

Projet éolien des Landes de Verrines (communes de Saint-Sornin-Leulac et Châteauponsac – 87)

OSTWIND International
Cap Wilson, E3
81, Boulevard Lazare Carnot
31000 TOULOUSE

Expertise chiroptérologique

Julien Barataud
Expertise naturaliste
Le Bourg - 19330 Chanteix
Tel : 05 55 21 99 56
Port : 07 83 61 87 16
julien.barataud@gmail.com
www.expertise-naturaliste.fr

Julien Vittier
1, Square des Lémovices
87800 Saint-Priest-Ligoure
Tel : 09 72 60 62 62
Port : 06 28 35 16 83
julien.vittier@alkathoe.com
<http://alkathoe.com/>



Sommaire

Introduction	7
1 . Matériel et méthodes	8
1.1 . Zone d'étude	8
1.2 . Analyse des données bibliographiques	9
1.3 . Recherche de gîtes	9
1.4 . Inventaires sur les terrains de chasse	9
1.5 . Inventaires en altitude	13
1.6 . Analyse des données de terrain	14
1.7 . Limites méthodologiques.....	14
2 . Résultats des inventaires chiroptères	17
2.1 . Liste des espèces inventoriées sur le site	17
2.2 . Localisation des gîtes inventoriés à proximité du site.....	19
2.2.1 . Gîtes de mise-bas.....	20
2.2.2 . Gîtes d'hibernation.....	21
2.3 . Description de l'activité des chiroptères au sol.....	22
2.3.1 . Indices d'activité par espèce.....	22
2.3.2 . Activité par type d'habitat.....	23
2.3.3 . Variations saisonnières de l'activité	26
2.4 . Description de l'activité des chiroptères en altitude	27
2.4.1 . Indices d'activité par espèce.....	27
2.4.2 . Phénologie de l'activité en altitude.....	30
2.4.3 . Activité en fonction des conditions météorologiques.....	32
3 . Analyse des résultats	37
3.1 . Evaluation des enjeux chiroptérologiques sur le site.....	37
3.1.1 . Evaluation des enjeux par espèce	37
3.1.2 . Evaluation des enjeux par type d'habitat	39
3.2 . Evaluation des sensibilités des peuplements de chiroptères	41
3.2.1 . Impact des éoliennes sur les chiroptères.....	41
3.2.2 . Ecologie des espèces en lien avec la problématique éolienne	42
3.2.3 . Mortalité directe avérée des éoliennes sur les chiroptères	43
3.2.4 . Synthèse des sensibilités par espèce.....	45
3.2.1 . Evaluation des sensibilités par type d'habitat	45
3.3 . Evaluation des risques du projet éolien pour les chiroptères	48
3.3.1 . Risques de destruction	48
3.3.1.1 Risques de destruction des gîtes	48
3.3.1.2 Risques de destruction des habitats de chasse	48
3.3.1.3 Risques de destruction de spécimens lors d'abattages d'arbres	48
3.3.1.4 Risques de destruction de spécimens par collision ou barotraumatisme ..	49
3.3.2 . Risques de mortalité directe par espèce.....	49
3.3.3 . Apports des données en altitude à l'évaluation des risques	50
3.3.4 . Cartographie des risques suivant les recommandations d'Eurobats	51
3.3.5 . Risques de mortalité directe par habitat	52
3.4 . Description des espèces présentant le plus fort risque de mortalité.....	57
3.4.1 . Noctule de Leisler	57
3.4.2 . Noctule commune.....	57
3.4.3 . Pipistrelle de Nathusius	58
3.4.4 . Pipistrelle commune	58

3.4.5 . Sérotine commune.....	59
3.4.6 . Pipistrelle de Kuhl.....	60
3.4.7 . Grand Murin.....	60
3.4.8 . Barbastelle d'Europe	61
3.4.9 . Autres espèces	62
4 . Analyse des impacts	63
4.1 . Eléments pris en compte pour l'analyse des impacts.....	63
4.1 . Analyse des variantes	63
4.2 . Impacts en phase chantier	67
4.2.1 . Destruction de gîtes et terrains de chasse.....	67
4.2.2 . Mortalité directe en phase chantier.....	69
4.3 . Impacts en phase d'exploitation	69
4.3.1 . Mortalité directe par collision ou barotraumatisme.....	69
4.3.2 . Perte d'attractivité des territoires de chasse	74
4.4 . Impacts cumulés	74
4.5 . Scénario de référence : évolution du milieu sans l'installation d'éoliennes.....	77
4.6 . Synthèse des impacts	78
5 . Mesures d'Évitement, de Réduction et de Compensation	78
5.1 . Rappels sur la doctrine ERC	78
5.2 . Mesures d'évitement	79
5.2.1 . Évitement de la destruction d'habitats de chasse ou de gîtes en phase chantier.....	79
5.2.2 . Évitement de la mortalité directe en phase chantier	79
5.2.3 . En phase d'exploitation : modification de l'implantation d'éoliennes pour éviter les zones les plus attractives pour les chiroptères.....	80
5.2.4 . Impacts après mesures d'évitement	81
5.3 . Mesures de réduction.....	81
5.3.1 . Réduction de la mortalité par bridage des éoliennes.....	81
5.3.2 . Réduction des phénomènes d'attraction.....	82
5.3.3 . Synthèse des impacts résiduels après mises en œuvre de mesures de suppression et de réduction.....	83
5.4 . Mesures de compensation	83
5.5 . Suivis.....	83
5.5.1 . Suivi de mortalité	83
5.5.2 . Suivi des gîtes	85
5.5.3 . Suivi acoustique en altitude	85
5.6 . Analyse des incidences sur les périmètres Natura 2000	85
Bibliographie	88
Annexe 1 : Détail des indices d'activité pondérés par espèce et sur chacun des points d'écoute au sol.....	91
Annexe 2 : Liste des espèces françaises de chiroptères classées par ordre croissant d'intensité d'émission sonar, avec leur distance moyenne de détection et le coefficient de détectabilité qui en découle	92
Annexe 3 : Tests à réaliser pour le suivi de mortalité (d'après SFPEM, à paraître en 2018)	93
Test d'efficacité de recherche (du chercheur).....	93
Test de persistance des cadavres	93
Annexe 4 : Prescriptions techniques pour la bonne mise en œuvre des suivis d'activité ultrasonore en nacelle (d'après SFPEM, à paraître en 2018)	94

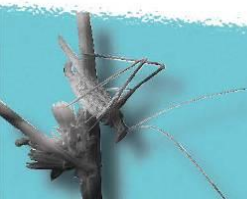


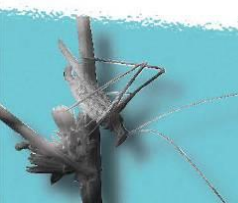
Table des tableaux

Tableau 1 : Détail des inventaires au détecteur d'ultrasons par écoute directe	10
Tableau 2 : Descriptif des 12 points d'écoute répartis sur la zone d'étude	11
Tableau 3 : Détail des inventaires en altitude	14
Tableau 4 : Liste des espèces inventoriées (en gras, les espèces d'intérêt communautaire inscrites en annexe II de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore)	17
Tableau 5 : Indices d'activité des chiroptères toutes périodes confondues (espèces classées par ordre décroissant de l'activité pondérée)	22
Tableau 6 : Pression d'écoute par grand type d'habitat	23
Tableau 7 : Evaluation de la valeur patrimoniale des chiroptères inventoriés sur la zone d'étude (classées par activité décroissante sur le site).....	37
Tableau 8 : Evaluation de l'enjeu des espèces de chiroptères inventoriées sur le site (classées par niveau d'enjeu décroissant)	38
Tableau 9 : Répartition de l'activité des espèces patrimoniales par type d'habitat.....	39
Tableau 10 : Impacts potentiels des parcs éoliens sur les chiroptères (d'après Rodrigues et al., 2015)	42
Tableau 11 : Sensibilité potentielle à la mortalité directe sur les parcs éoliens des espèces de chiroptères inventoriées sur le site (classées par sensibilité potentielle décroissante).....	43
Tableau 12 : Synthèse des sensibilités à la mortalité directe sur les parcs éoliens des espèces de chiroptères inventoriées sur le site	45
Tableau 13 : Répartition de l'activité des espèces les plus sensibles par type d'habitat.....	46
Tableau 14 : Evaluation du niveau de risque en fonction des niveaux d'enjeu et de sensibilité (d'après SER-FEE/SFEPM/LPO, 2010).....	49
Tableau 15 : Evaluation du niveau de risque de mortalité directe en fonction des niveaux d'enjeu et de sensibilité des espèces inventoriées sur l'ensemble de la zone étudiée	50
Tableau 16 : Evaluation du niveau de risque de mortalité directe par type d'habitat.....	52
Tableau 17 : Linéaires de haies et surfaces de milieux boisés et humides impactés par le projet	68
Tableau 18 : Distance des éoliennes (calculée en bout de pale) aux éléments arborés.	70
Tableau 19 : Distance des éoliennes (calculée en bout de pale) aux éléments arborés, analyse du contexte paysager et des impacts liés à la mortalité potentielle par collision ou barotraumatisme.....	71
Tableau 20 : Liste des sites et projets éoliens autour du projet des Landes des Verrines.....	76
Tableau 21 : Synthèse des impacts.....	78
Tableau 22 : Caractéristiques du bridage des éoliennes	82
Tableau 23 : Synthèse des impacts résiduels après mises en œuvre de mesures de suppression et de réduction	83

Table des figures

Figure 1 : Présentation de la zone d'étude	8
Figure 2 : Micro déporté placé sur le mât de mesure à 50 m de hauteur	13
Figure 3 : Paysage très ouvert de prairie cultivée autour du mât de mesure	15
Figure 4 : Localisation des points d'écoute.....	16
Figure 5 : Petit Murin (<i>Myotis oxygnathus</i>) à gauche et Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>) à droite : 2 espèces très proches au niveau morphologique et acoustique.....	18
Figure 6 : Gîtes de mise-bas de chiroptères – données historiques – GMHL 2015	20
Figure 7 : Gîtes d'hibernation de chiroptères – données historiques – GMHL 2015	21
Figure 8 : Activité des chiroptères en fonction des grands types d'habitats naturels (en nombre de contacts pondérés par heure)	23
Figure 9 : Répartition géographique de l'activité des chiroptères	25
Figure 10 : Répartition saisonnière de l'activité des chiroptères	26
Figure 11 : Répartition saisonnière de l'activité en fonction des espèces, classées par indice d'activité décroissant.....	27
Figure 12 : Proportion des différentes espèces de chiroptères dans les inventaires au sol	28
Figure 13 : Proportion des différentes espèces de chiroptères dans les inventaires en altitude	29
Figure 14 : Nombre de contacts en altitude en fonction de l'heure de la nuit (exprimée en heure UTC)	31
Figure 15 : Activité des chiroptères en altitude (en nombre de contacts par heure) en fonction de la période de l'année	32
Figure 16 : Profil de vitesse de vent, en fonction de la hauteur (source : Osvind)	33
Figure 17 : Comparaison de l'activité des chiroptères en altitude (nombre de contacts) avec la vitesse du vent mesurée à 95 m sur le mât de mesure (en m/s)	34
Figure 18 : Activité cumulée des chiroptères en altitude en fonction de la vitesse du vent mesurée à 95 m sur le mât de mesure (en m/s). Les données de mai 2016 (à 20 m d'altitude, donc sous le rotor) ont été écartées pour cette analyse.	34
Figure 19 : Comparaison de l'activité des chiroptères en altitude (nombre de contacts) avec la direction du vent (en °).....	35
Figure 20 : Comparaison de l'activité des chiroptères en altitude (nombre de contacts) avec la température (en °C)	35
Figure 21 : Activité des chiroptères en altitude (en nombre de contacts par heure) en fonction de la température (en °C)	36
Figure 22 : Comparaison de l'activité des chiroptères en altitude (nombre de contacts) avec la pression (en hPa) et l'hygrométrie (en %)	36
Figure 23 : Répartition géographique de l'activité des espèces patrimoniales	40
Figure 24 : Mortalité connue de chauves-souris par éoliennes au 19/12/2015 en Europe et en France (d'après Rodrigues & al., 2015).....	44
Figure 25 : Répartition géographique de l'activité des espèces les plus sensibles à la mortalité éolienne.....	47
Figure 26 : Trou de pic dans un chêne à proximité du point 6	48
Figure 27 : Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe en suivant les recommandations d'Eurobats (rayon de 200 m autour des habitats à risque fort ou très fort) .	51
Figure 28 : Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe	53

Figure 29 : Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe	54
Figure 30 : Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe	55
Figure 31 : Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe	56
Figure 32 : Noctule de Leisler	57
Figure 33 : Noctule commune	57
Figure 34 : Pipistrelle de Nathusius.....	58
Figure 35 : Pipistrelle commune	58
Figure 36 : Sérotine commune	59
Figure 37 : Pipistrelle de Kuhl	60
Figure 38 : Grands Murins	60
Figure 39 : Barbastelle d'Europe	61
Figure 40 : Petit Rhinolophe.....	62
Figure 41 : Murin à moustaches.....	62
Figure 42 : Oreillard gris.....	63
Figure 43 : Projet des Landes des Verrines – variante A	64
Figure 44 : Projet des Landes des Verrines – variante B	64
Figure 45 : Projet des Landes des Verrines – variante C	65
Figure 46 : Projet de La Longe – variante D1	65
Figure 47 : Projet de La Longe – variante D2	66
Figure 48 : Projet de La Longe – variante D3	66
Figure 49 : Localisation des éoliennes et niveau d'enjeu des habitats	68
Figure 50 : Schéma explicatif du calcul de distance entre l'extrémité du rotor et la canopée la plus proche.	70
Figure 51 : Situation de l'éolienne CP-01 vis-à-vis de la lisière arborée (haie arborée) la plus proche.	71
Figure 52 : Situation de l'éolienne CP-02 vis-à-vis de la lisière arborée (haie arborée) la plus proche.	72
Figure 53 : Situation de l'éolienne CP-03 vis-à-vis de la lisière arborée (haie arborée) la plus proche.	72
Figure 54 : Situation de l'éolienne CP-04 vis-à-vis de la lisière arborée (haie arborée) la plus proche.	73
Figure 55 : Situation de l'éolienne CP-05 vis-à-vis de la lisière arborée (bosquet) la plus proche.	73
Figure 56 : Etat de l'éolien autour du projet des Landes de Verrines.....	75
Figure 57 : Localisation des éoliennes et niveau de risque selon les recommandations d'Eurobats	80
Figure 58 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) .	84
Figure 59 : Situation de la ZIP vis-à-vis du site Natura 2000 FR7401147 (dont église de St-Sornin-Leulac) et des principales vallées : Brame, Semme et Gartempe (source : https://www.geoportail.gouv.fr/).....	87



Introduction

Les projets éoliens industriels sont soumis à une étude d'impact sur l'environnement conformément à l'article R-122-8 du code de l'environnement. Un volet important de cette étude d'impact concerne les chiroptères qui, tous protégés au niveau national par la loi sur la protection de la nature du 10 juillet 1976, sont particulièrement sensibles à la présence d'éoliennes sur leurs territoires de chasse ou leurs axes migratoires.

L'expertise chiroptérologique permet donc d'évaluer les enjeux du site par rapport aux chauves-souris, les sensibilités des peuplements présents, les risques liés à l'implantation du projet éolien, les impacts attendus de la configuration retenue ainsi que la définition, si nécessaire, de mesures de suppression, de réduction et, en cas d'impacts résiduels, de compensation.

La zone d'étude retenue par la société Ostwind International sur les communes de Saint-Sornin-Leulac et Châteauponsac (87) se situe dans la zone paysagère de la basse marche limousine, dans un contexte bocager constitué par une mosaïque de prairies et cultures alternant avec un réseau de haies arborées et de petits boisements.

Le volet chiroptérologique de l'étude d'impact de ce projet a été confié par la société Ostwind International à Julien Barataud, expert naturaliste indépendant. Une partie des inventaires de terrain et des analyses cartographiques ont été réalisées par Julien Vittier, également expert naturaliste indépendant.

1. Matériel et méthodes

1.1. Zone d'étude

Le périmètre étudié correspond à la Zone d'Implantation Potentielle (ZIP) initialement retenue par Ostwind et indiquée en bleu sur la figure suivante. Cette zone dépasse largement le secteur finalement retenue pour le projet des Landes des Verrines : implantation de cinq aérogénérateurs dans le secteur sud de la ZIP (en rouge sur la figure suivante).

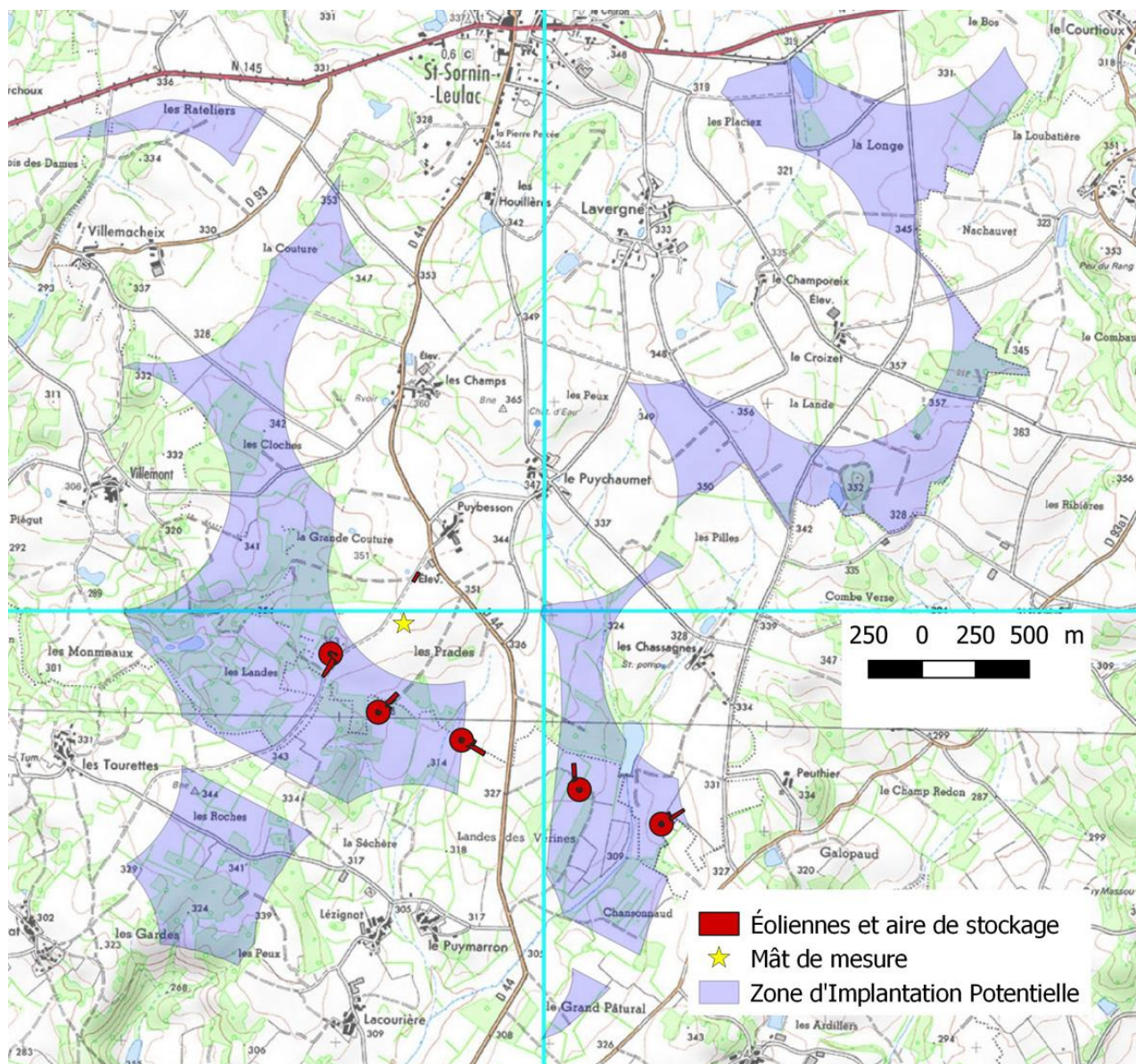


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude

1.2 . Analyse des données bibliographiques

Cette phase d'analyse a été réalisée par le Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (GMHL) dans le cadre d'un pré-diagnostic faisant état de toutes les données historiques connues dans un rayon d'étude rapproché et à une échelle plus large autour de la zone de projet (rayon de 15 km). Ce pré-diagnostic (GMHL, 2015) permet d'identifier les principaux enjeux potentiels liés aux chiroptères sur le territoire concerné.

1.3 . Recherche de gîtes

De nombreux gîtes de reproduction, de transit ou d'hivernage ont déjà été identifiés autour de la zone d'étude par le pré-diagnostic du GMHL. Ce site ayant déjà fait l'objet d'études approfondies dans le cadre d'un projet éolien porté par un autre développeur, les gîtes à chiroptères sont déjà bien connus dans ce secteur et certains font l'objet d'un suivi annuel par le GMHL.

Quelques prospections de terrain ont cependant été menées au printemps 2016 afin de compléter et de réactualiser cet inventaire nécessaire à une bonne évaluation des enjeux.

1.4 . Inventaires sur les terrains de chasse

Lors de tout déplacement, les chiroptères émettent des signaux ultrasonores dont l'écho leur permet d'obtenir les informations nécessaires à leur navigation et leur activité alimentaire. L'utilisation d'un détecteur d'ultrasons permet de transformer ces signaux en fréquences audibles, et d'interpréter leur structure et leur rythme dans un but d'identification spécifique et de diagnostic comportemental.

Le décodage des ultrasons a été effectué grâce à un détecteur Pettersson Elektronik AB D1000x qui combine les systèmes hétérodyne (pour écoute en temps réel) et expansion de temps, avec carte mémoire intégrée (pour les enregistrements).

Les séances d'écoute ont débuté dès le crépuscule et se sont déroulées à poste fixe, sur 12 points d'écoute d'une durée de 10 min.

Des relevés quantitatifs de contacts ont été réalisés, afin de comparer l'abondance de l'activité entre espèces et entre habitats. Un contact correspond à l'occurrence de signaux d'une espèce de chiroptère captés en hétérodyne, par tranche de 5 secondes. Dans le cas d'un individu chassant pendant une durée importante à proximité de l'observateur, on notera donc autant de contacts que de tranches de 5 secondes d'occurrence des signaux.

Les contacts, selon le comportement acoustique plus ou moins discriminant de l'animal, et la qualité de réception (durée, intensité), sont attribués à une espèce, un genre, un groupe d'espèces ou à un chiroptère indéterminé. Dans la mesure du possible, les contacts sont identifiés instantanément ; pour les cas les plus complexes, ils sont enregistrés, et identifiés ultérieurement par analyses auditive et informatique (logiciel BatSound, Pettersson Elektronik AB) combinées.

L'identification est réalisée selon une méthode d'identification acoustique des chiroptères faisant l'objet d'un programme de recherches mené en Europe depuis 1988 (Barataud 1996 ; 2002 ; 2012). Les contacts, selon le comportement acoustique plus ou moins discriminant de l'animal, et la qualité de réception (durée, intensité), sont attribués à une espèce, un genre, un groupe d'espèces ou à un chiroptère indéterminé. Un niveau de confiance a également été accordé à l'identification de chaque contact : certain, probable et possible (BARATAUD, 2012).

Le tableau 1, page suivante, détaille les inventaires effectués ainsi que les conditions météorologiques.







