couverture végétale :** Prairie

**Distance et direction par rapport au mat :** 17m à l'Ouest



**Description du cadavre**

**Espèce :** Grive draine (*Turdus viscivorus*)

**Sexe :** inconnu

**Stade (juvénile, adulte) :** inconnu

**Contexte (migration, nicheur cantonné etc) :** cantonné à nicheur

**Statuts de conservation de l'espèce :**

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
LC	LC	LC	NA	NA	LC	

**Etat de l'individu :**

☐ Entier    ☐ Coupé    ☒ Fragments  
☐ Frais    ☐ Quelques vers    ☐ Décomposé (putréfaction)    ☐ Sec

**Cause présumée de la mort :**

☒ Collision par pale    ☐ Barotraumatisme  
☐ Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

**Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux**



**agricoles etc) :**

**Illustration(s)**



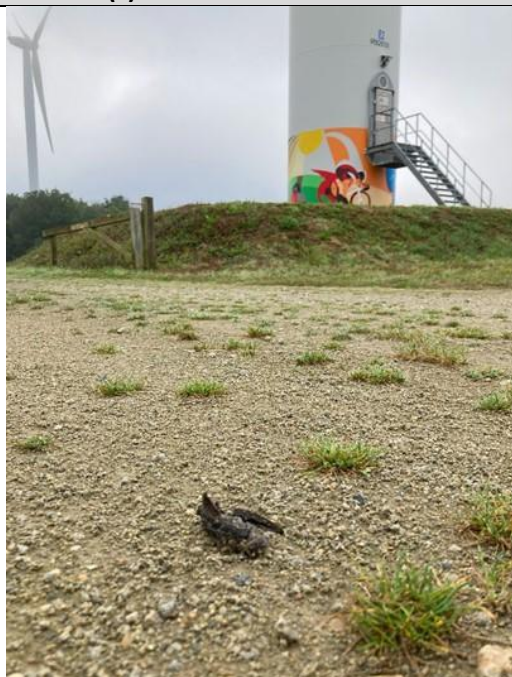
## 5. ANNEXE 5 - Fiches standardisées de mortalité - chiroptères

SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56) FICHE DE MORTALITE - Chiroptères				
<b>Découvreur :</b> Antoine Lucas <b>Date :</b> 23 septembre 2024				
<b>Localisation du cadavre :</b>  <b>Eolienne concernée :</b> E2  <b>Couverture végétale :</b> gravier, Plateforme  <b>Distance et direction par rapport au mat :</b> 20m au nord-ouest				
<b>Description du cadavre</b> <b>Espèce :</b> Pipistrelle commune <i>(Pipistrellus pipistrellus)</i>  <b>Sexe :</b> femelle  <b>Stade (juvénile, adulte) :</b> inconnu				
<b>Statuts de conservation de l'espèce :</b>				
Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Bretagne	Natura 2000
ART 2	LC	NT	LC	Ann IV
<b>Etat de l'individu :</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input checked="" type="checkbox"/> Entier</div> <div><input type="checkbox"/> Coupé</div> <div><input type="checkbox"/> Fragments</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input checked="" type="checkbox"/> Frais</div> <div><input type="checkbox"/> Quelques vers</div> <div><input type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction)</div> <div><input type="checkbox"/> Sec</div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <b>Cause présumée de la mort :</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input type="checkbox"/> Collision par pale</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme</div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> Autre (chasse animale, humaine, voiture...)         </div> </div>				

**Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :**

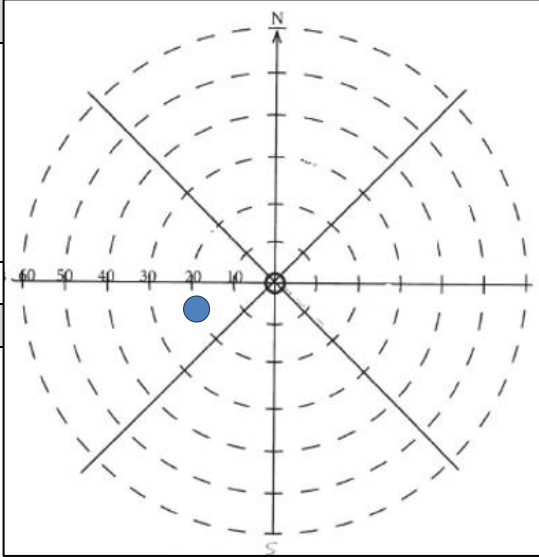
Cadavre très frais, encore saignant. Probablement morte dans la nuit.