Tableau 1 : Détail des inventaires au détecteur d'ultrasons par écoute directe






Date	Observateur	Conditions météorologiques
12 août 2015 21h32 – 00h48	Julien Vittier	Ciel couvert entre 25 et 50%, absence de précipitation Température : entre 25 et 23°C selon l'heure Vent nul ; forte présence de bruits parasites (orthoptères)
1 ^{er} septembre 2015 21h05-00h53	Julien Vittier	Ciel couvert à 15%, nuages hauts, absence de précipitation Température : entre 17 et 12°C selon l'heure Vent nul ; forte présence de bruits parasites (orthoptères)
20 septembre 2015 20h26-23h33	Julien Barataud	Ciel dégagé, absence de précipitation Température : entre 12 et 9°C selon l'heure Vent nul
29 septembre 2015 20h15-23h16	Julien Barataud	Ciel dégagé, absence de précipitation Température : entre 14 et 9°C selon l'heure Vent modéré à fort
8 octobre 2015 19h55-23h08	Julien Vittier	Ciel couvert à 90%, absence de précipitation Température entre 14 et 12°C selon l'heure Vent nul
5 mai 2016 21h53-01h46	Julien Vittier	Ciel couvert à 15%, absence de précipitation Température entre 18 et 13°C selon l'heure Vent faible à modéré
17 mai 2016 22h15-01h30	Julien Barataud	Ciel couvert à 50%, absence de précipitation Température entre 12 et 9°C selon l'heure Vent nul
27 mai 2016 22h00-01h10	Julien Barataud	Ciel couvert à 20%, absence de précipitation Température entre 16 et 14°C selon l'heure Vent nul
9 juin 2016 22h19-01h48	Julien Vittier	Ciel couvert à 90%, absence de précipitation Température entre 20 et 16°C selon l'heure Vent faible à nul
21 juin 2016 22h20-01h20	Julien Barataud	Ciel couvert à 20%, absence de précipitation Température entre 21 et 18°C selon l'heure Vent faible à nul
8 juillet 2016 22h49-02h17	Julien Vittier	Ciel dégagé, absence de précipitation Température entre 22 et 17°C selon l'heure Vent faible à nul
20 juillet 2016 21h55-00h50	Julien Barataud	Ciel couvert à 100%, absence de précipitation Température entre 24 et 22°C selon l'heure Vent faible à fort

Douze points d'écoute ont été localisés sur la zone étude et ont été répartis de manière homogène sur le territoire tout en représentant le mieux possible les différents habitats naturels en présence (voir figure 4). Un descriptif des habitats a été réalisé sur chacun de ces points d'écoute (voir tableau 2, page suivante).

L'un d'entre eux (le point 6) a été écarté après les inventaires automnaux et remplacé par le point 12 au printemps suivant, ce dernier étant placé dans une zone d'implantation plus probable et dans un type d'habitat moins bien échantillonné jusque-là (milieux ouverts).

Tableau 2 : Descriptif des 12 points d'écoute répartis sur la zone d'étude

N° point	Grand type d'habitat	Détails descriptif habitat	Photo
1	Eau stagnante	Bordure d'étang avec végétation de prairie humide à joncs, présence de grands chênes et de bosquets de saules à proximité	
2	Chemin sous-bois	Clairière forestière le long d'un chemin sous-bois dans un taillis de châtaigniers sous futaie de chênes	
3	Haie arborée	Haie arborée le long d'une petite route avec présence de grands chênes et d'un étage arbustif dense (aubépines, prunelliers...)	
4	Haie arbustive	Haie arbustive haute le long d'une petite route avec une strate dense de noisetiers, aubépines, prunelliers...	

5	Chemin sous-bois	Chemin forestier traversant un fond de vallon avec présence d'un petit ruisseau et d'une ripisylve avec aulnes, frênes, saules...	
6	Chemin sous-bois	Chemin forestier dans une parcelle de taillis de châtaigniers sous futaie de chênes avec un sous-étage assez dense de houx et de régénération de hêtres	
7	Haie arborée	Haie arborée avec présence de grands chênes sénescents et muret en pierre sèche au sein d'une prairie pâturée par des ovins	
8	Arbres isolés	Alignement de quelques vieux châtaigniers le long d'une piste, en limite avec une prairie temporaire	
9	Chemin sous-bois	Chemin forestier assez large au sein d'accrus forestiers récents et très denses composés d'essences pionnières (bouleau, saule, noisetier...) en peuplement très serré	

10	Haie arbustive	Haie arbustive basse avec prunelliers, cornouillers, saules... le long d'une petite route et dans un contexte de prairies temporaires	
11	Milieu ouvert	Grandes parcelles ouvertes en cultures annuelles (maïs) et prairies temporaires	
12	Milieu ouvert	Zone ouverte avec prairies permanentes et temporaires	

1.5 . Inventaires en altitude

Des enregistrements en altitude ont été effectués au niveau du mât de mesure situé au centre de la zone d'étude grâce à un enregistreur automatique de type Pettersson D500x couplé à un micro déporté et un câble de 50 m. Plusieurs phases d'enregistrements sur plusieurs nuits consécutives ont été réalisées sur différentes périodes au cours de l'année 2016. Le tableau en page suivante précise les dates et les durées d'enregistrements ainsi que le nombre de contacts.

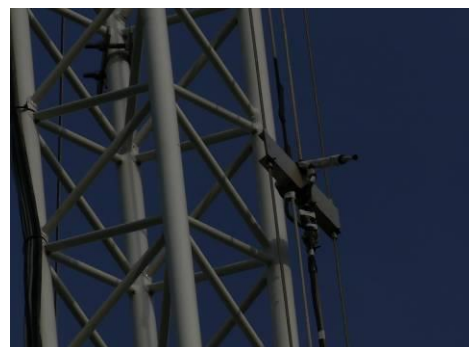


Figure 2 : Micro déporté placé sur le mât de mesure à 50 m de hauteur

Le nombre de nuits d'enregistrements prévu au départ était de minimum 5 nuits par mois entre mai et octobre, soit une trentaine de nuits. Plusieurs problèmes techniques successifs (blocage de la poulie, microphone défectueux) ainsi que les conditions météorologiques aléatoires ont limité le nombre de nuits d'enregistrements exploitables à 25. Ces nuits sont cependant bien réparties sur les périodes les plus sensibles du cycle des chiroptères, au printemps (8 nuits) et surtout à l'automne (14 nuits).

Tableau 3 : Détail des inventaires en altitude

Période	Dates	Nombre de nuits d'enregistrement	Nombre de nuits exploitables	Nombre total d'enregistrements	Nombre de contacts de chiroptères	Commentaires
Printemps	5 au 14 mai 2016	9	8	10 898	173	Dernière nuit pluvieuse ; Enregistrements à 20 m au lieu de 50 m à cause d'un problème technique
Été	9 au 14 juin 2016	5	0	33 709	0	Micro défectueux
Été	8 au 11 juillet 2016	3	3	21 840	85	
Automne	20 au 23 août 2016	3	3	11 448	13	
Automne	2 au 8 septembre 2016	6	6	29 374	104	
Automne	3 au 8 octobre 2016	5	5	16 536	28	
Total		46	25	135 464	403	

1.6 . Analyse des données de terrain

Les données récoltées sur le terrain permettent une mesure de l'activité des chiroptères sur la zone étudiée. Le contact acoustique est donc l'élément de base qui constitue la mesure quantitative de l'activité. A partir de cet élément de base quantifié sur le terrain, l'analyse des données se base sur le calcul d'indices d'activité mesurés en nombre de contacts par unité de temps.

Les indices d'activité ne peuvent être comparés qu'entre espèces émettant des signaux d'intensité voisine (Barataud, 2012). En effet, chaque espèce est dotée d'un sonar dont les caractéristiques sont adaptées à son comportement de vol et son habitat préférentiel. La portée des signaux acoustiques dépend ainsi grandement de leur durée et de leur largeur de bande fréquentielle. Barataud (2012) a donc défini des groupes d'espèces en fonction de leur intensité d'émission et a attribué à chaque espèce un coefficient de détectabilité permettant de pondérer les indices d'activité en fonction de la distance de détection des espèces (voir annexe 2). Les analyses de comparaisons interspécifiques sont donc exprimées en indices d'activité pondérés par ce coefficient de détectabilité.

1.7 . Limites méthodologiques

La méthodologie choisie pour cette étude correspond aux préconisations formulées dans les principales références en la matière et notamment le document de cadrage rédigé en 2010 par le SER-FEE, la SFEPM, et la LPO.

Il est cependant important de noter les principales limites de cette méthodologie :

- L'activité de chasse des chiroptères peut varier de manière importante dans le temps et dans l'espace en fonction de la disponibilité des ressources alimentaires (émergences d'insectes notamment) et des conditions météorologiques (recherche de sites abrités en présence de vent par exemple). Ces variations sont moins importantes pour les espèces forestières à petits territoires de chasse (comme le Murin de Bechstein par exemple). Elles sont en revanche très importantes pour les espèces de haut vol comme les Noctules qui vont chercher à exploiter des émergences importantes d'insectes sur de grands territoires de chasse.

Les échantillonnages réalisés sur la zone d'étude permettent donc d'approcher la répartition spatiale de l'activité des chiroptères mais ne peuvent jamais prendre en compte de manière exhaustive toute cette variabilité.

- Une limite particulière concerne les écoutes réalisées en fin d'été (août-septembre), période à laquelle on note une forte abondance d'orthoptères dans les milieux ouverts qui émettent des stridulations puissantes provoquant un bruit de fond permanent rendant les écoutes très difficiles et entraînant très vraisemblablement une sous-estimation de l'activité des chiroptères à cette période.

- Concernant les écoutes réalisées en altitude, l'analyse des résultats est à mettre en relation avec la localisation du mât de mesure qui est situé au centre d'une grande parcelle cultivée très peu attractive pour les chiroptères. Les résultats ne reflètent donc pas l'activité en altitude dans un contexte plus favorable aux chiroptères (proximité de boisement ou de haie arborée). Ce contexte particulier explique aussi le fait que l'effort d'échantillonnage a été concentré sur le nombre de soirées au sol permettant d'échantillonner des habitats plus favorables que ceux présents au niveau du mât de mesure.



Figure 3 : Paysage très ouvert de prairie cultivée autour du mât de mesure

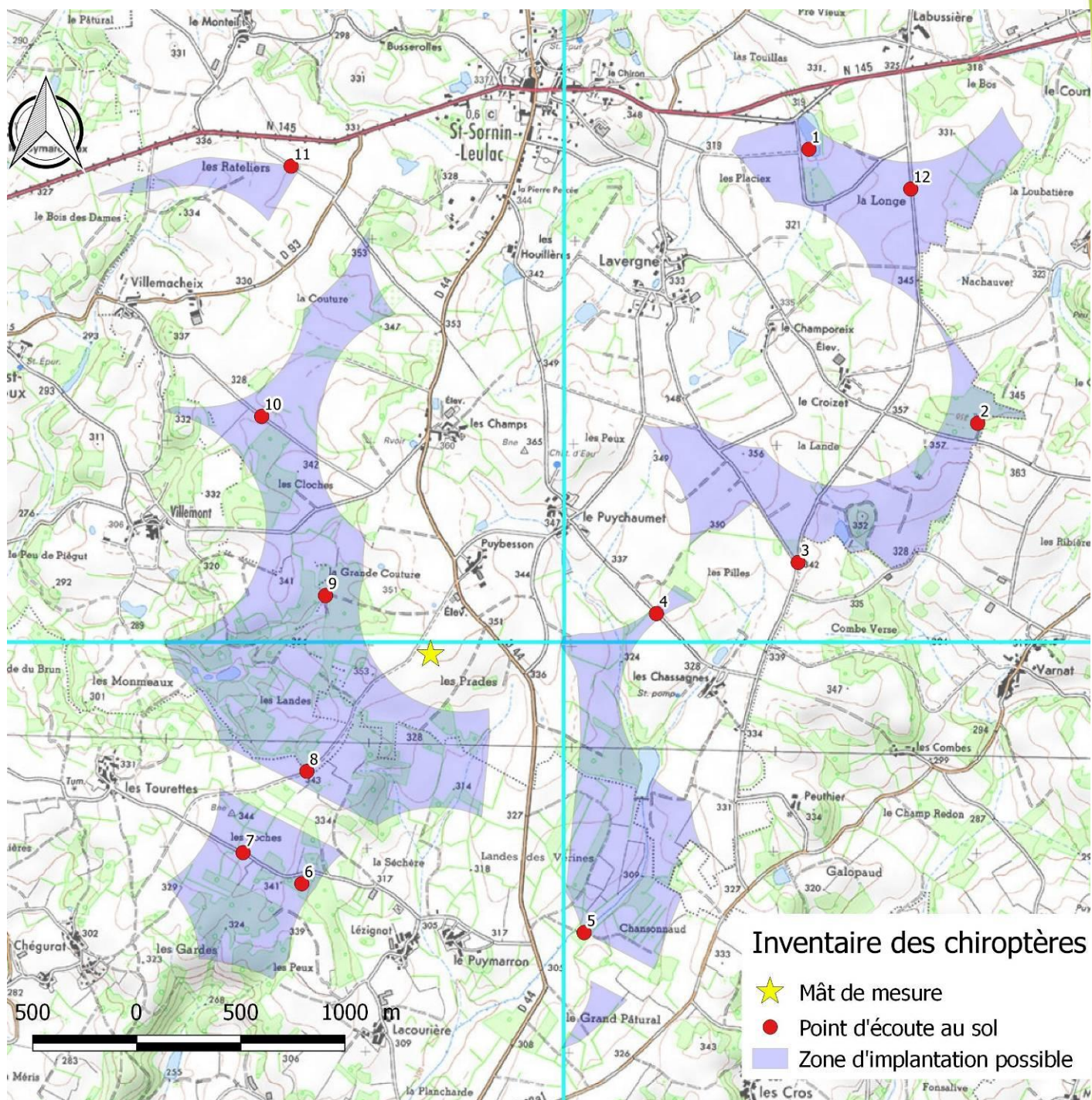


Figure 4 : Localisation des points d'écoute

2. Résultats des inventaires chiroptères

2.1. Liste des espèces inventoriées sur le site

Le tableau 4 ci-dessous détaille les espèces de chiroptères présentes en France, en Limousin, sur la zone d'étude élargie à un rayon de 15 km (d'après GMHL 2015) et celles dont la présence a été attestée sur la zone de projet lors des points d'écoute réalisés en 2015 et 2016.

Tableau 4 : Liste des espèces inventoriées (en gras, les espèces d'intérêt communautaire inscrites en annexe II de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut liste rouge nationale	Présence en Limousin	Présence sur la zone d'étude élargie (GMHL)	Zone de projet étude 2015 / 2016
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	LC	X	X	X
<i>Eptesicus nilsonni</i>	Sérotine de Nilsson	DD			
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	NT	X	X	X
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	LC	X		
<i>Miniopterus schreibersi</i>	Minioptère de Schreibers	VU	X	X	?
<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	LC	X		X
<i>Myotis bechsteini</i>	Murin de Bechstein	NT	X	X	X
<i>Myotis brandti</i>	Murin de Brandt	LC	X	X	X
<i>Myotis capaccini</i>	Murin de Capaccini	NT			
<i>Myotis dasycneme</i>	Murin des marais	EN			
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	LC	X	X	X
<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échanquées	LC	X	X	
<i>Myotis escaleraei</i>	Murin d'Escalera	VU			
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	LC	X	X	X
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	LC	X	X	X
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	LC	X	X	X
<i>Myotis oxygnathus</i>	Petit Murin	NT	X	X	X
<i>Myotis punicus</i>	Murin du Maghreb	VU			
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	LC	X	X	X
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	NT	X	X	X
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	NT	X	X	X
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	LC	X		?
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	LC	X	X	X
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	LC	X	X	X
<i>Plecotus macrobullaris</i>	Oreillard montagnard	VU			
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande Noctule	VU	X		
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	NT	X	X	X
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	VU	X	X	X
<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale	LC	X		
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand Rhinolophe	LC	X	X	
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	LC	X	X	X
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Rhinolophe de Mehely	CR			
<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	NT			
<i>Vespertilio murinus</i>	Sérotine bicolore	DD	X		
Total	34		26	20	19

Sur les 26 espèces de chiroptères connues en Limousin, 20 sont connues dans un rayon de 15 km et 19 ont été identifiées sur la zone de projet lors des inventaires réalisés au cours de cette étude. Ces inventaires ont permis de recenser une nouvelle espèce par rapport à celles déjà connues (le Murin

d'Alcathoe) et le nombre d'espèces sur la zone d'étude élargie s'élève donc à 21.

L'une d'entre elles ne peut être identifiée avec certitude puisqu'une séquence enregistrée est en recouvrement entre le Minioptère de Schreibers et la Pipistrelle pygmée, deux espèces très rares en Limousin qui n'ont pas été contactées par ailleurs. Cet enregistrement a été réalisé le 5 mai 2016 sur le point 1 et concerne vraisemblablement un individu en transit puisqu'aucune population de l'une ou l'autre de ces espèces n'est connue à proximité. Une seule donnée historique d'un individu en transit existe pour le Minioptère de Schreibers et date de 1949 sur la commune du Dorat ; les populations les plus proches actuellement connues pour cette espèce rare et vulnérable sont situées dans le sud de la Corrèze et à proximité d'Angoulême, en Charente.

Toutes les espèces potentielles dans cette partie du Limousin ont donc été inventoriées au moins à l'échelle de la zone d'étude élargie puisque, parmi les 26 espèces limousines, manquent seulement des espèces méridionales localisées dans le sud de la Corrèze (Vespère de Savi, Rhinolophe euryale) ainsi que des espèces plutôt localisées sur les reliefs et la partie Est de la région (Sérotine bicolore, Grande Noctule).

Par ailleurs, le Grand Murin et le Petit Murin, deux espèces très proches et toutes deux présentes sur le site, ont été considérées ensemble dans l'analyse des résultats puisque la grande majorité des signaux acoustiques n'a pas pu être attribuée à l'une ou l'autre de ces deux espèces. Le Grand Murin reste sans doute largement dominant sur le site et la présence du Petit Murin (espèce plus méridionale et beaucoup plus rare dans la région) est sans doute anecdotique (une donnée visuelle du GMHL dans la colonie de l'église de Saint-Sornin-Leulac en 1998 et un enregistrement réalisé en 2016 sur le point 1 pouvant être attribué de manière très probable à cette espèce).



Figure 5 : Petit Murin (*Myotis oxygnathus*) à gauche et Grand Murin (*Myotis myotis*) à droite : 2 espèces très proches au niveau morphologique et acoustique
Photo : Julien Barataud

Parmi les 19 espèces dont la présence a été attestée sur le site, on peut noter la présence de 13 espèces présentant un intérêt patrimonial particulier :

- La Barbastelle d'Europe, le Grand Murin et le Petit Rhinolophe dont la conservation est d'intérêt communautaire (annexe II de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore) ;
- La Noctule commune, classée comme vulnérable dans la liste rouge des mammifères de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017) ;
- La Sérotine commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler, classées comme quasi-menacées dans la liste rouge des mammifères de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017) ;
- Le Murin de Bechstein et le Petit Murin qui cumulent les statuts d'intérêt communautaire et d'espèces quasi-menacées à l'échelle nationale ;
- Parmi les espèces n'ayant pas de statut particulier, 2 espèces spécialistes forestières sont rares en Limousin : le Murin d'Alcathoe et le Murin de Brandt ;
- La possible présence en transit du Minioptère de Schreibers, espèce d'intérêt communautaire et considérée comme vulnérable à l'échelle nationale.

Le site recèle donc une richesse spécifique importante avec la présence de différents cortèges d'espèces :

- des espèces généralistes chassant généralement près des lisières arborées : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Sérotine commune, Barbastelle d'Europe ;
- des espèces de haut vol chassant principalement en altitude : Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius ;
- une espèce spécialisée sur la chasse au-dessus de l'eau : le Murin de Daubenton ;
- des espèces spécialisées et plutôt forestières : Murin à moustaches, Murin de Brandt, Murin d'Alcathoe, Murin de Bechstein, Petit Rhinolophe ;
- des espèces glaneuses fréquentant les milieux forestiers mais également les prairies riches en insectes : Grand et Petit Murins, Murin de Natterer, Oreillard roux, Oreillard gris.

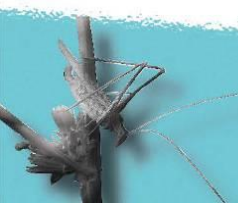
On note également la présence de 3 espèces à comportement migrateur : la Noctule de Leisler, la Noctule commune, et la Pipistrelle de Nathusius.

2.2 . Localisation des gîtes inventoriés à proximité du site

Cette analyse de la localisation des gîtes à chiroptères reprend très largement les éléments contenus dans le pré-diagnostic établi par le GMHL (2015). En effet, la zone d'étude ayant déjà fait l'objet d'inventaires chiroptérologiques approfondis dans le cadre de projets éoliens portés par d'autres développeurs, la localisation des gîtes à chiroptères est déjà bien connue et certains font d'ailleurs l'objet d'un suivi annuel par le GMHL.

En accord avec le GMHL, une journée a été consacrée au printemps 2016 à la recherche de nouveaux gîtes dans un périmètre rapproché autour du périmètre de projet. Cette journée a permis de faire des recherches de gîtes en bâtis dans les hameaux les plus proches de la zone d'étude : visite des bâtiments abandonnés, observation des linteaux de granges, discussions avec les habitants rencontrés... Des prospections ont également été réalisées le long de la vallée de la Semme au sud de la zone d'étude avec notamment l'inspection de plusieurs ponts et ouvrages d'art susceptibles d'abriter des chiroptères. Ces recherches ont été peu fructueuses et n'ont pas permis de découvrir de nouveaux gîtes d'importance. Seuls des témoignages de la présence de chiroptères (vraisemblablement des pipistrelles), en faibles effectifs sous des toitures de maisons d'habitation, ont été recueillis dans les hameaux de Lavergne et du Puymarron.

Les éléments les plus importants concernant les populations de chiroptères dans ce secteur sont repris ici à partir du pré-diagnostic (GMHL, 2015). Il conviendra de se reporter à cette étude pour une analyse complète et détaillée des données bibliographiques et des populations de chiroptères connues au sein de la zone d'étude étendue réduite (rayon de 2 km) et de la zone d'étude étendue élargie (15 km).



2.2.1 . Gîtes de mise-bas

Sept gîtes abritant des espèces patrimoniales listées en annexe 2 de la Directive Habitats-Faune-Flore présentent un intérêt particulier dans le cadre de cette étude :

- deux gîtes, situés à proximité directe de la ZE sont susceptibles d'être impactés par la mise en place d'éoliennes : le gîte **110** abritant 400 grands murins (1 km de la ZE) et constituant la 3^{ème} plus grosse colonie limousine pour cette espèce, et le gîte **112** hébergeant 25 barbastelles à 600 m de la ZE.

- un troisième gîte est présent à moins de 500 m de la ZE et sert à la mise-bas d'une vingtaine de petits rhinolophes (gîte **28**).

- les gîtes **76** et **80**, situés à plus de 14 km de la ZE, abritent respectivement 240 et 200 grands murins. Ces animaux peuvent effectuer de grandes distances pour rejoindre leurs terrains de chasse (jusqu'à 25 km).

- citons également une colonie de grands rhinolophes localisée à 3,6 km de la ZE (gîte **1**).

- enfin, le gîte **37** sert à la mise-bas de 100 barbastelles à moins de 2,5 km de la ZE.

Dix gîtes abritent des espèces très sensibles aux éoliennes (sérotones et pipistrelles). L'un d'eux (gîte **3**) avec des effectifs de sérotones communes importants (66 individus) est localisé à 10,6 km de la ZE. Le gîte **24**, hébergeant 27 sérotones communes, présente une forte sensibilité du fait de sa faible distance à la ZE (3,6 km). Le gîte **51**, à 5,8 km de la ZE, abrite une colonie de 96 pipistrelles communes.

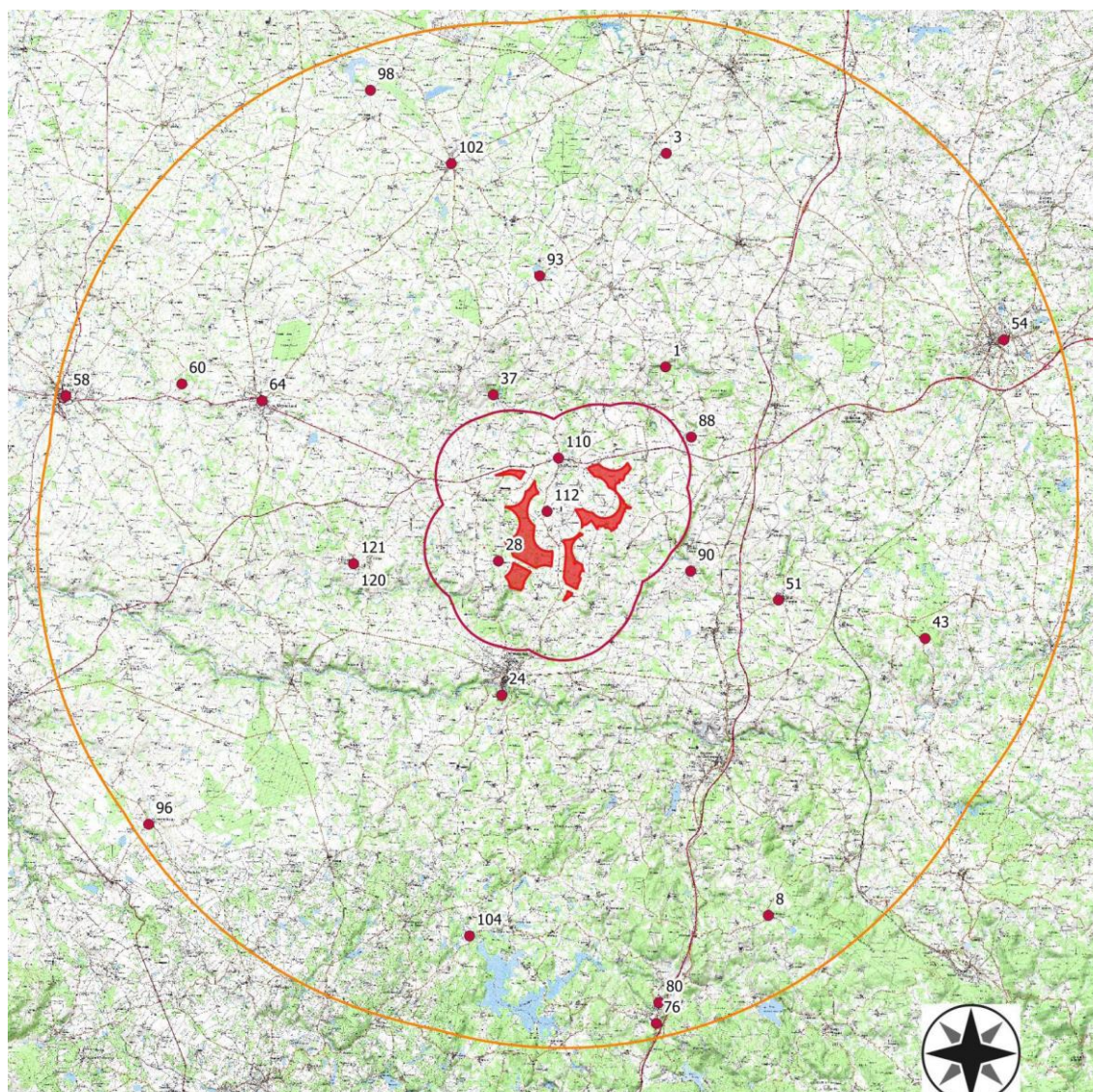


Figure 6 : Gîtes de mise-bas de chiroptères – données historiques – GMHL 2015

2.2.2 . Gîtes d’hibernation

Dix gîtes présentent plus de six espèces clairement déterminées. Parmi eux, le gîte **27** situé à 2,6 km de la ZE abrite six à sept espèces dont deux espèces figurant en annexe 2 (Petit Rhinolophe et Grand Murin). Le gîte **106** est important du fait de sa proximité relative à la ZE (9,5 km), de sa très forte diversité spécifique (dix à douze espèces), des effectifs importants de certaines espèces ainsi que de la présence de cinq espèces patrimoniales en annexe 2. Le gîte **74** présente également une forte diversité spécifique, abritant neuf à onze espèces dont quatre classées en annexe 2 avec des effectifs de petits rhinolophes importants. Ce gîte est localisé à 6,5 km de la ZE. Le gîte **85**, distant de 15 km de la ZE, héberge onze à douze espèces – dont six classées annexe 2 – dans des effectifs faibles. Malgré son éloignement, cette très forte diversité lui confère toutefois un statut important.

Quelques gîtes n’abritent qu’une ou deux espèces mais sont importants du fait de la présence de petits rhinolophes (espèce classée annexe 2) en effectifs importants. Parmi eux, citons le gîte **121** localisé à 5,3 km de la ZE (83 petits rhinolophes) et le gîte **87** situé à 2,9 km (46 petits rhinolophes).

La majorité des autres sites montrent des effectifs réduits. Peu d’espèces sensibles sont observées dans les gîtes d’hibernation de la ZEEL (une Sérotine commune au gîte **85** et deux pipistrelles au gîte **106**).

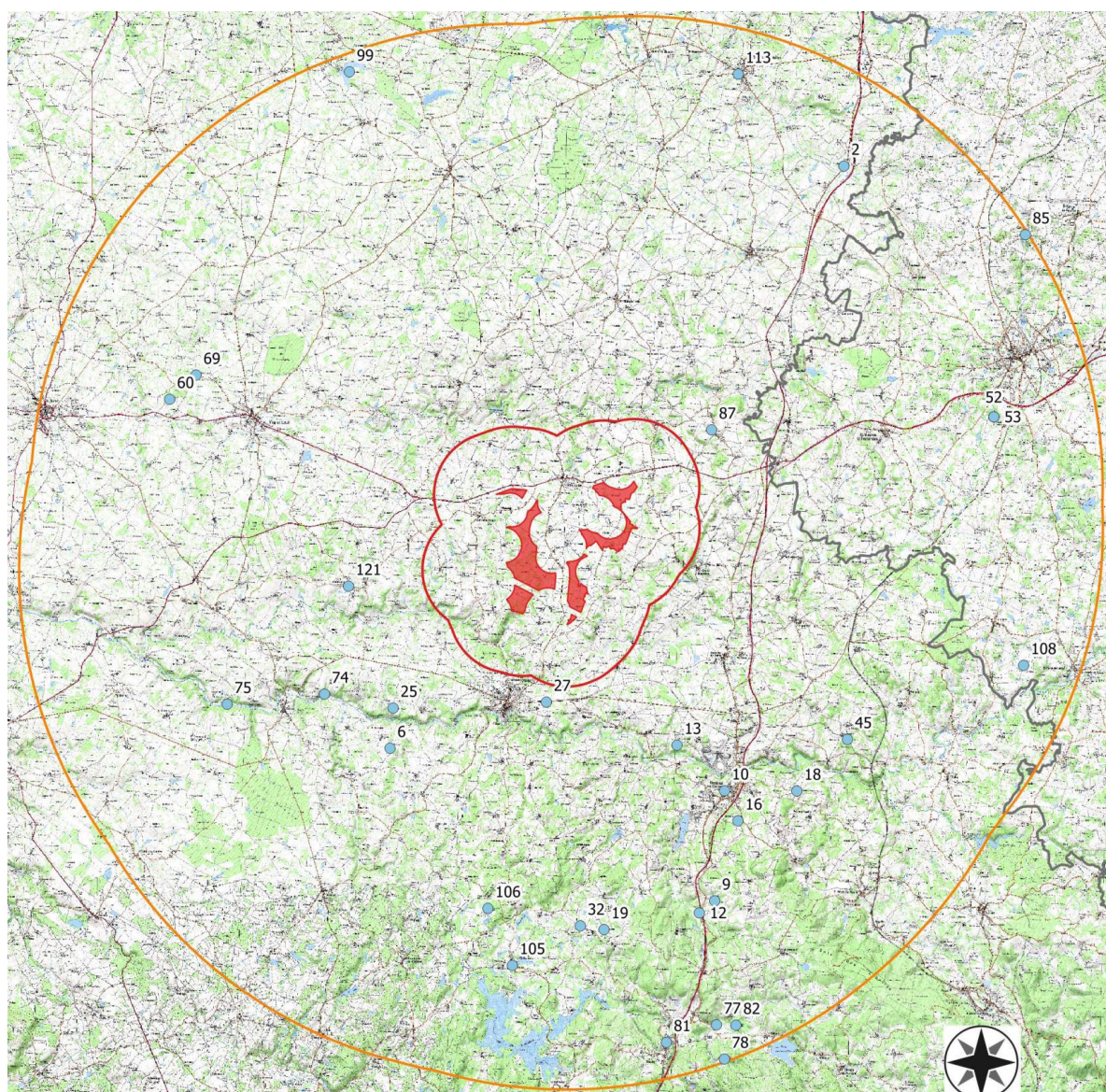


Figure 7 : Gîtes d’hibernation de chiroptères – données historiques – GMHL 2015

2.3 . Description de l'activité des chiroptères au sol

2.3.1 . Indices d'activité par espèce

Les inventaires, toutes périodes confondues, donnent un indice d'activité global brut de 180 contacts par heure. Le tableau 5 ci-dessous donne le détail de l'activité de chacune des 19 espèces inventoriées.

On note en premier lieu une activité largement dominante de la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) avec 52,5 % de l'activité pondérée.

Deux autres espèces présentent une activité importante sur le site avec plus de 10 contacts/h en moyenne : la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) avec 9,5% de l'activité pondérée et la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) avec 7,4 % de l'activité pondérée.

Quatre autres espèces ont été contactées de manière significative avec plus de 5 contacts/h en moyenne et représentant chacune environ 5% de l'activité pondérée : le Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*), le Murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*), la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et le Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*).

Toutes les autres espèces sont plus rares sur le site, avec des indices d'activité compris entre 4,7 et 0,1 contacts/h.

Tableau 5 : Indices d'activité des chiroptères toutes périodes confondues (espèces classées par ordre décroissant de l'activité pondérée)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Indices d'activité pondérés (Nb contacts/h)	Pourcentage de l'activité pondérée
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	94,7	52,5%
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	17,2	9,5%
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	13,3	7,4%
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	9,0	5,0%
<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	8,8	4,9%
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	8,8	4,9%
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	8,6	4,8%
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	4,7	2,6%
<i>Myotis sp.</i>	Murin indéterminé.	4,1	2,3%
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	3,3	1,8%
<i>Myotis brandti</i>	Murin de Brandt	2,9	1,6%
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	2,0	1,1%
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	1,0	0,6%
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	0,7	0,4%
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	0,6	0,3%
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	0,3	0,2%
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	0,2	0,1%
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	0,2	0,1%
<i>Plecotus sp.</i>	Oreillard indéterminé	0,1	0,1%
<i>Miniopterus schreibersii</i> / <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Minioptère de Schreibers / Pipistrelle pygmée	0,1	0,1%
Total		180,4	

2.3.2 . Activité par type d'habitat

La zone d'étude est constituée par une mosaïque complexe d'habitats bocagers incluant des habitats forestiers, des milieux agricoles variés ainsi que de nombreux éléments linéaires (haies) et ponctuels (arbres isolés, petits bosquets, zones humides...). Cette diversité a été résumée en 6 grands types d'habitats selon une typologie simplifiée et adaptée aux exigences écologiques des chiroptères (voir tableau 6, ci-dessous).

Tableau 6 : Pression d'écoute par grand type d'habitat

Grands types d'habitats	Nombre de points d'écoute	Temps d'écoute
Eau stagnante	1	2h05
Chemin sous-bois	4	7h10
Haie arborée	2	4h10
Haie arbustive	2	4h10
Arbres isolés	1	2h05
Milieu ouvert	2	3h00

La figure 8, ci-dessous, représente la répartition de l'activité pondérée sur le site en fonction des principaux types d'habitats inventoriés.

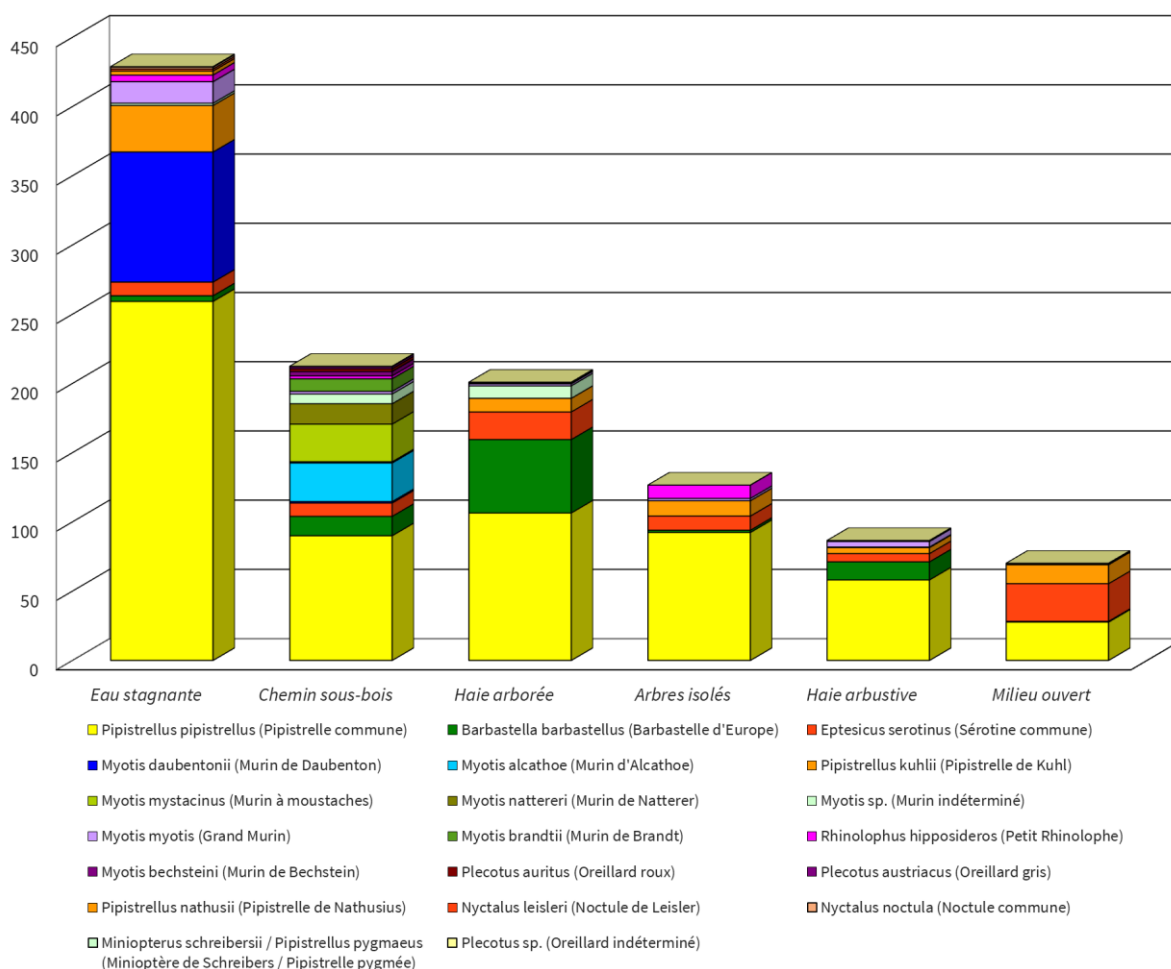


Figure 8 : Activité des chiroptères en fonction des grands types d'habitats naturels (en nombre de contacts pondérés par heure)

Plusieurs éléments intéressants pour la compréhension de la répartition spatiale de l'activité peuvent être illustrés par la figure 9 :

- **L'activité est maximale** (429 contacts/h) en **bordure d'eau stagnante**, milieu représenté uniquement sur le point 1 qui attire fortement les chiroptères de par la ressource alimentaire importante générée par les insectes aquatiques dont les larves se développent dans l'étang. Même si deux espèces (Pipistrelle commune et Murin de Daubenton) fournissent la majorité des contacts, la **richesse spécifique est également importante** avec 13 espèces contactées sur ce point. C'est également sur ce point qu'a été enregistrée la majorité des contacts de Noctule commune et Pipistrelle de Nathusius, deux espèces particulièrement sensibles à la problématique éolienne.

- Le long des **chemins forestiers** (points 2, 5, 6 et 9), **l'activité est très importante** (212 contacts/h) avec une **richesse spécifique maximale** (17 espèces) et la présence d'un cortège spécialisé d'espèces forestières (Murin à moustaches, Murin de Brandt, Murin d'Alcathoe, Murin de Natterer, Murin de Bechstein, Grand Murin, Oreillard roux, Oreillard gris...).

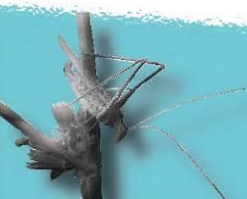
- Le long des **haies arborées** (points 3 et 7), **l'activité est également très importante** (201 contacts/h). On peut noter dans cet habitat une activité importante pour la **Barbastelle d'Europe**, espèce spécialiste de la chasse de petits papillons en lisière arborée. On note également une présence importante d'autres espèces de lisière que sont la Pipistrelle commune, la Sérotine commune et la Pipistrelle de Kuhl.

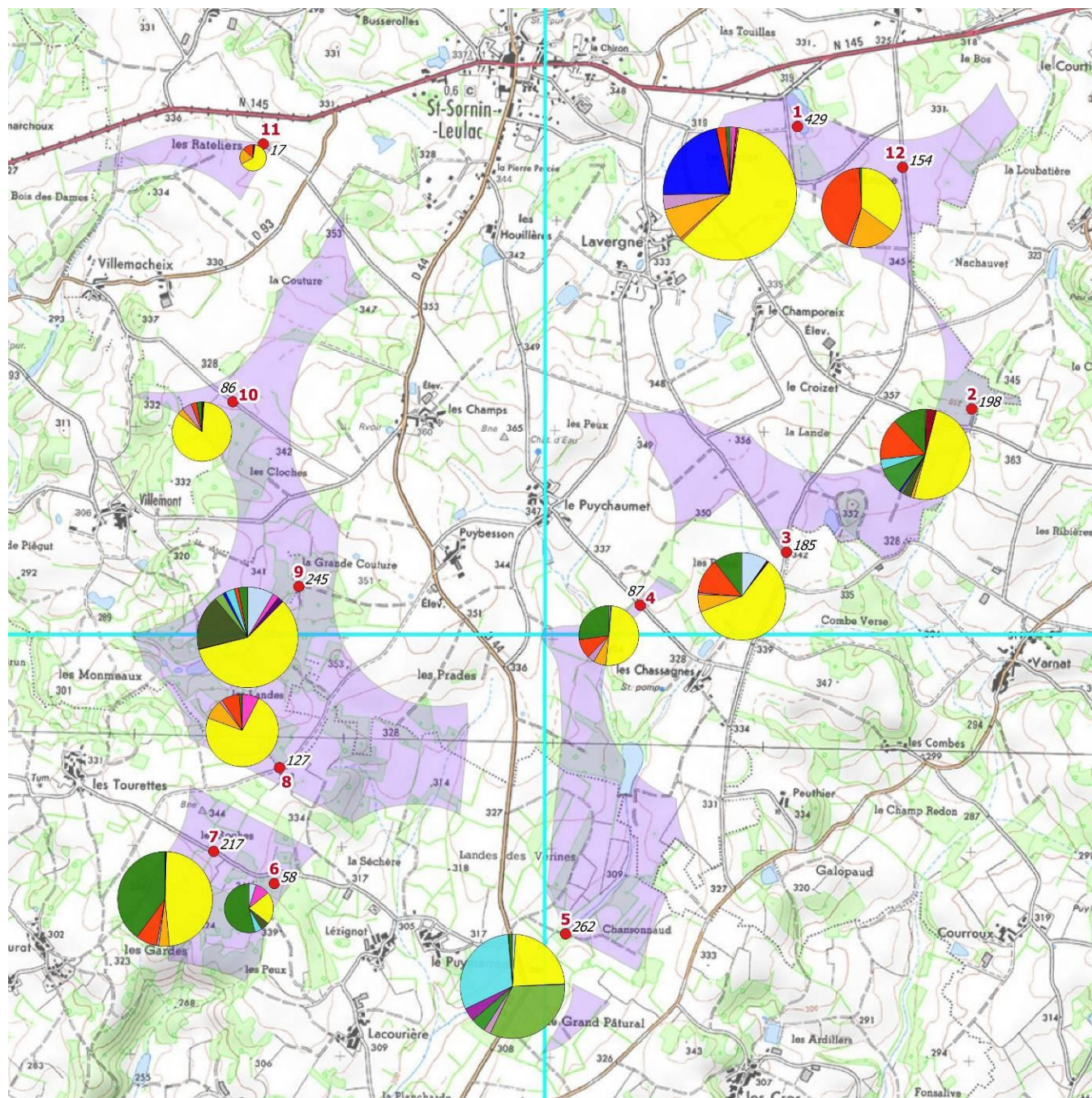
- Près des **arbres isolés** en milieu prairial (point 8), **l'activité est un peu moins forte** (126 contacts/h), avec une richesse spécifique faible mais une présence significative de **Petit Rhinolophe**, espèce adepte de la chasse dans les vergers et autour des grands arbres.

- Le long des **haies arbustives** (points 4 et 10), le cortège d'espèce est assez similaire aux haies arborées mais avec une **activité moins importante** (87 contacts/h). Il semble donc qu'on retrouve les mêmes cortèges le long des différents types de haies, avec une activité beaucoup plus forte lorsque des grands arbres sont présents.

- En **milieu ouvert** (points 11 et 12), **l'activité est moyenne** (70 contacts/h) avec la Sérotine commune comme espèce dominante.

La figure 9, en page suivante, illustre la répartition géographique de l'activité sur les différents points d'écoute choisis sur la zone d'étude.





- Point d'écoute (n° en rouge)
- *Barbastella barbastellus*
- *Eptesicus serotinus*
- *M. schreibersii / P. pygmaeus*
- *Myotis alcathoe*
- *Myotis bechsteini*
- *Myotis brandtii*
- *Myotis daubentonii*
- *Myotis myotis*
- *Myotis mystacinus*
- *Myotis nattereri*
- *Pipistrellus kuhlii*
- *Pipistrellus nathusii*
- *Pipistrellus pipistrellus*
- *Plecotus auritus*
- *Plecotus austriacus*
- *Plecotus sp.*
- *Nyctalus noctula*
- *Nyctalus leisleri*
- *Rhinolophus hipposideros*
- *Myotis sp.*
- Zone d'implantation possible

En italique : activité totale par point (contacts/heure)

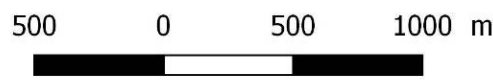


Figure 9 : Répartition géographique de l'activité des chiroptères

2.3.3 . Variations saisonnières de l'activité

L'analyse de l'activité par espèce en fonction des saisons (figure 10, ci-dessous) montre une activité globale très similaire entre les périodes printanières et estivales, avec une légère baisse en période automnale. Cette baisse en période automnale est cependant à relativiser du fait du parasitage sonore des stridulations de sauterelles à cette période, induisant vraisemblablement un sous-échantillonnage des chiroptères.