**Illustration(s)**



**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)  
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

**Découvreur :** Titouan BASSET & Clara HAUTBOUT  
**Date :** 30 septembre 2024

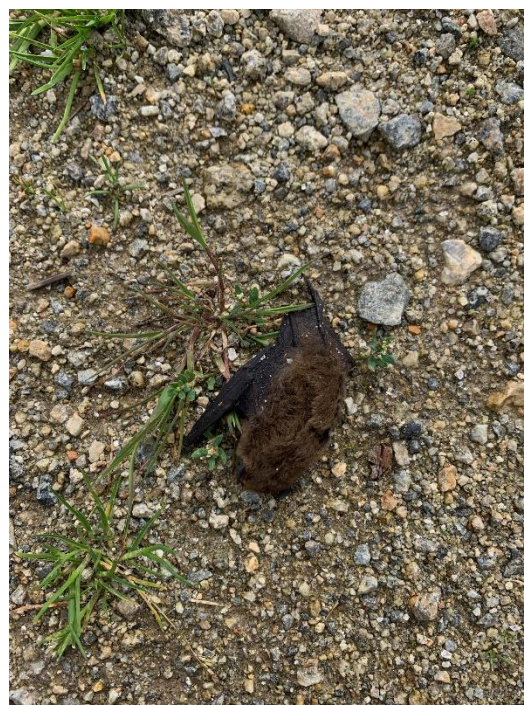
<b>Localisation du cadavre :</b>				
<b>Eolienne concernée :</b> E2				
<b>Couverture végétale :</b> Plateforme				
<b>Distance et direction par rapport au mat :</b> 20 m Ouest				
<b>Description du cadavre</b>				
<b>Espèce :</b> Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>				
<b>Sexe :</b> Mâle				
<b>Stade (juvénile, adulte) :</b> Indéterminé				
<b>Contexte (migration, nicheur cantonné etc) :</b> Indéterminé				
<b>Statuts de conservation de l'espèce :</b>				
<b>Protection nationale</b>	<b>Liste rouge Europe</b>	<b>Liste rouge France</b>	<b>Liste rouge Bretagne</b>	<b>Natura 2000</b>
Art. 2	LC	LC	LC	IV
<b>Etat de l'individu :</b>				
<input checked="" type="checkbox"/> Entier <input type="checkbox"/> Coupé <input type="checkbox"/> Fragments				
<input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Quelques vers <input type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction) <input type="checkbox"/> Sec				
<b>Cause présumée de la mort :</b>				
<input type="checkbox"/> Collision par pale <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme				
<input type="checkbox"/> Autre (chasse animale, humaine, voiture...)				

**Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :**



Cadavre frais sans trace visible de collision.

**Illustration(s)**



**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)  
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

**Découvreur :** Titouan BASSET & Clara HAUTBOUT

**Date :** 30 septembre 2024

<b>Localisation du cadavre :</b>				
<b>Eolienne concernée :</b> E4				
<b>Couverture végétale :</b> Plateforme				
<b>Distance et direction par rapport au mat :</b> 35 m Sud-Ouest				
<b>Description du cadavre</b>				
<b>Espèce :</b> Chiro sp <i>Chiro sp</i>				
<b>Sexe :</b> Indéterminé				
<b>Stade (juvénile, adulte) :</b> Indéterminé				
<b>Contexte (migration, nicheur cantonné etc) :</b> Indéterminé				
<b>Statuts de conservation de l'espèce :</b>				
Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Bretagne	Natura 2000
?	?	?	?	?
<b>Etat de l'individu :</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input type="checkbox"/> Entier</div> <div><input type="checkbox"/> Coupé</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Fragments</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input type="checkbox"/> Frais</div> <div><input type="checkbox"/> Quelques vers</div> <div><input type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction)</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Sec</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><b>Cause présumée de la mort :</b></div> <div> <input type="checkbox"/> Collision par pale <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div><input type="checkbox"/> Autre (chasse animale, humaine, voiture...)</div> </div>				

**Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :**



Cadavre sec incomplet (seulement les ailes et la colonne vertébrale). Mort par collision ou barotraumatisme depuis 10 jours ou plus.

**Illustration(s)**