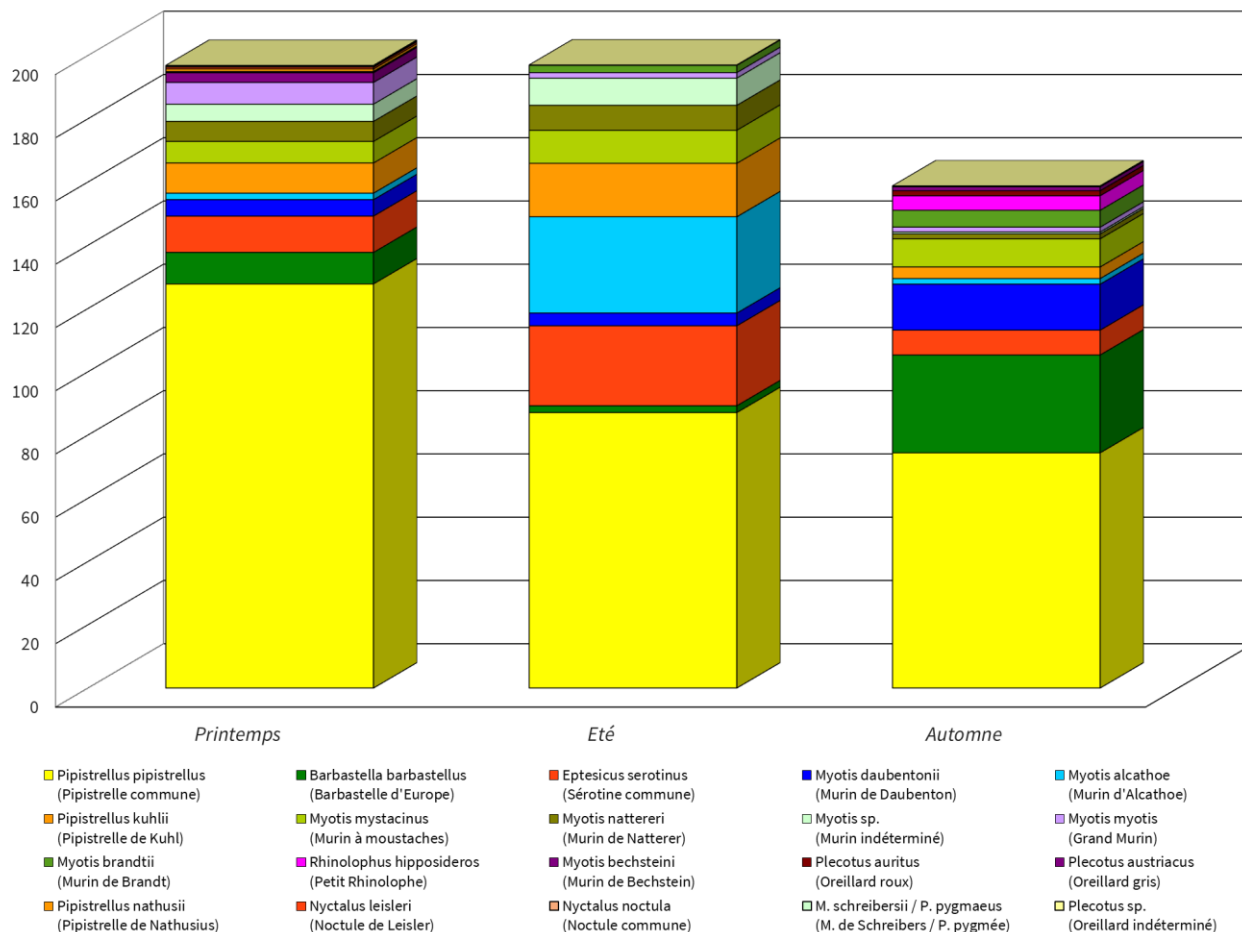


Figure 10 : Répartition saisonnière de l'activité des chiroptères

Lorsque l'on observe plus précisément les variations saisonnières en fonction des espèces (figure 11), on peut noter des différences plus importantes :

- certaines d'entre elles ont plus été notées en période printanière : Murin de Bechstein, Pipistrelle de Nathusius, Noctule de Leisler, Noctule commune, Grand Murin...
- d'autres en période estivale : Murin d'Alcathoe, Sérotine commune...
- et d'autres enfin en période automnale : Petit Rhinolophe, Oreillard roux, Oreillard gris, Barbastelle d'Europe, Murin de Brandt, Murin de Daubenton...

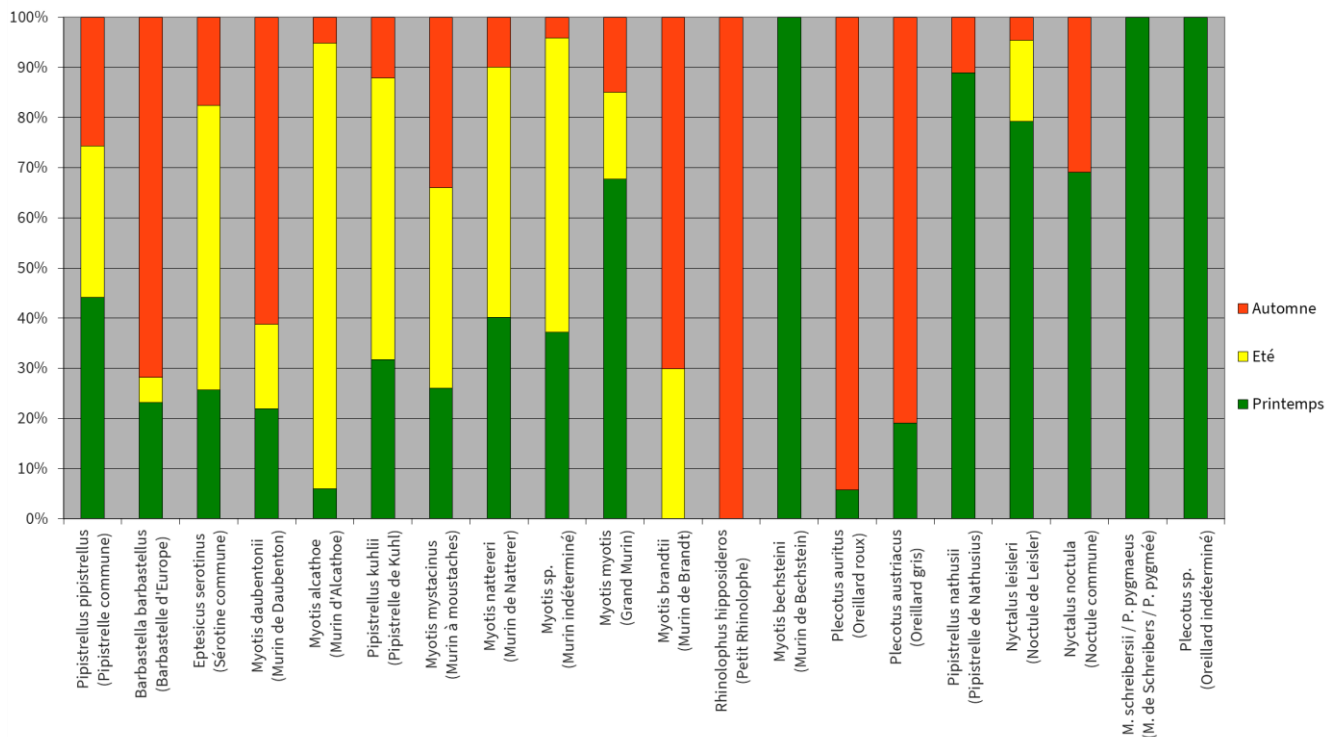


Figure 11 : Répartition saisonnière de l'activité en fonction des espèces, classées par indice d'activité décroissant

2.4 . Description de l'activité des chiroptères en altitude

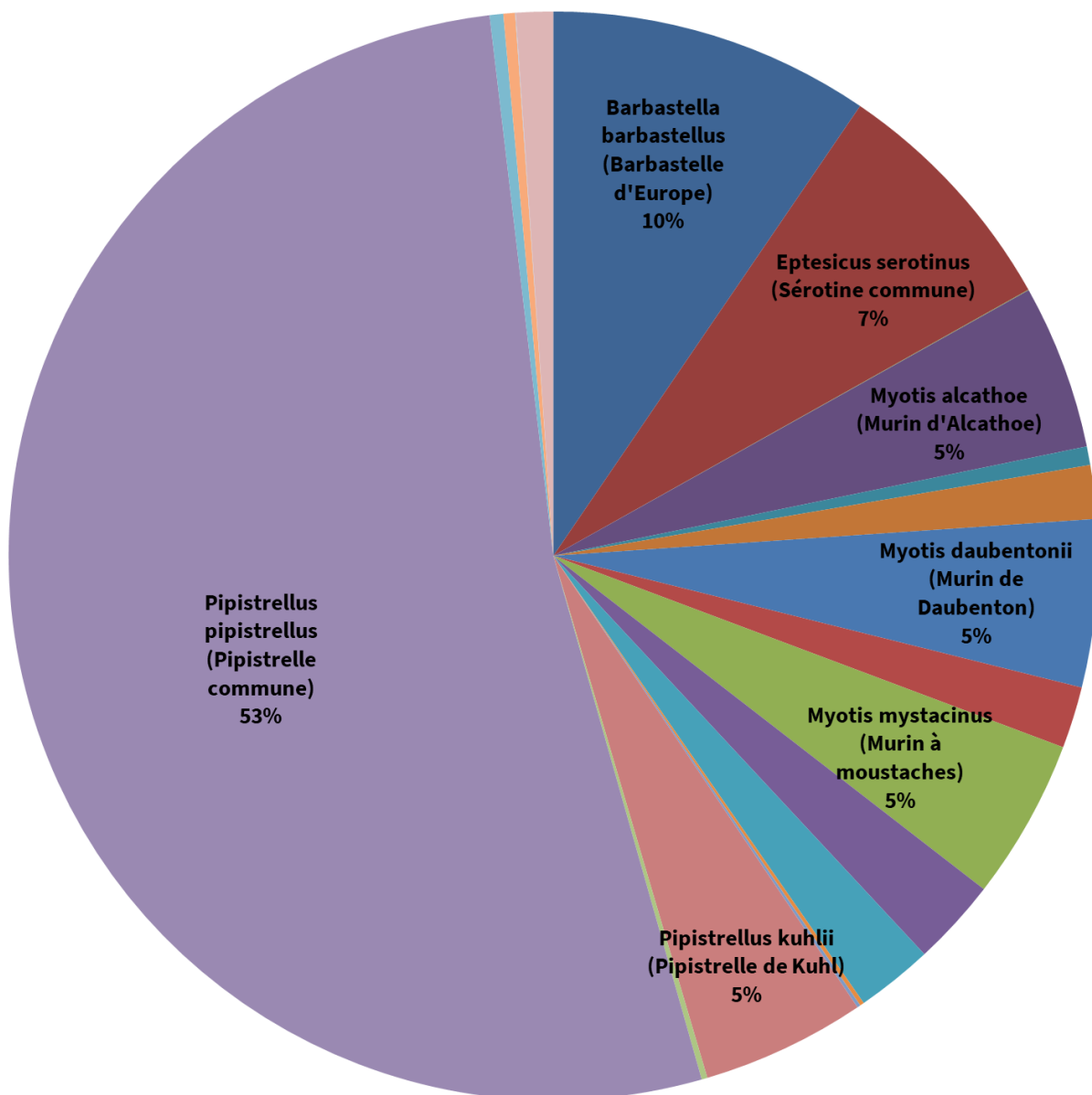
2.4.1 . Indices d'activité par espèce

Les indices d'activité notés en altitude (1,63 contacts/h en moyenne) sont globalement beaucoup plus faibles que les indices d'activité relevés au sol (180 contacts/h en moyenne). Ces deux résultats ne peuvent cependant pas être comparés du fait de différences méthodologiques importantes :

- Les inventaires en altitude sont réalisés sur des nuits complètes alors que les inventaires au sol sont réalisés en début de nuit, période concentrant généralement la plus grande activité des chiroptères.
- Les inventaires en altitude ne proviennent que d'un seul point, dans un contexte peu favorable aux chiroptères, alors que de nombreux points d'écoute au sol sont situés dans des contextes très favorables. A titre d'exemple, le point au sol situé dans un contexte le plus proche de celui du mât de mesure (point 11) ne compte que 17 contacts/h en moyenne au lieu de 429 contacts/h pour le point 1 situé dans un contexte très favorable (bord d'étang boisé).

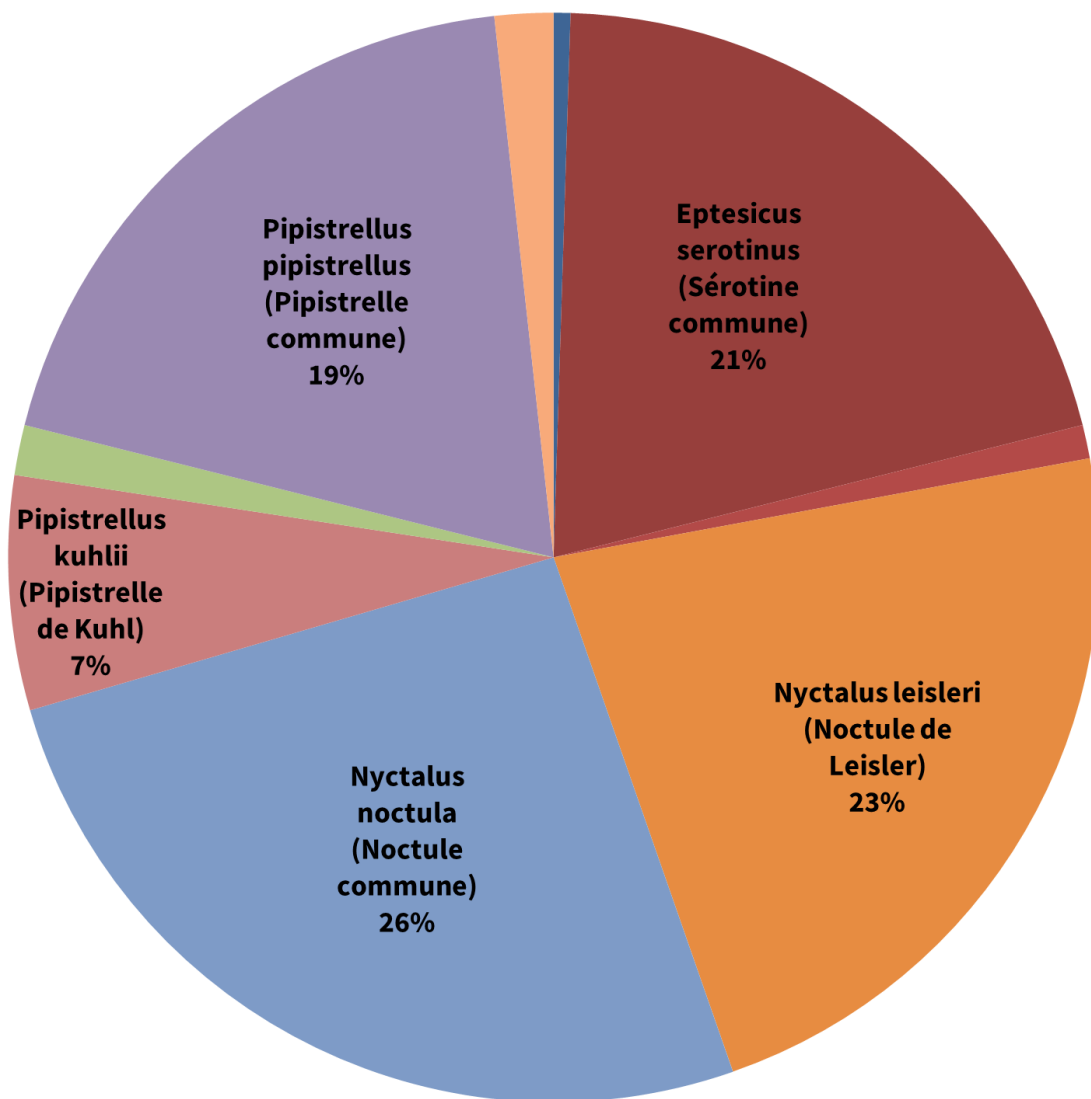
Cet indice d'activité faible en altitude au niveau du mât de mesure n'est donc pas représentatif de l'activité en altitude sur l'ensemble du site. Elle correspond sans doute plus à une valeur minimale à l'échelle du site et l'activité est probablement beaucoup plus forte au-dessus d'éléments paysagers plus propices (étangs, boisements, linéaires arborés...).

La comparaison des cortèges d'espèces au sol et en altitude montre que certaines espèces sont proportionnellement plus contactées en hauteur alors que d'autres ne le sont pas ou très peu (figures 12 et 13).



- | | | |
|---|---|---|
| ■ <i>Barbastella barbastellus</i>
(Barbastelle d'Europe) | ■ <i>Eptesicus serotinus</i>
(Sérotine commune) | ■ <i>M. schreibersii</i> / <i>P. pygmaeus</i>
(M. de Schreibers / P. pygmée) |
| ■ <i>Myotis alcaethoe</i>
(Murin d'Alcaethoe) | ■ <i>Myotis bechsteini</i>
(Murin de Bechstein) | ■ <i>Myotis brandtii</i>
(Murin de Brandt) |
| ■ <i>Myotis daubentonii</i>
(Murin de Daubenton) | ■ <i>Myotis myotis</i>
(Grand Murin) | ■ <i>Myotis mystacinus</i>
(Murin à moustaches) |
| ■ <i>Myotis nattereri</i>
(Murin de Natterer) | ■ <i>Myotis sp.</i>
(Murin indéterminé) | ■ <i>Nyctalus leisleri</i>
(Noctule de Leisler) |
| ■ <i>Nyctalus noctula</i>
(Noctule commune) | ■ <i>Pipistrellus kuhlii</i>
(Pipistrelle de Kuhl) | ■ <i>Pipistrellus nathusii</i>
(Pipistrelle de Nathusius) |
| ■ <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
(Pipistrelle commune) | ■ <i>Plecotus auritus</i>
(Oreillard roux) | ■ <i>Plecotus austriacus</i>
(Oreillard gris) |
| ■ <i>Plecotus sp.</i>
(Oreillard indéterminé) | ■ <i>Rhinolophus hipposideros</i>
(Petit Rhinolophe) | |

Figure 12 : Proportion des différentes espèces de chiroptères dans les inventaires au sol



- *Barbastella barbastellus* (Barbastelle d'Europe)
- *Myotis alcaethoe* (Murin d'Alcaethoe)
- *Myotis daubentonii* (Murin de Daubenton)
- *Myotis nattereri* (Murin de Natterer)
- *Myotis bechsteini* (Murin de Bechstein)
- *Myotis myotis* (Grand Murin)
- *Myotis sp.* (Murin indéterminé)
- *Pipistrellus kuhlii* (Pipistrelle de Kuhl)
- *Plecotus auritus* (Oreillard roux)
- *Rhinolophus hipposideros* (Petit Rhinolophe)
- *M. schreibersii* / *P. pygmaeus* (M. de Schreibers / P. pygmée)
- *Myotis brandtii* (Murin de Brandt)
- *Myotis mystacinus* (Murin à moustaches)
- *Nyctalus leisleri* (Noctule de Leisler)
- *Pipistrellus nathusii* (Pipistrelle de Nathusius)
- *Plecotus austriacus* (Oreillard gris)

Figure 13 : Proportion des différentes espèces de chiroptères dans les inventaires en altitude

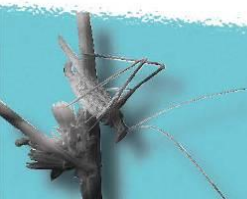
Les principales différences visibles sur les figures 12 et 13 concernent :

- Les espèces de haut vol (Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle de Nathusius) qui sont proportionnellement beaucoup plus notées en altitude qu'au sol. C'est particulièrement flagrant pour les deux espèces de noctules qui cumulent près de la moitié des contacts en altitude alors qu'elles représentent moins de 0,2 % des contacts au sol.
- Les cortèges de lisière (pipistrelles, Barbastelle...), qui sont notés en altitude mais dont la proportion est moindre que sur les points d'écoute au sol, à l'exception notable de la Sérotine commune, espèce de lisière évoluant fréquemment en plein ciel et qui représente plus de 20 % des contacts en altitude contre un peu plus de 7 % des contacts au sol.
- Toutes les espèces forestières qui ne sont pas du tout notées en altitude, à l'exception de deux espèces contactées de manière ponctuelle : le Grand Murin et l'Oreillard gris qui sont toutes deux connues pour chasser régulièrement en milieu ouvert. Il est également à noter que ces deux espèces n'ont été enregistrées qu'au moins de mai, période à laquelle le micro était placé plus bas sur le mât de mesure (20 m au lieu de 50 m) à cause d'un problème technique.

2.4.2 . Phénologie de l'activité en altitude

L'analyse de l'activité en fonction des heures de la nuit ne fait pas apparaître de pic d'activité particulier (voir figure 14). Le pic ponctuel observé en milieu de nuit, pour la Noctule commune, est dû à un individu contacté en continu pendant une dizaine de minutes. Mis à part ce cas particulier, aucune tendance significative ne se dessine clairement, même si l'activité semble faiblir en fin de nuit (à partir de 3 h UTC).

On remarque toutefois une faible activité des chiroptères en tout début de nuit (25 premières minutes) et peu avant le lever du soleil (dernière heure). Ceci s'explique, au moins en partie, par le décalage qu'il existe entre les heures légales de début et fin de nuit et l'obscurité totale. En effet, à l'heure légale du coucher de soleil, la luminosité est encore trop importante pour la majorité des espèces, surtout en zone dégagée et de surcroît en altitude. La pleine activité des chiroptères ne s'observe qu'une fois le crépuscule passé et la pleine obscurité atteinte.



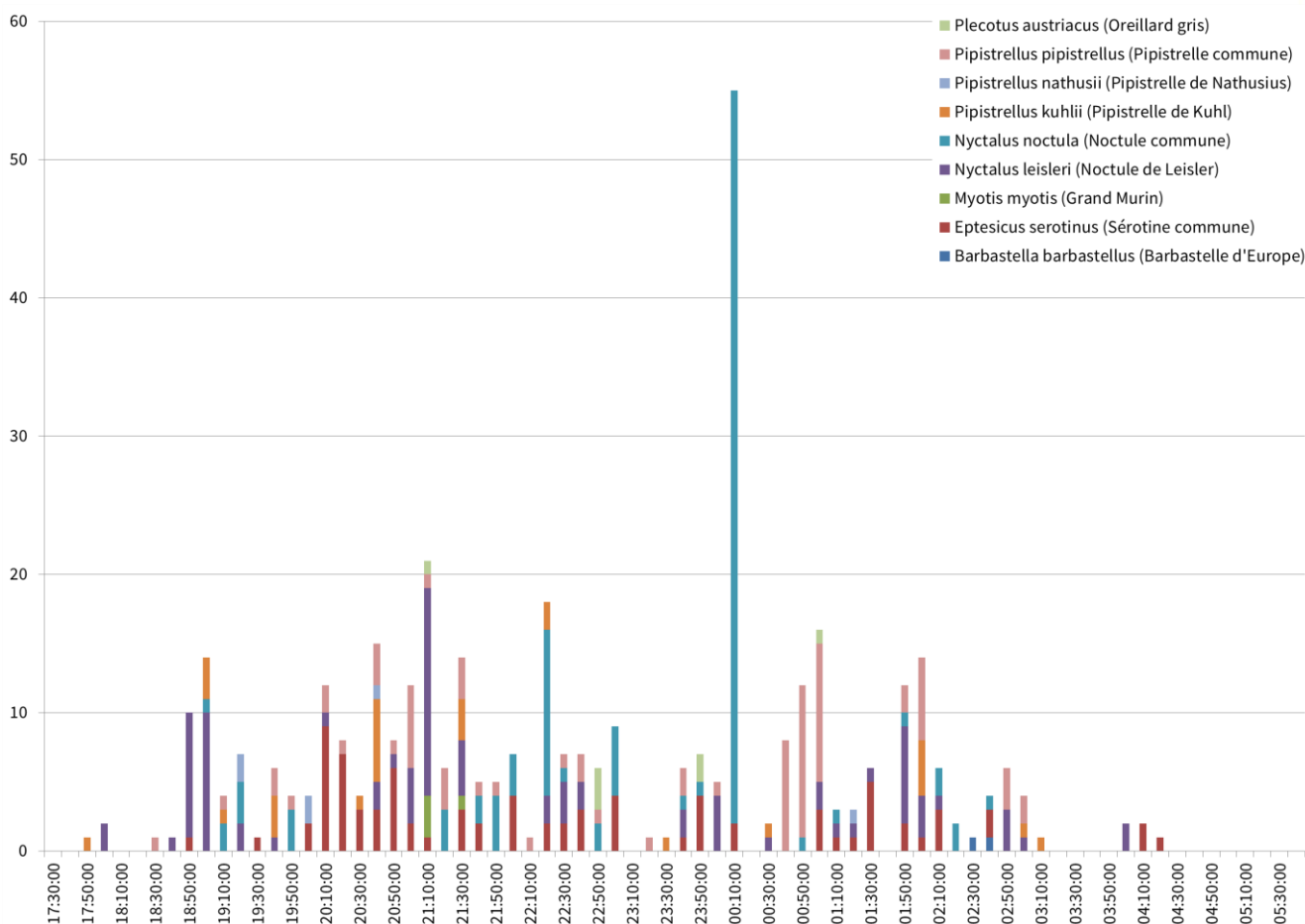


Figure 14 : Nombre de contacts en altitude en fonction de l'heure de la nuit (exprimée en heure UTC)

L'analyse de l'activité en fonction de la période de l'année est illustrée par le graphique 14, ci-dessous. Plusieurs éléments peuvent se dégager à la lecture de ce graphique :

- Le mois de mai se distingue par la présence ponctuelle d'espèces peu connues pour évoluer en altitude (Grand Murin et Oreillard gris). Cet élément est vraisemblablement à relier avec la hauteur du micro plus basse en mai que les mois suivants (20 m au lieu de 50 m). Les distances de détection pour ces espèces étant d'une vingtaine de mètres, il n'est pas possible de préciser si elles évoluaient près du sol ou à hauteur de pales. On note également au mois de mai une présence plus forte de la Sérotine commune que lors des mois suivants. L'explication est peut-être la même que pour les espèces précédentes.
- Aucune donnée valide n'a pu être récoltée en juin à cause d'un micro défectueux.
- Les 4 mois suivants présentent des différences en termes d'indices d'activité (entre 0,5 et 3,6 contacts/h en moyenne, avec un maximum en juillet) mais les cortèges d'espèces restent sensiblement les mêmes avec notamment une présence significative des noctules communes et de Leisler cumulant plus de la moitié des contacts sur cette période.
- Aucun pic de passage migratoire n'a été mis en évidence sur les nuits d'enregistrements et le nombre de contacts par heure reste faible en toutes saisons.

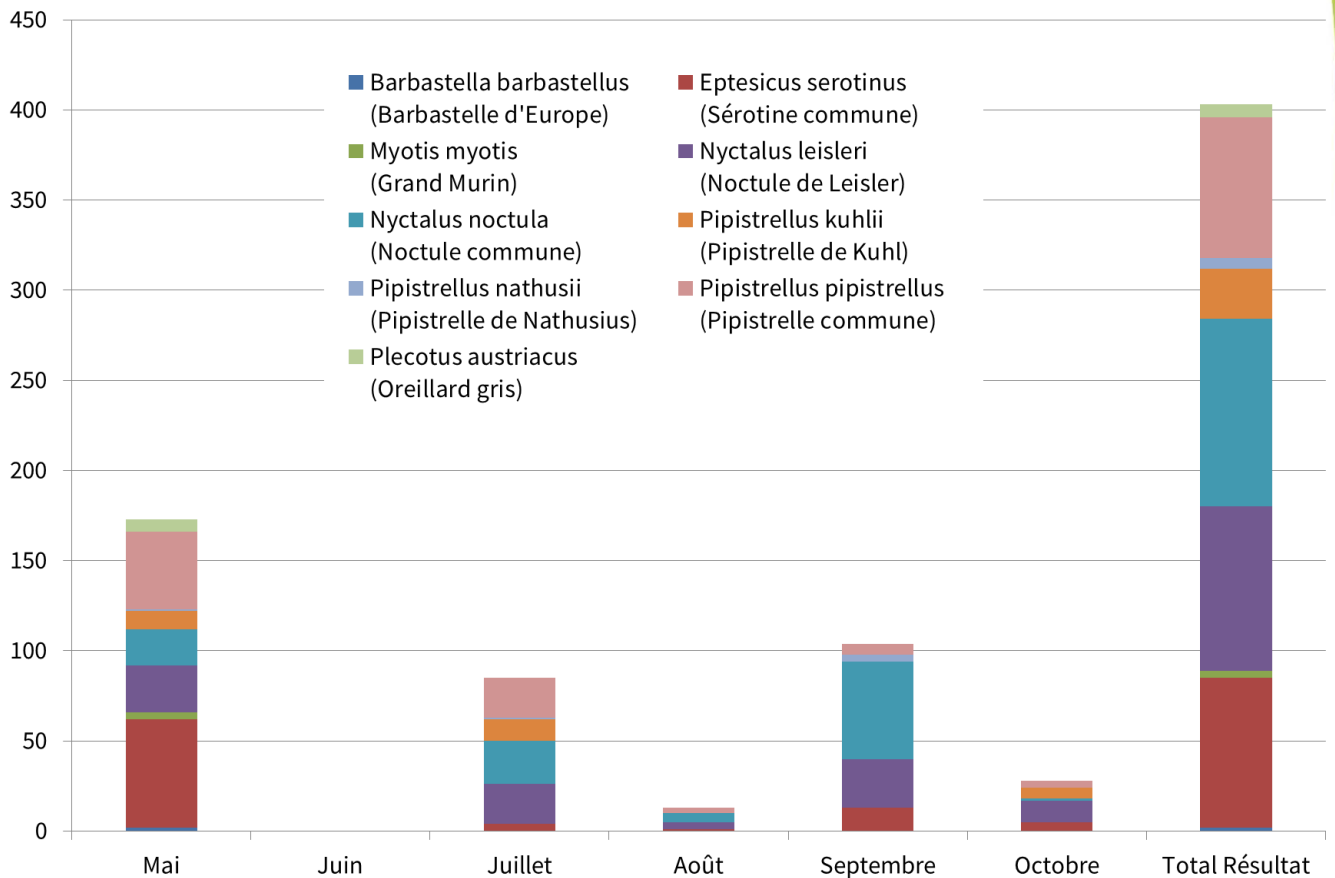


Figure 15 : Activité des chiroptères en altitude (en nombre de contacts par heure) en fonction de la période de l'année

2.4.3 . Activité en fonction des conditions météorologiques

La comparaison de l'activité des chiroptères avec différentes variables météorologiques permet de préciser les conditions qui favorisent l'activité et les seuils en deçà desquels l'activité est très réduite. L'ensemble des paramètres mesurés sur le site (vitesse et direction du vent, température, pression atmosphérique, hygrométrie) ont été testés afin de voir lesquels sont les plus pertinents en lien avec l'activité des chiroptères.

Profil de vitesse de vent en fonction de la hauteur

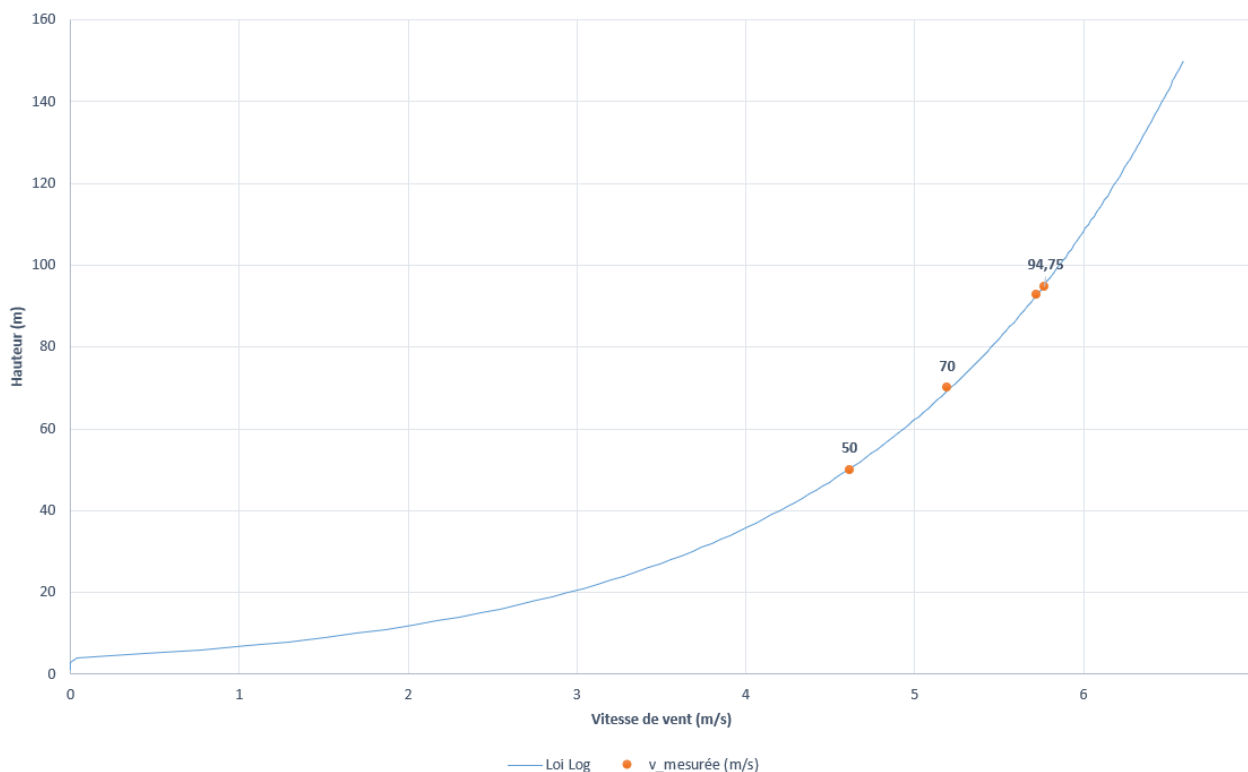


Figure 16 : Profil de vitesse de vent, en fonction de la hauteur (source : Oswind)

La figure 17 illustre cette comparaison pour la vitesse du vent. L'analyse a été effectuée en comparant graphiquement la répartition du nombre de contacts par tranche de vitesse de vent avec la répartition du nombre de plages horaires de 10 minutes (fréquence d'échantillonnage des données météorologiques) par tranche de vitesse de vent. Seules les données météorologiques nocturnes (crépuscule et aube compris) ont été prises en compte dans l'analyse. La figure 18 présente l'activité cumulée des chiroptères en fonction de la vitesse du vent.

On peut donc observer sur les figures 17 et 18 que l'activité des chiroptères est maximale pour des vitesses de vent faibles, inférieures à 5 m/s (70% de l'activité). Elle est plus modeste pour des vitesses de vent moyennes entre 5 et 8 m/s (22 % des contacts) et devient très faible pour des vitesses de vent supérieures à 8 m/s (moins de 8 % des contacts).

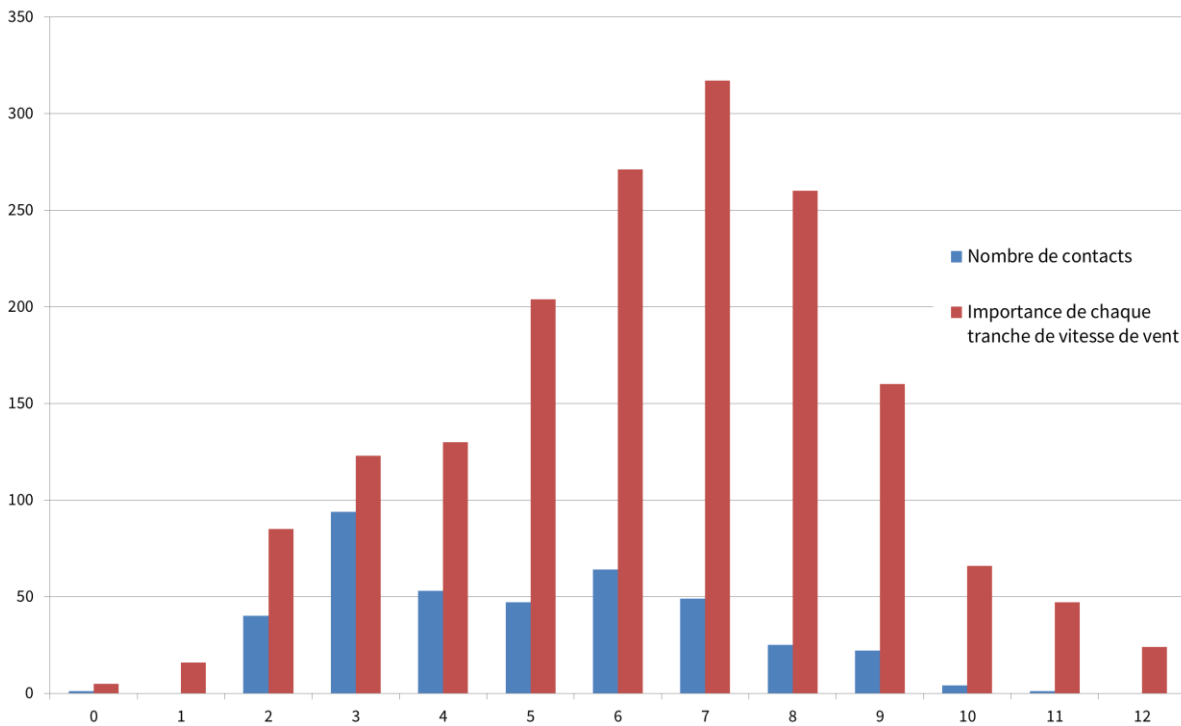


Figure 17 : Comparaison de l'activité des chiroptères en altitude (nombre de contacts) avec la vitesse du vent mesurée à 95 m sur le mât de mesure (en m/s)

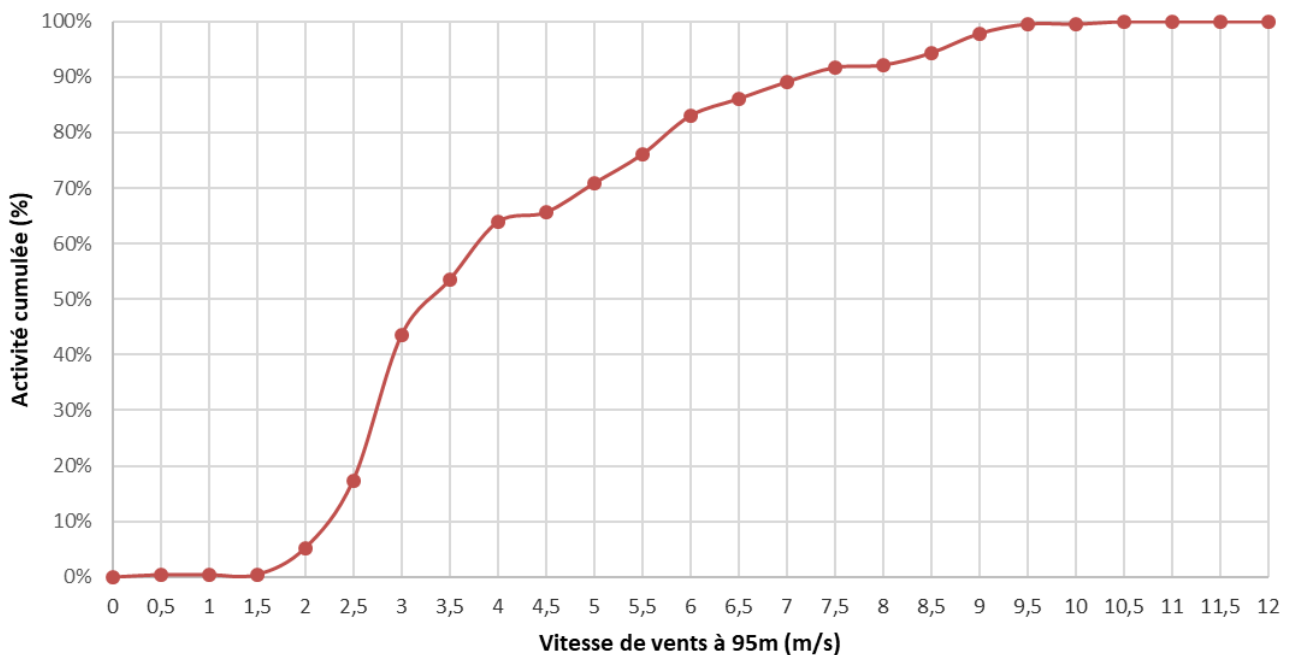


Figure 18 : Activité cumulée des chiroptères en altitude en fonction de la vitesse du vent mesurée à 95 m sur le mât de mesure (en m/s). Les données de mai 2016 (à 20 m d'altitude, donc sous le rotor) ont été écartées pour cette analyse.

Une analyse similaire peut être faite avec la direction du vent. La figure 19 illustre ainsi la comparaison entre l'activité des chiroptères et la direction du vent sur le site de mesure. Cette figure montre que les vents dominants sur le site proviennent de la direction sud/sud-ouest et que ceux-ci ne semblent pas avoir une incidence négative sur l'activité des chiroptères puisque le maximum de contacts est enregistré pour ces directions de vent.

L'activité semble en revanche moindre avec des vents venant de la direction est/sud-est mais il semble difficile de dégager des tendances significatives avec ce paramètre de direction de vent.

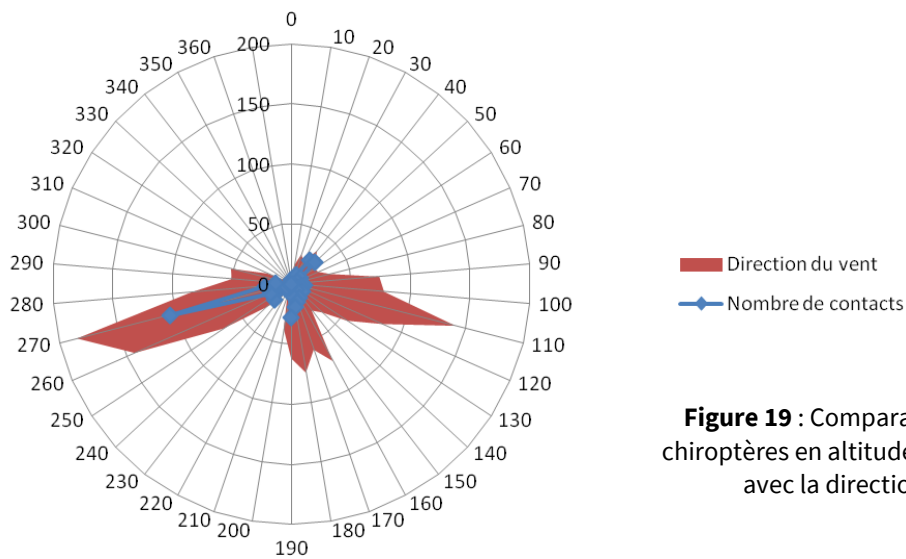


Figure 19 : Comparaison de l'activité des chiroptères en altitude (nombre de contacts) avec la direction du vent (en °)

La température est un facteur important conditionnant l'activité des chiroptères puisqu'une température trop basse entraîne une forte baisse d'activité des insectes et donc de la ressource alimentaire. Les figures 20 et 21 illustrent la comparaison entre l'activité des chiroptères et les températures relevées sur le site.

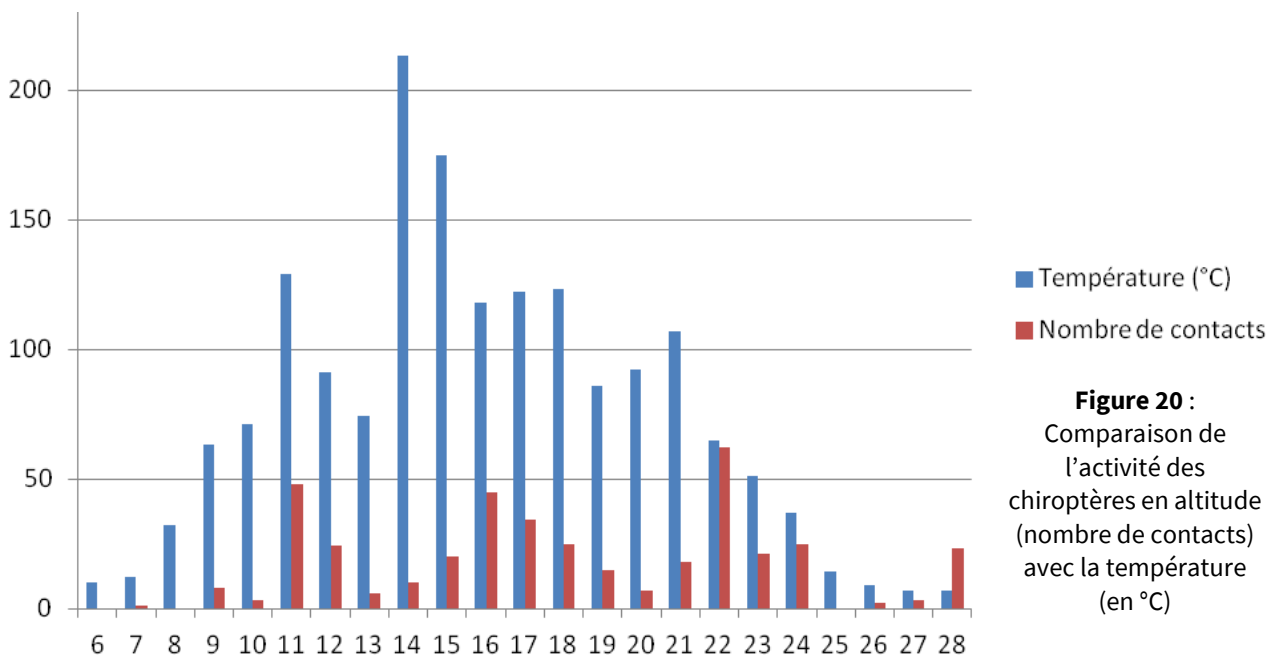


Figure 20 : Comparaison de l'activité des chiroptères en altitude (nombre de contacts) avec la température (en °C)

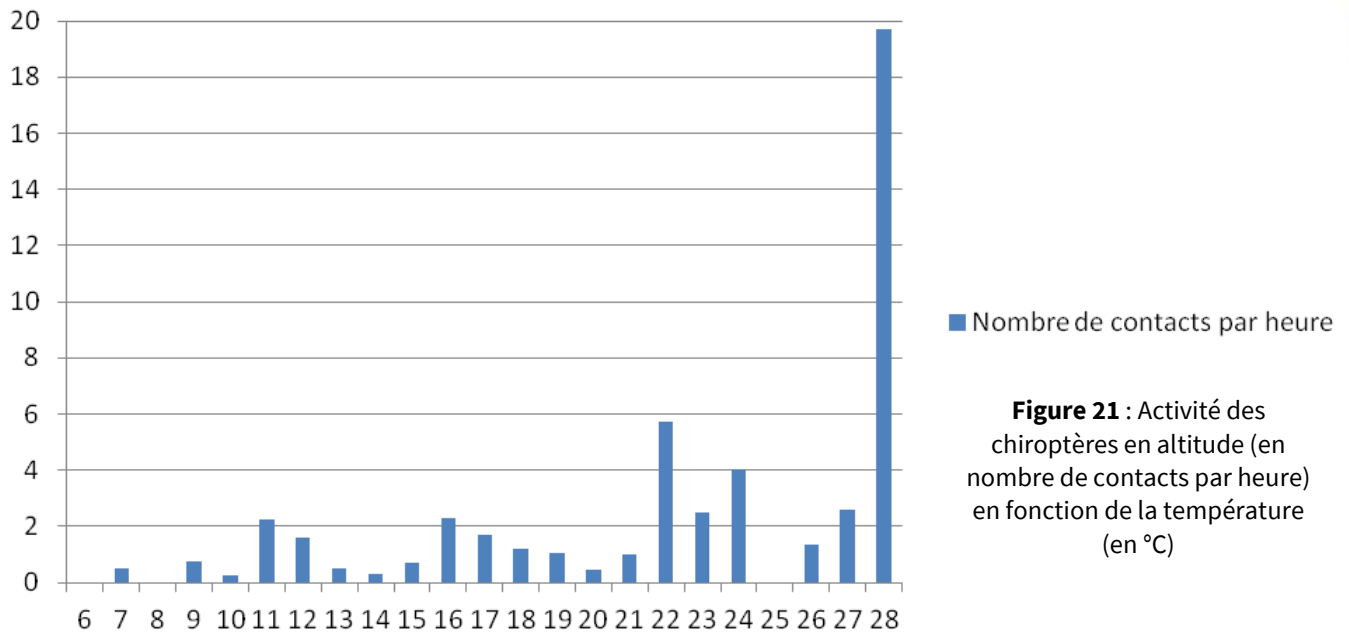


Figure 21 : Activité des chiroptères en altitude (en nombre de contacts par heure) en fonction de la température (en °C)

L'échantillonnage est sans doute insuffisant pour dégager des résultats statistiquement valides mais la lecture graphique, notamment sur la figure 21, nous permet de voir que la température ne semble pas avoir ici d'incidence sur l'activité au-dessus de 9°C. Les contacts en dessous de 9°C semblent par contre apparaître de manière anecdotique.

Aucune tendance significative n'a pu être relevée en comparant l'activité avec la pression et l'hygrométrie (figure 22, ci-dessous).

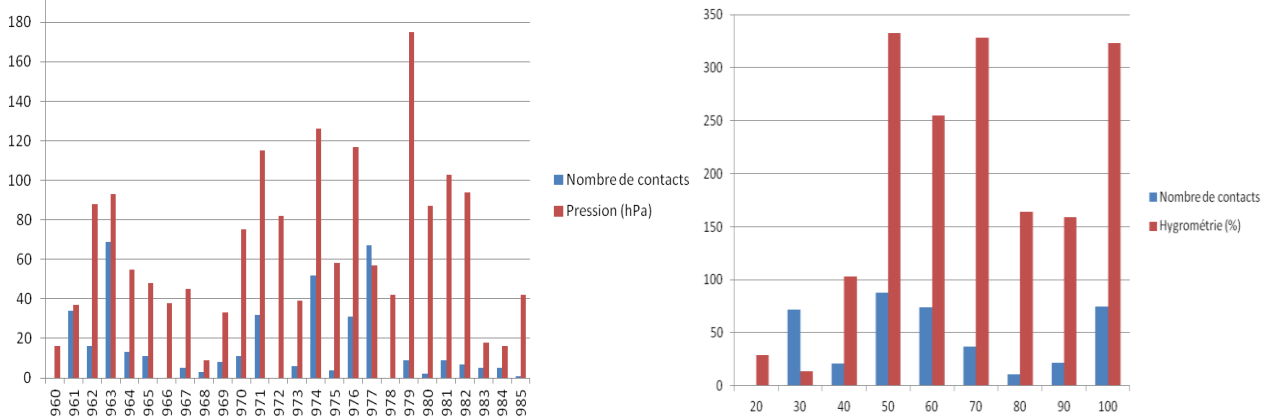


Figure 22 : Comparaison de l'activité des chiroptères en altitude (nombre de contacts) avec la pression (en hPa) et l'hygrométrie (en %)

D'après les mesures effectuées sur le site, les paramètres météorologiques les plus importants à prendre en compte semblent donc être la **vitesse du vent** (activité réduite au-dessus de 5 m/s et très faible à partir de 8 m/s) et la **température** (activité très réduite en dessous de 9°C).

3 . Analyse des résultats

La démarche d'évaluation des enjeux, des sensibilités et des risques a été réalisée en suivant les recommandations du document de cadrage des protocoles d'études chiroptérologiques sur les projets de parcs éoliens (SER-FEE/SFEPM/LPO, 2010) ainsi que les lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens (Rodrigues & al., 2015).

3.1 . Evaluation des enjeux chiroptérologiques sur le site

D'après SER-FEE/SFEPM/LPO (2010), les enjeux d'un peuplement de chiroptères se définissent grâce à l'évaluation qualitative (nombre d'espèces) et quantitative (nombre de contacts) du peuplement de chauves-souris et la patrimonialité des espèces rencontrées (statut de protection et de conservation à l'échelle européenne, nationale, et si possible régionale/départementale). Le croisement de ces trois critères définit donc l'enjeu chiroptérologique du site.

3.1.1 . Evaluation des enjeux par espèce

Le tableau 7 ci-dessous détaille les statuts au niveau européen, national et local, ainsi que la valeur patrimoniale attribuée à chacune des espèces inventoriées sur le site. Cette valeur a été attribuée en fonction des statuts mais aussi en fonction des exigences écologiques plus ou moins spécialisées de chaque espèce. Il est important de rappeler que toutes les espèces de chiroptères sont protégées réglementairement sur l'ensemble du territoire français.

Tableau 7 : Evaluation de la valeur patrimoniale des chiroptères inventoriés sur la zone d'étude (classées par activité décroissante sur le site)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Liste rouge UICN France	Directive européenne « Habitats, Faune, Flore »	Statut local et exigences écologiques	Valeur patrimoniale
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	NT	An.4	Espèce commune, généraliste	Faible
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	LC	An. 2 & An. 4	Spécialiste des lisières forestières	Forte
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	NT	An.4	Espèce assez commune, généraliste	Faible
<i>Myotis daubentoni</i>	Murin de Daubenton	LC	An.4	Spécialiste des milieux aquatiques	Faible
<i>Myotis alcaethoe</i>	Murin d'Alcaethoe	LC	An.4	Espèce rare, spécialiste forestière	Forte
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	LC	An.4	Espèce commune, généraliste	Faible
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	LC	An.4	Espèce peu fréquente, spécialiste forestière	Moyenne
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	LC	An.4	Espèce peu fréquente, spécialiste forestière	Moyenne
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	LC	An. 2 & An. 4	Espèce peu fréquente, spécialiste forestière, 3 ^{ème} plus grosse colonie régionale à proximité immédiate	Très forte
<i>Myotis brandti</i>	Murin de Brandt	LC	An.4	Espèce rare, spécialiste forestière	Forte
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	LC	An. 2 & An. 4	Espèce peu fréquente, spécialiste forestière	Forte
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	NT	An. 2 & An. 4	Espèce rare, spécialiste	Très forte

				forestière	
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	LC	An.4	Espèce peu fréquente, spécialiste forestière	Moyenne
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	LC	An.4	Espèce peu fréquente, spécialiste forestière	Moyenne
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	NT	An.4	Espèce rare, migratrice	Très forte
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	NT	An.4	Espèce rare, migratrice	Très forte
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	VU	An.4	Espèce rare, migratrice	Très forte

Légende du tableau 7 :

Directive « Habitats, Faune, Flore » (directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992 :

- Annexe 2 : espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation
- Annexe 4 : espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte

Liste rouge UICN :

- VU : vulnérable, espèce confrontée à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage à moyen terme
- NT : quasi-menacé, espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourraient être menacées si des mesures de protection spécifiques n'étaient pas prises
- LC : préoccupation mineure, espèce pour laquelle le risque de disparition dans la zone considérée est faible

A partir de cette évaluation de la valeur patrimoniale de chacune des espèces, il est donc possible d'évaluer l'enjeu de chaque espèce sur le site en prenant en compte le niveau d'activité sur la zone d'étude (voir tableau 8 ci-dessous).

Tableau 8 : Evaluation de l'enjeu des espèces de chiroptères inventoriées sur le site (classées par niveau d'enjeu décroissant)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Valeur patrimoniale	Niveau d'activité	Enjeu
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Faible	Très fort	Moyen
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Forte	Fort	Fort
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Faible	Fort	Moyen
<i>Myotis daubentoni</i>	Murin de Daubenton	Faible	Moyen	Faible à moyen
<i>Myotis alcaethoe</i>	Murin d'Alcaethoe	Forte	Moyen	Moyen à fort
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Faible	Moyen	Faible à moyen
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	Moyenne	Moyen	Moyen
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	Moyenne	Faible	Faible à moyen
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	Très forte	Faible	Moyen à fort
<i>Myotis brandti</i>	Murin de Brandt	Forte	Faible	Moyen
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	Forte	Faible	Moyen
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	Très forte	Très faible	Moyen
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	Moyenne	Très faible	Faible
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	Moyenne	Très faible	Faible
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Très forte	Très faible	Moyen
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Très forte	Très faible	Moyen
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Très forte	Très faible	Moyen

3.1.2 . Evaluation des enjeux par type d'habitat

Le tableau 9, ci-dessous, permet de faire une analyse de l'activité et de la richesse spécifique des espèces patrimoniales par type d'habitat. Les 10 espèces à valeur patrimoniale forte ou très forte ont été prises en compte dans cette analyse (Grand Murin, Petit Murin, Murin de Bechstein, Pipistrelle de Nathusius, Noctule de Leisler, Noctule commune, Barbastelle d'Europe, Murin d'Alcathoe, Murin de Brandt, Petit Rhinolophe).

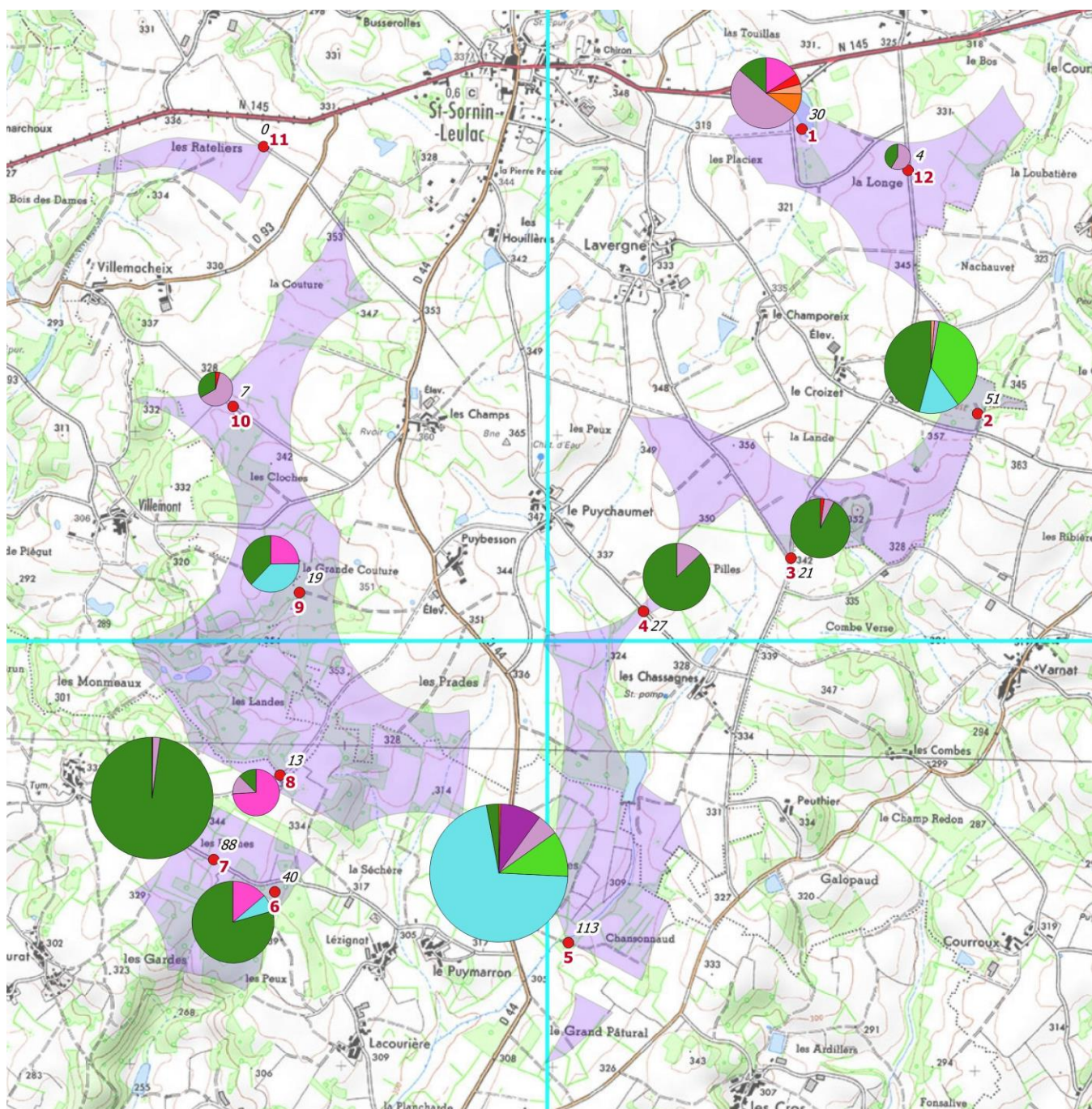
Ce tableau permet de hiérarchiser les enjeux par type d'habitat :

- Les habitats forestiers (chemins sous-bois) présentent un enjeu très fort, avec une activité maximale des espèces patrimoniales (58 contacts/h) et également une richesse spécifique très forte ;
- Les haies arborées présentent un enjeu fort, avec une activité des espèces patrimoniales très forte (55 contacts/h) mais une richesse spécifique plus limitée ;
- Les habitats d'eau stagnante présentent également un enjeu fort, avec une activité des espèces patrimoniales importante et une richesse spécifique également élevée ;
- Les haies arbustives présentent un enjeu modéré, avec une activité des espèces patrimoniales modérée et une richesse spécifique également modérée ;
- Les arbres isolés et les milieux ouverts présentent des enjeux plus faibles, avec une activité des espèces patrimoniales faible à modérée et une richesse spécifique faible en espèces patrimoniales.

Tableau 9 : Répartition de l'activité des espèces patrimoniales par type d'habitat

Type d'habitats	Activité espèces patrimoniales	Activité totale	Nb espèces patrimoniales	Nb espèces total
Eau stagnante	30,1	428,9	7	13
Chemin sous-bois	58,4	212,4	8	17
Haie arborée	54,8	200,9	2	11
Arbres isolés	13,0	126,6	3	6
Haie arbustive	17,2	86,6	3	9
Milieu ouvert	1,4	70,2	2	6
Total	35,8	180,4	10	19

La figure 23, en page suivante, illustre la répartition géographique de l'activité des espèces à plus fort intérêt patrimonial.



● Point d'écoute (n° en rouge)

■ *Barbastella barbastellus*

■ *Myotis alcathoe*

■ *Myotis brandtii*

■ *Myotis myotis*

■ *Myotis bechsteini*

■ *Pipistrellus nathusii*

■ *Nyctalus noctula*

■ *Nyctalus leisleri*

■ *Rhinolophus hipposideros*

■ Zone d'implantation possible



500 0 500 1000 m

En italique : activité totale par point (contacts/heure)

Figure 23 : Répartition géographique de l'activité des espèces patrimoniales

3.2 . Evaluation des sensibilités des peuplements de chiroptères

3.2.1 . Impact des éoliennes sur les chiroptères

La problématique « chauves-souris et énergie éolienne » fut discutée pour la première fois dans deux articles publiés en 1999 (Bach *et al.* 1999, Rahmel *et al.* 1999 [Allemagne]). A peu près au même moment, aux États-Unis, Johnson *et al.* (2000) rapportaient la mortalité d'oiseaux par collision, montrant que le nombre de chauves-souris mortes trouvées sous des éoliennes était parfois plus élevé que le nombre d'oiseaux morts. Entre-temps, d'autres rapports ont corroboré les collisions de chauves-souris avec des éoliennes, en Allemagne et dans d'autres pays (Ahlén, 2002 [Suède], Alcalde, 2003 [Espagne], et Dürr, 2001, Trapp *et al.*, 2002, Dürr et Bach, 2004 [Allemagne] *in* Rodrigues *et al.*, 2015).

Les impacts de l'installation de parcs éoliens sur les peuplements de chiroptères sont principalement liés à une mortalité directe par collision avec les pales des rotors ou par phénomène de barotraumatisme, une des causes de mortalité très souvent découverte pour les chauves-souris retrouvées sous les éoliennes. Cette mortalité est liée à des hémorragies internes causées par des phénomènes de surpression à proximité des pales (Dulac, P. 2008., Baerwald *et al.*, 2008).

Concernant cette mortalité directe, plusieurs études ont montré qu'au cours de l'année la plupart des cadavres de chauves-souris étaient trouvés en fin d'été et en automne et qu'il s'agissait fréquemment d'espèces migratrices (Rodrigues *et al.*, 2015). D'autres études montrent que les chauves-souris locales peuvent aussi être affectées de manière importante, avec une majorité de juvéniles en fin d'été et en automne (Arnett *et al.*, 2005, Brinkmann *et al.*, 2006).

Les autres impacts possibles de l'implantation d'éoliennes sont :

- La production d'ultrasons, jusqu'à 32 kHz pour certaines machines (Schröder, 1997) ce qui entre dans la zone d'émission de plusieurs espèces (Molosse, Noctules et Sérotines par exemple), peut gêner les animaux en chasse. Cette hypothèse doit toutefois être modérée puisque les espèces concernées chassent également en milieu urbain où les nuisances ultrasonores existent aussi. Mais des observations relatées par Limpens (*in* Bach, 2001) indiquent que des sérotines communes évitent des sites d'où sont émis des ultrasons ;
- Les alignements créent des effets de barrière néfastes lorsqu'ils coupent des trajets de vol migratoires ou régulièrement empruntés pour gagner un terrain de chasse ;
- La création de pistes ou de tout autre aménagement peut entraîner la disparition de corridors, de haies... nécessaires au déplacement des chiroptères ; une attention particulière doit être apportée aux vieux arbres constituant des gîtes potentiels et des réservoirs de biodiversité difficilement remplaçables ;
- L'installation d'un parc peut entraîner la disparition de terrains de chasse ou de gîtes.

Le tableau 10, ci-dessous, synthétise les principaux impacts potentiels des parcs éoliens sur les chiroptères.

Tableau 10 : Impacts potentiels des parcs éoliens sur les chiroptères (d'après Rodrigues et al., 2015)

Impacts en lien avec le site d'implantation		
Impact	En période estivale	En période de migration
Perte des habitats de chasse pendant la construction des routes d'accès, des fondations, etc.	Impact faible à moyen, en fonction du site et des espèces présentes sur ce site	Impact faible
Perte de gîtes en raison de la construction des routes d'accès, des fondations, etc.	Impact probablement fort à très fort, en fonction du site et des espèces présentes sur ce site.	Impact fort ou très fort, par ex. perte de gîtes d'accouplement
Impacts en lien avec le parc éolien en fonctionnement		
Impact	En période estivale	En période de migration
Perte ou déplacement des corridors de vol	Impact moyen	Impact faible
Mortalité directe	Impact faible à fort en fonction de l'espèce	Impact fort à très fort

3.2.2 . Ecologie des espèces en lien avec la problématique éolienne

Certains comportements de vol et caractéristiques écologiques des chiroptères peuvent rendre les différentes espèces plus ou moins vulnérables à la mortalité directe sur les parcs éoliens. On peut ainsi définir plusieurs critères de vulnérabilité à l'éolien en fonction des différents modes de vol et de chasse augmentant les risques de collisions : le vol à haute altitude (>25 mètres), le vol migratoire, les émissions ultrasonores de basses fréquences (< 35 kHz), et la chasse en milieu ouvert.

Les espèces de chiroptères européens peuvent être classées en guildes écologiques en fonction de leur comportement de chasse le plus fréquent (glanage sur substrat ou poursuite en vol) et de leur grand type d'habitat de chasse (Barataud, 2012). Ces caractéristiques écologiques, associées à un éventuel comportement migrateur, peuvent permettre d'évaluer la sensibilité potentielle des différentes espèces concernées par le projet.

Le tableau 11, ci-dessous, illustre cette évaluation en attribuant une note à chaque modalité. La somme de ces notes donne un niveau de sensibilité potentielle pour chacune des espèces

Tableau 11 : Sensibilité potentielle à la mortalité directe sur les parcs éoliens des espèces de chiroptères inventoriées sur le site (classées par sensibilité potentielle décroissante)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Comportement de chasse	Habitat de chasse	Comportement migrateur	Sensibilité potentielle
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Poursuite (1)	Lisière (1)	Non (0)	Moyenne (2)
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Poursuite (1)	Forestier (0)	Non (0)	Faible (1)
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Poursuite (1)	Lisière (1)	Non (0)	Moyenne (2)
<i>Myotis daubentoni</i>	Murin de Daubenton	Poursuite (1)	Forestier (0)	Non (0)	Faible (1)
<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	Poursuite (1)	Forestier (0)	Non (0)	Faible (1)
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Poursuite (1)	Lisière (1)	Non (0)	Moyenne (2)
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	Poursuite (1)	Forestier (0)	Non (0)	Faible (1)
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	Poursuite (1)	Forestier (0)	Non (0)	Faible (1)
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	Glaneur (0)	Forestier (0)	Non (0)	Très faible (0)
<i>Myotis brandti</i>	Murin de Brandt	Poursuite (1)	Forestier (0)	Non (0)	Faible (1)
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	Poursuite (1)	Forestier (0)	Non (0)	Faible (1)
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	Glaneur (0)	Forestier (0)	Non (0)	Très faible (0)
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	Glaneur (0)	Forestier (0)	Non (0)	Très faible (0)
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	Glaneur (0)	Forestier (0)	Non (0)	Très faible (0)
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Poursuite (1)	Lisière (1)	Oui (1)	Forte (3)
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Poursuite (1)	Aérien (2)	Oui (1)	Très forte (4)
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Poursuite (1)	Aérien (2)	Oui (1)	Très forte (4)

3.2.3 . Mortalité directe avérée des éoliennes sur les chiroptères

Les suivis de mortalité mis en œuvre sur de nombreux parcs éoliens à travers l'Europe permettent actuellement d'avoir une idée assez précise des espèces les plus impactées par la mortalité directe sur les parcs éoliens. La figure 24, en page suivante, illustre la mortalité connue de chauves-souris par éoliennes en Europe.

Ce graphique permet de visualiser les espèces les plus impactées au niveau européen :

- Impact très fort sur les pipistrelles et les noctules ;
- Impact fort sur le Vespère de Savi et la Sérotines bicolore ;
- Impact moyen sur le Molosse de Cestoni et le Minioptère de Schreibers ;
- Impact faible à très faible pour les autres espèces.

Il est cependant nécessaire de considérer avec précaution les chiffres de mortalité directe puisqu'ils sont sujets à des biais importants :

- Les espèces communes sont surreprésentées (Pipistrelle commune notamment) et cette mortalité plus importante de la Pipistrelle commune par rapport aux autres pipistrelles n'est sans doute pas liée à une différence de sensibilité mais simplement à une différence d'abondance ;
- Les espèces rares sont vraisemblablement sous-représentées par rapport à leur sensibilité (cas des Noctules par exemple) ;
- Les espèces à répartition méditerranéenne sont très largement sous-représentées du fait d'une majorité de suivis de mortalité réalisés dans le nord de l'Europe où certaines espèces sont absentes (cas du Minioptère de Schreibers et du Molosse de Cestoni par exemple).

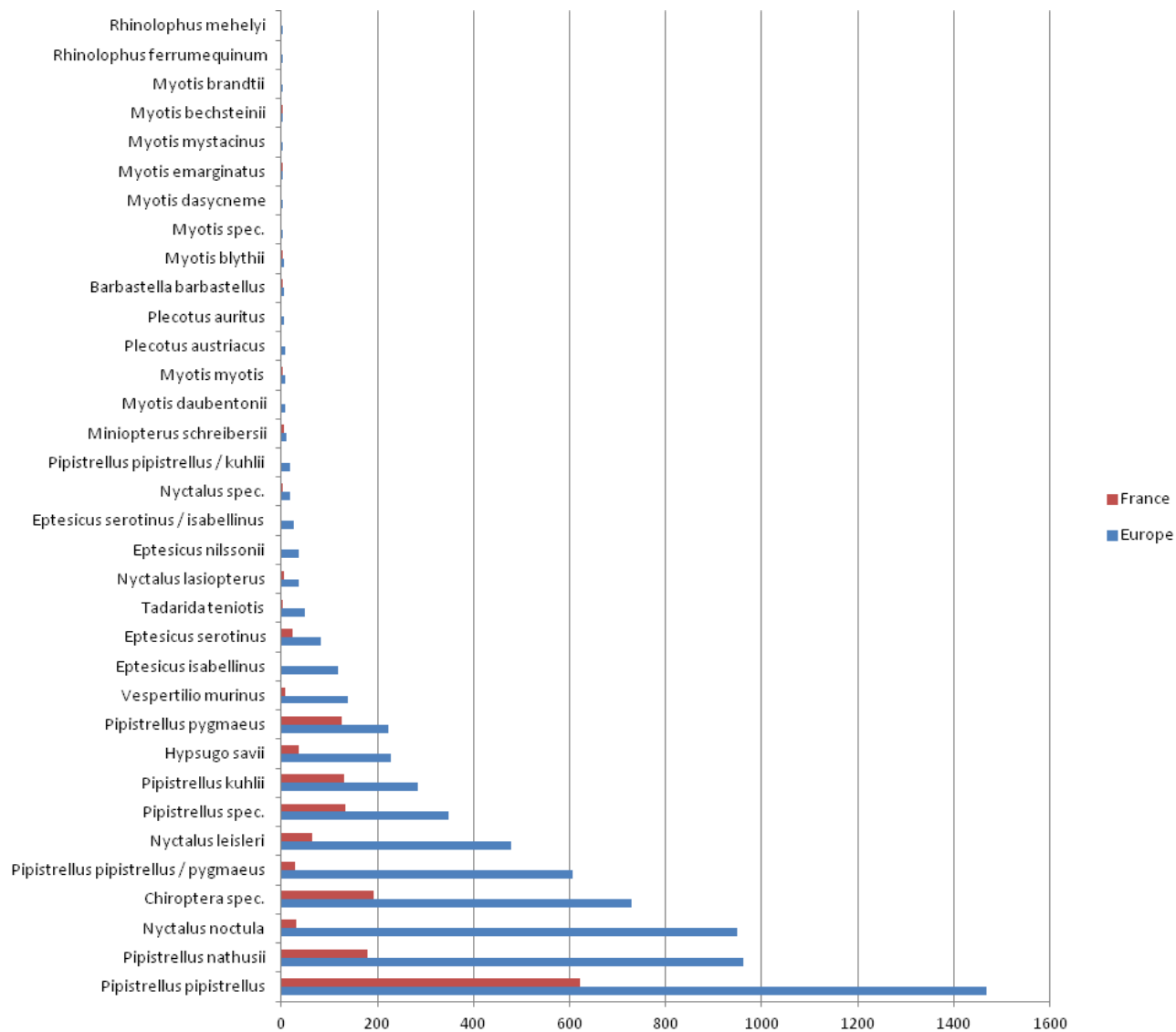


Figure 24 : Mortalité connue de chauves-souris par éoliennes au 19/12/2015 en Europe et en France (d'après Rodrigues & al., 2015)

3.2.4 . Synthèse des sensibilités par espèce

En croisant les sensibilités potentielles définies à partir de l'écologie des espèces et les cas de mortalité directe relevés au niveau européen, il est donc possible d'établir une synthèse des sensibilités à la mortalité directe pour chacune des espèces (tableau 12, ci-dessous).

Tableau 12 : Synthèse des sensibilités à la mortalité directe sur les parcs éoliens des espèces de chiroptères inventoriées sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Sensibilité potentielle	Impact avéré au niveau européen (mortalité directe)	Synthèse des sensibilités
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Moyenne (2)	Très fort	Forte
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Faible (1)	Faible	Faible
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Moyenne (2)	Fort	Moyenne à forte
<i>Myotis daubentoni</i>	Murin de Daubenton	Faible (1)	Faible	Faible
<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	Faible (1)	Très faible	Très faible à faible
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Moyenne (2)	Très fort	Forte
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	Faible (1)	Très faible	Très faible à faible
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	Faible (1)	Très faible	Très faible à faible
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	Très faible (0)	Faible	Très faible à faible
<i>Myotis brandti</i>	Murin de Brandt	Faible (1)	Très faible	Très faible à faible
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	Faible (1)	Très faible	Très faible à faible
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	Très faible (0)	Très faible	Très faible
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	Très faible (0)	Faible	Très faible à faible
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	Très faible (0)	Faible	Très faible à faible
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Forte (3)	Très fort	Forte à très forte
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Très forte (4)	Très fort	Très forte
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Très forte (4)	Très fort	Très forte

3.2.1 . Evaluation des sensibilités par type d'habitat

Le tableau 13, page suivante, permet de faire une analyse de l'activité et de la richesse spécifique des espèces les plus sensibles à la mortalité directe par type d'habitat. Les 7 espèces à sensibilité moyenne à très forte ont été prises en compte dans cette analyse (Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Sérotine commune, ainsi que le groupe Minioptère de Schreibers/Pipistrelle pygmée).

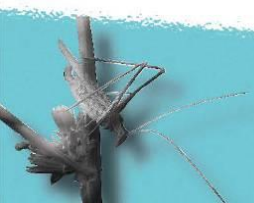
Ce tableau permet de hiérarchiser les sensibilités par type d'habitat :

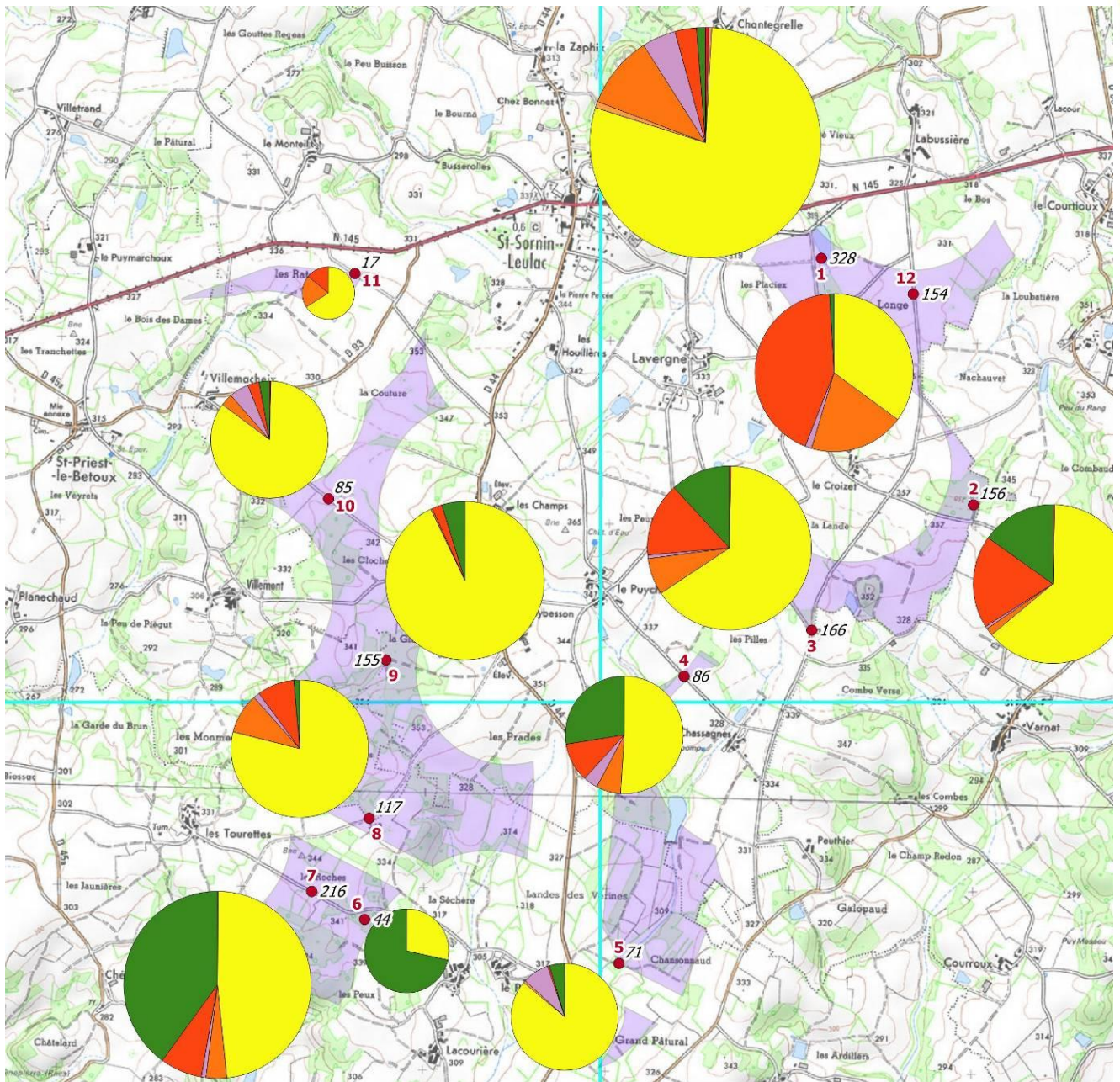
- Les habitats d'eau stagnante présentent une sensibilité très forte, avec une activité maximale des espèces sensibles (309 contacts/h) et également une richesse spécifique maximale ;
- Les haies arborées présentent une sensibilité forte, avec une activité des espèces sensibles forte (137 contacts/h) et une richesse spécifique moyenne ;
- Les habitats forestiers (chemins sous-bois) présentent également une sensibilité forte, avec une activité des espèces sensibles plus modérée mais une richesse spécifique élevée ;
- Les arbres isolés présentent une sensibilité modérée, avec une activité des espèces sensibles modérée et une richesse spécifique plus faible ;
- Les haies arbustives et les milieux ouverts présentent des sensibilités plus faibles, avec une activité des espèces sensibles faible et une richesse spécifique faible à modérée.

Tableau 13 : Répartition de l'activité des espèces les plus sensibles par type d'habitat

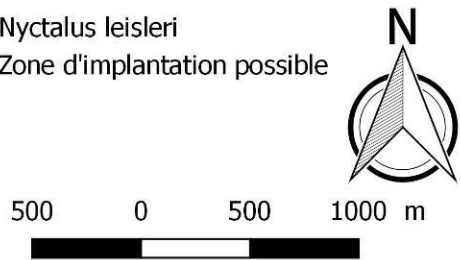
Type d'habitats	Activité espèces sensibles	Activité totale	Nb espèces sensibles	Nb espèces total
Eau stagnante	308,8	428,9	7	13
Chemin sous-bois	100,8	212,4	5	17
Haie arborée	136,6	200,9	4	11
Arbres isolés	113,7	126,6	3	6
Haie arbustive	68,6	86,6	4	9
Milieu ouvert	68,5	70,2	3	6
Total	117,5	180,4	7	19

La figure 25, en page suivante, illustre la répartition géographique de l'activité des espèces à plus forte sensibilité par rapport à la mortalité éolienne.





- Point d'écoute (n° en rouge)
- *Barbastella barbastellus*
- *Eptesicus serotinus*
- *Myotis myotis*
- *Pipistrellus kuhlii*
- *Pipistrellus nathusii*
- *Pipistrellus pipistrellus*
- *Nyctalus noctula*
- *Nyctalus leisleri*
- Zone d'implantation possible



En italique : activité totale par point (contacts/heure)

Figure 25 : Répartition géographique de l'activité des espèces les plus sensibles à la mortalité éolienne

3.3 . Evaluation des risques du projet éolien pour les chiroptères

3.3.1 . Risques de destruction

Les risques de destruction encourus par les chiroptères dans le cadre d'un tel projet ont plusieurs origines :

- Risques de destructions des gîtes,
- Risques de destruction des habitats de chasse,
- Risques de destruction de spécimens lors d'abatages d'arbres,
- Risques de destruction de spécimens par collision ou barotraumatisme.

3.3.1.1 Risques de destruction des gîtes

Parmi les 19 espèces de chiroptères inventoriées sur le site, plusieurs d'entre elles fréquentent exclusivement ou en grande partie des gîtes situées en cavité d'arbres (loges de pics, branches ou troncs creux, écorces soulevées...). Les espèces pouvant être concernées sur le site sont : la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Barbastelle d'Europe, le Murin à moustaches, le Murin de Bechstein, le Murin de Daubenton, le Murin d'Alcathoe, le Murin de Brandt, le Murin de Natterer et les Oreillards gris et roux.

Des gîtes potentiels pour ces espèces sont donc présents dans tous les milieux forestiers et bocagers de la zone d'étude (exemple en figure 26), et notamment dans les arbres les plus anciens, souvent constitués par de grands chênes dans les haies arborées.

La coupe de vieux arbres à cavités constitue une perte d'habitat (site de repos, de reproduction ou d'hibernation) pour les espèces arboricoles.



Figure 26 : Trou de pic dans un chêne à proximité du point 6
Photo : Julien Barataud

3.3.1.2 Risques de destruction des habitats de chasse

Parmi les 19 espèces inventoriées sur la zone d'étude, 17 ont été contactées en comportement de chasse. En effet, seuls la Pipistrelle de Nathusius et le groupe Minioptère de Schreibers/Pipistrelle pygmée n'ont fourni que des séquences de transit ne permettant pas de prouver leur activité de chasse sur la zone d'étude.

Les habitats présents sur la zone d'étude, et notamment les habitats forestiers et bocagers, constituent donc des terrains de chasse importants pour les populations locales de chiroptères.

Le défrichage de milieux forestiers ou de haies bocagères pour l'implantation des éoliennes ou des pistes d'accès constitue donc un risque de destruction de terrain de chasse pour les espèces présentes sur le site. Ce risque est présent sur l'ensemble des boisements et linéaires de haies de la zone d'étude.

3.3.1.3 Risques de destruction de spécimens lors d'abatages d'arbres

Comme évoqué précédemment, plusieurs espèces identifiées sur le site sont arboricoles (la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Barbastelle d'Europe, le Murin à moustaches, le Murin de Bechstein, le Murin de Daubenton, le Murin d'Alcathoe, le Murin de Brandt, le Murin de Natterer ainsi que les oreillards) et peuvent donc occuper des cavités arboricoles lors des

phases de repos diurne, pour se reproduire (gîtes de parturition) ou encore pour hiberner.

Le risque de mortalité résulte de l'abattage d'arbres à cavités pouvant abriter des chiroptères et n'intervient donc qu'en phase d'implantation du projet.

En l'absence d'exploration fine et systématique des nombreux arbres de l'emprise, il faut considérer qu'il existe un risque de mortalité lors des coupes d'arbres feuillus d'au moins 20 cm de diamètre, qu'ils soient vivants ou morts. Il est particulièrement fort en ce qui concerne les individus âgés, de plus de 60 cm de diamètre.

Le risque de mortalité culmine d'avril à juillet du fait de la présence possible de jeunes non volants, mais est également élevé en hiver car des individus peuvent hiberner dans les arbres creux. Le risque est moindre à l'automne, puisque les animaux sont encore actifs et que les jeunes sont capables de voler.

3.3.1.4 Risques de destruction de spécimens par collision ou barotraumatisme

Les chiroptères en vol, peuvent être directement impactés par les éoliennes en fonctionnement et cela de deux façons :

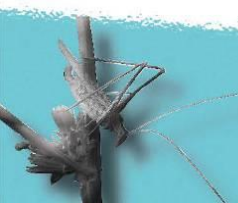
- La mortalité directe par collision : impact avec les pales. Elle est avérée par la présence de fractures sur certains cadavres.
- La mortalité directe par barotraumatisme : une part des cadavres découverts sous les éoliennes ne présente aucune fracture mais des signes d'hémorragies internes. L'analyse de certains de ces cadavres a mis en évidence d'importantes lésions du système respiratoire. Il semble que la mortalité soit due à une brusque chute de la pression atmosphérique à l'approche des pales (Baerwald, 2008).

3.3.2 . Risques de mortalité directe par espèce

L'évaluation du risque de mortalité directe est réalisée par le croisement des niveaux d'enjeu et de sensibilité pour chacune des espèces inventoriées sur le site, en s'inspirant de la grille du tableau 14 ci-contre.

ENJEU	SENSIBILITÉ	RISQUE
Très faible	Très faible	Très faible
Très faible	Faible	Très faible à faible
Très faible	Moyenne	Faible
Très faible	Forte	Faible à moyen
Faible	Très faible	Très faible
Faible	Faible	Faible
Faible	Moyenne	Faible à moyen
Faible	Forte	Moyen
Moyen	Très faible	Faible
Moyen	Faible	Faible à moyen
Moyen	Moyenne	Moyen
Moyen	Forte	Moyen à fort
Fort	Très faible	Faible à moyen
Fort	Faible	Moyen
Fort	Moyenne	Moyen à fort
Fort	Forte	Fort

Tableau 14 : Evaluation du niveau de risque en fonction des niveaux d'enjeu et de sensibilité (d'après SER-FEE/SFEPM/LPO, 2010)



Le tableau 15 présente l'évaluation du niveau de risque de mortalité directe pour les différentes espèces de chiroptères inventoriées à l'échelle de la zone d'étude.

Tableau 15 : Evaluation du niveau de risque de mortalité directe en fonction des niveaux d'enjeu et de sensibilité des espèces inventoriées sur l'ensemble de la zone étudiée

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Enjeu	Sensibilité	Risque de mortalité directe
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Moyen	Forte	Moyen à fort
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Fort	Faible	Moyen
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Moyen	Moyenne à forte	Moyen à fort
<i>Myotis daubentoni</i>	Murin de Daubenton	Faible à moyen	Faible	Faible à moyen
<i>Myotis alcaethoe</i>	Murin d'Alcaethoe	Moyen à fort	Très faible à faible	Faible à moyen
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Faible à moyen	Forte	Moyen
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	Moyen	Très faible à faible	Faible à moyen
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	Faible à moyen	Très faible à faible	Faible
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	Moyen à fort	Très faible à faible	Moyen
<i>Myotis brandti</i>	Murin de Brandt	Moyen	Très faible à faible	Faible à moyen
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	Moyen	Très faible à faible	Faible à moyen
<i>Myotis bechsteini</i>	Murin de Bechstein	Moyen	Très faible	Faible
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	Faible	Très faible à faible	Faible
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	Faible	Très faible à faible	Faible
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Moyen	Forte à très forte	Fort
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Moyen	Très forte	Fort
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Moyen	Très forte	Fort

Cette analyse détaillée des enjeux, des sensibilités et des risques permet donc de faire ressortir un groupe de 8 espèces pour lesquelles le projet de parc éolien peut avoir un impact moyen à fort. Ces 8 espèces (Noctule de Leisler, Pipistrelle de Nathusius, Noctule commune, Pipistrelle commune, Sérotine commune, Pipistrelle de Kuhl, Grand Murin et Barbastelle d'Europe) font donc l'objet de paragraphes descriptifs dans le paragraphe 3.4., faisant ressortir les éléments importants de l'écologie des espèces à prendre en compte par rapport au projet.

Les autres espèces, étant donné leur faible abondance sur le site ou du fait de leur faible sensibilité à la mortalité directe, présentent des risques beaucoup moins importants et elles seront donc décrites de manière plus succincte.

3.3.3 . Apports des données en altitude à l'évaluation des risques

L'analyse des données enregistrées en altitude sur le mât de mesure permet de confirmer les enjeux spécifiques identifiés grâce aux écoutes au sol.

Les deux espèces les plus contactées en altitude sont ainsi la Noctule commune et la Noctule de Leisler, confirmant le risque fort pour ces espèces particulièrement sensibles à la mortalité éolienne. Les indices d'activité pour les deux Noctules sont assez similaires au sol et en altitude (entre 0,2 et 0,4 contacts/h) alors que les contacts au sol sont principalement concentrés à proximité des points d'eau (point 1) et le long de lisières ou haies arborées (points 2, 3, 7). Il est donc probable que l'activité en altitude, et donc les risques de mortalité, soient supérieurs dans des habitats plus favorables.

La Pipistrelle de Nathusius est moins notée en altitude que les Noctules mais plusieurs contacts ont tout de même été enregistrés dans un secteur *a priori* défavorable à cette espèce très liée aux zones humides. Les contacts ont été relevés en mai, juillet et septembre sans qu'aucun passage migratoire n'ait été mis en évidence.

Les trois autres espèces notées de manière significative en altitude sont la Sérotine commune, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl. Si les pipistrelles sont proportionnellement moins notées en altitude, la Sérotine l'est en revanche un peu plus (20 % des contacts contre 7 % au sol) et sa sensibilité sur le site semble donc plus forte que celle des Pipistrelles.

L'enregistrement de trois autres espèces (Grand Murin, Barbastelle d'Europe et Oreillard gris) pendant la session du mois de mai, lorsque le micro n'était qu'à 20 m de hauteur, montre que des risques ponctuels de mortalité ne peuvent pas être exclus pour ces espèces réputées peu sensibles mais chassant régulièrement en milieu ouvert.

3.3.4 . Cartographie des risques suivant les recommandations d'Eurobats

Le groupe de travail européen Eurobats a rédigé des lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens (Rodriguez & al., 2015) qui ont été en grande partie reprises dans les recommandations émises au niveau national sur la prise en compte des chiroptères dans la planification des projets éoliens terrestres (SFPEM, 2016).

L'ensemble de cette étude a été réalisée en suivant autant que possible les recommandations émises dans ces deux documents de référence. Les préconisations concernant le choix des implantations sont l'exclusion de tous les habitats à risque fort ou très fort (boisements, haies arborées, zones humides...) ainsi que d'un rayon de 200 m autour de l'ensemble de ces habitats. La figure 27 représente la cartographie des risques suivant les recommandations d'Eurobats.

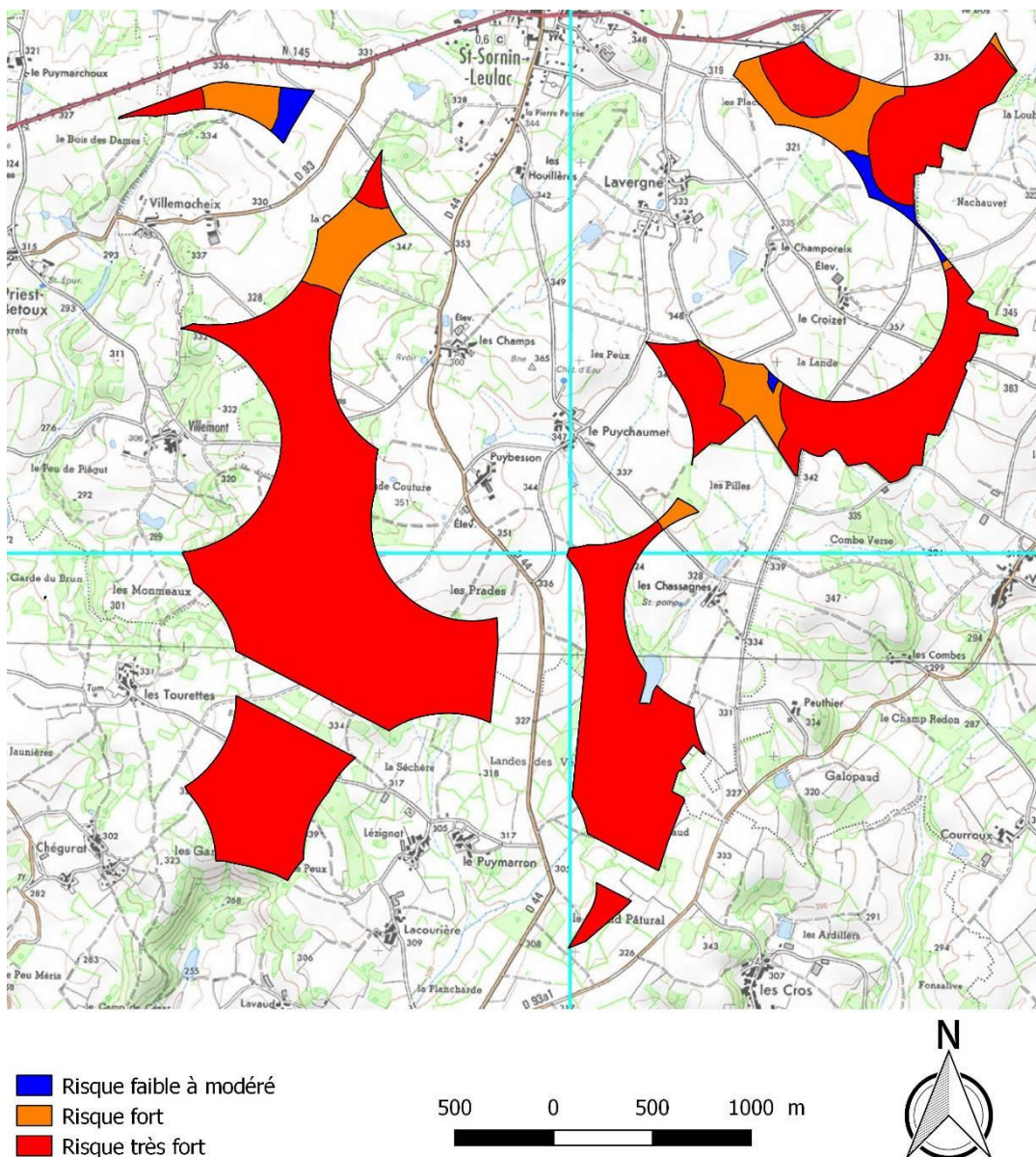


Figure 27 : Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe en suivant les recommandations d'Eurobats (rayon de 200 m autour des habitats à risque fort ou très fort)

A la lecture de la carte précédente, il apparaît que dans un contexte bocager comprenant de nombreux boisements et un dense réseaux de haies, il est pratiquement impossible de respecter un retrait de 200 m vis-à-vis des zones les plus sensibles.

En revanche, il est possible d'éviter l'implantation d'éoliennes dans les boisements, les haies arborées et les zones humides qui sont les milieux les plus attractifs et les plus sensibles.

3.3.5 . Risques de mortalité directe par habitat

Le tableau 16, ci-dessous, présente l'évaluation du niveau de risque de mortalité directe par type d'habitat en croisant les niveaux d'enjeu et de sensibilité.

Tableau 16 : Evaluation du niveau de risque de mortalité directe par type d'habitat

Type d'habitats	Enjeu	Sensibilité	Risque
Eau stagnante	Fort	Très forte	Fort à très fort
Chemin sous-bois*	Très fort	Forte	Fort à très fort
Haie arborée	Fort	Forte	Fort
Arbres isolés	Faible	Modéré	Faible à modéré
Haie arbustive	Modéré	Faible	Faible à modéré
Milieu ouvert	Faible	Faible	Faible

* : cette catégorie est dénommée en fonction de l'habitat étudié (emplacement du point d'écoute), mais peut-être étendue à l'ensemble des espaces boisés.

La cartographie du niveau de risque par types d'habitats est présentée dans les pages suivantes (figures 28 à 31). Cette cartographie a été réalisée sur la base des risques par grands type d'habitat définis dans le tableau 16 et a été modulée en fonction de l'attractivité pour les chiroptères des différentes variantes d'habitats et de leur état de conservation.

A titre d'exemple, un jeune taillis de châtaigniers est beaucoup moins attractif pour les chiroptères qu'une chênaie-charmaie mûre et son niveau de risque a donc été réduit dans l'analyse cartographique. Le niveau de risque des haies arborées a également été modulé en fonction de leur état de conservation et il a notamment été réduit en cas de non-continuité de la strate arborée.

En comparaison des précédentes, les cartes présentes dans le présent chapitre proposent une lecture plus fine du paysage et permettent de distinguer les parcelles à forts enjeux (boisements mûres, haies arborées, zones humides...) de celles qui présentent de moindres enjeux (cultures, pâturages...). Ces cartes sont très utiles au choix de l'implantation des éoliennes, car elles permettent d'éviter au maximum la destruction de gîtes ou d'habitats de chasse, et de réduire le risque de mortalité lié au déboisement.

En revanche, elles ne peuvent être exploitées pour écarter le risque de mortalité par collision ou barotraumatisme, puisqu'elles ne tiennent pas compte de la distance tampon de 200 m recommandée par Eurobats et que nous ne disposons pas de valeur inférieure, qui permettrait de nuancer les enjeux.

Aussi, malgré l'implantation des machines dans des habitats à faible enjeu, il demeure possible que celles-ci se trouvent malgré tout dans des zones à fort risques, selon les recommandations d'Eurobats.

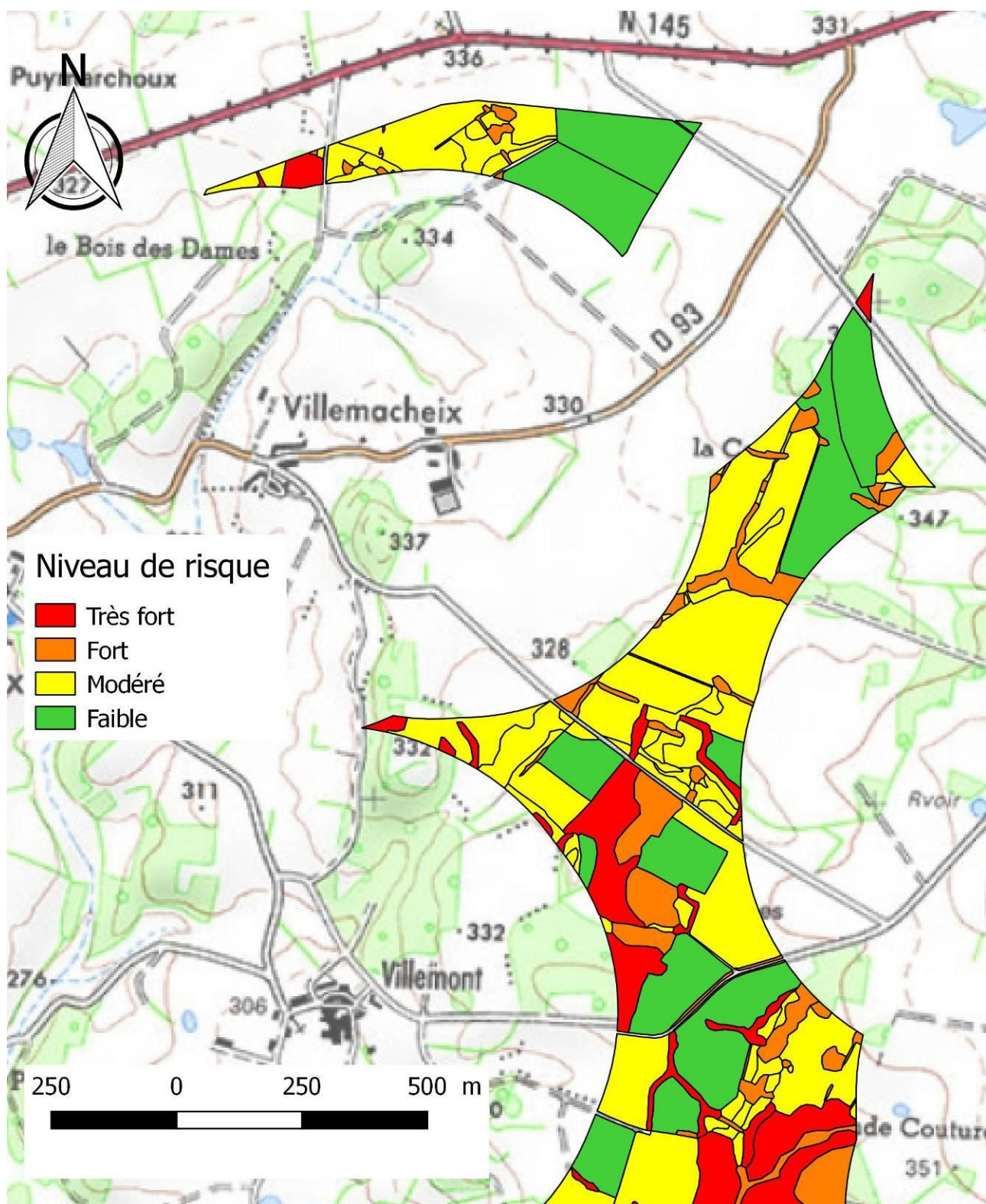


Figure 28 : Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe
- zone Nord-Ouest

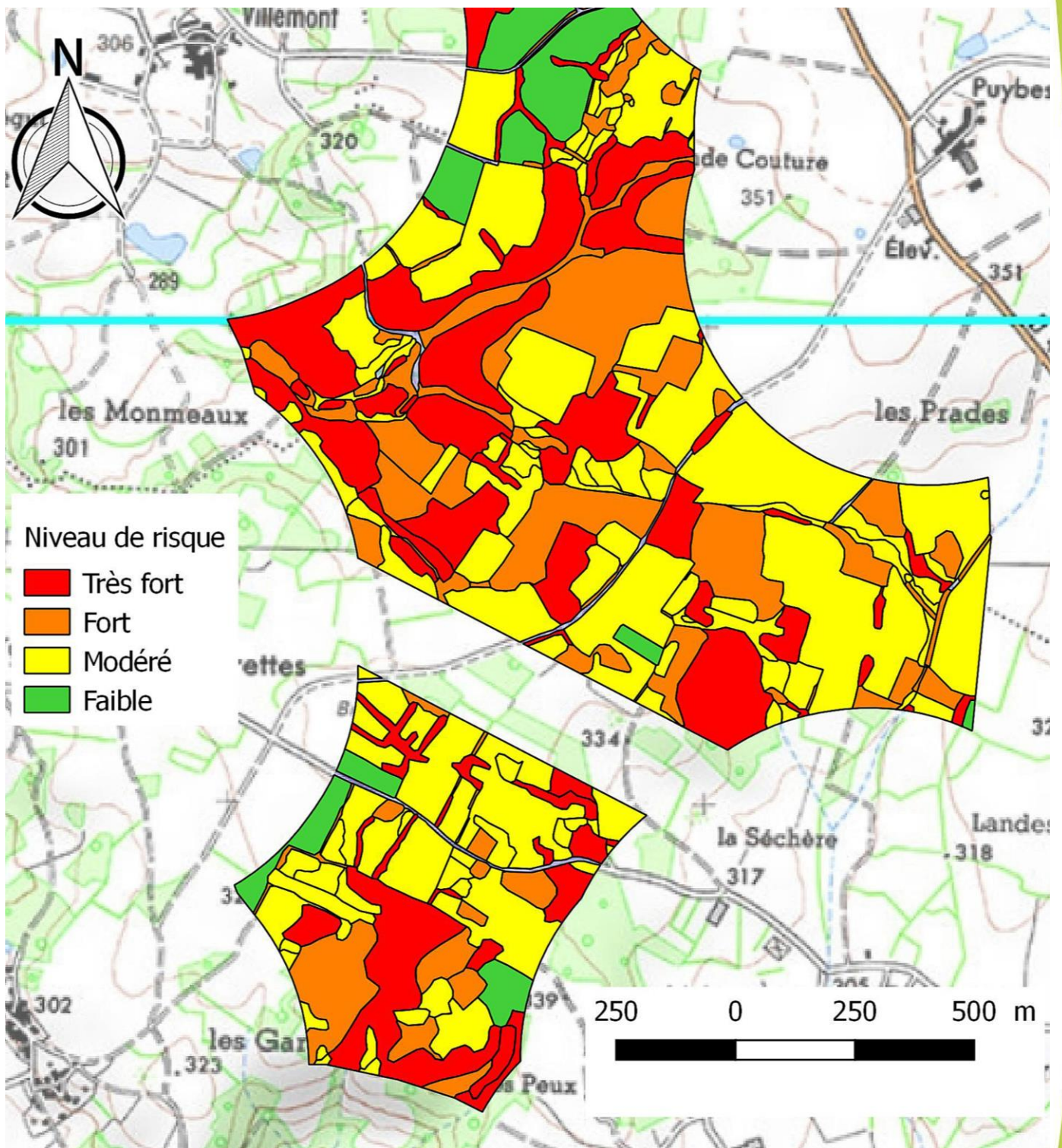


Figure 29 : Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe
- zone Sud-Ouest

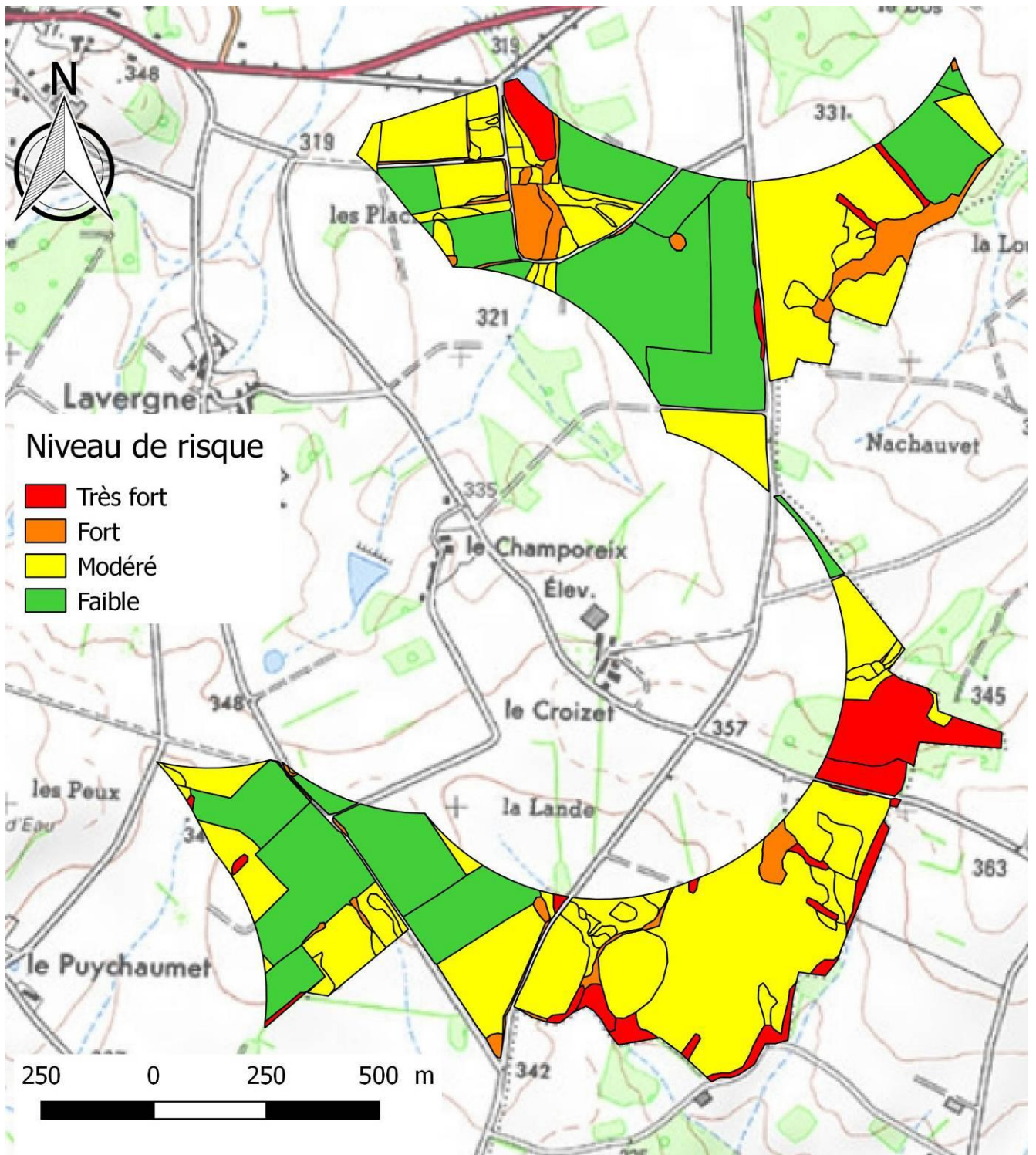


Figure 30: Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe
– zone Nord-Est

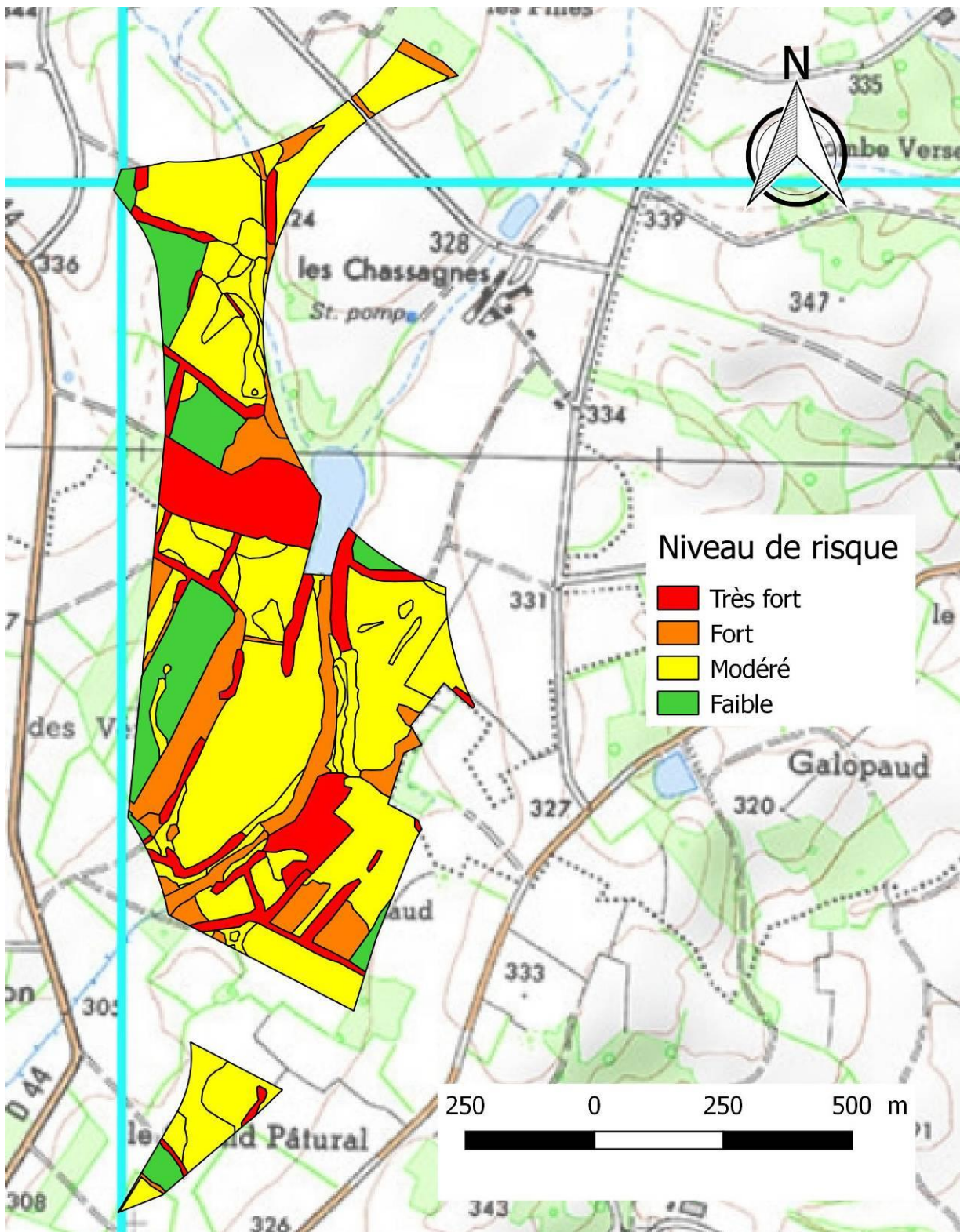


Figure 31: Cartographie des niveaux de risque de mortalité directe
- zone Sud-Est

3.4 . Description des espèces présentant le plus fort risque de mortalité

3.4.1 . Noctule de Leisler

La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce migratrice, considérée comme quasi-menacée à l'échelle nationale, et dont les populations semblent être en déclin en France (Kerbiou & al., 2015).

Son statut est encore mal connu en Limousin et peu de preuves de sa reproduction existent à ce jour même si elle semble se reproduire le long des principales vallées forestières de la région. Les effectifs de cette espèce sont vraisemblablement renforcés par l'arrivée en fin d'été de migrants en provenance d'Europe centrale. Ces migrants sont principalement des femelles reproductrices et des jeunes de l'année qui viennent rejoindre les mâles estivant le long des couloirs de migration (Helvesen & Weid, 1990).

Principalement forestière, la Noctule de Leisler gîte essentiellement en cavité d'arbres et chasse principalement des diptères au-dessus de la canopée des massifs forestiers.

Peu abondante sur le site, elle a cependant été notée sur 4 points différents : en chasse à plusieurs reprises en période printanière sur les points 1 et 3 (étang et zone bocagère avec haies arborées) et en transit de manière isolée en période estivale et automnale sur les points 7 et 10. C'est une des deux espèces les plus notées en altitude au niveau du mât de mesure avec une activité régulière tout au long de la saison. Aucun passage migratoire n'a pu être mis en évidence.

Ainsi, malgré un nombre de contacts assez faible, cette espèce particulièrement sensible à la problématique éolienne constitue un risque fort, à la fois pour les populations reproductrices locales et pour les éventuels individus migrants en transit.

3.4.2 . Noctule commune

La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) est également une espèce migratrice dont une population reproductrice existe dans le centre de la France et s'étend notamment en Haute-Vienne le long des principales vallées (Vienne, Gartempe...). Cette population locale est sans doute renforcée en automne et au printemps par le passage d'individus en provenance d'Europe du Nord.

C'est une espèce de haut vol qui chasse des essaims de petits insectes au-dessus des vallées et des massifs forestiers. Elle gîte quasi-exclusivement dans des cavités d'arbres et l'existence d'un réseau de vieux arbres creux est important pour le maintien de ses populations.

Peu abondante sur le site, elle a été notée à 4 reprises, à l'automne et au printemps, principalement sur le point 1 en chasse ou en transit au-dessus de l'étang mais également en chasse sur le point 2 (boisement feuillu). C'est l'espèce la plus contactée en altitude au niveau du mât de mesure avec une activité régulière tout au long de la saison. Aucun passage migratoire n'a pu être mis en évidence.



Figure 32 : Noctule de Leisler
Photo : Julien Barataud



Figure 33 : Noctule commune
Photo : Wikimedia Creative Commons

Ainsi, malgré un nombre de contacts assez faible, cette espèce particulièrement sensible à la problématique éolienne constitue un risque fort, à la fois pour les populations reproductrices locales et pour les individus migrants en transit.

3.4.3 . Pipistrelle de Nathusius

La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) est également une espèce migratrice mais, contrairement aux Noctules de Leisler et commune, elle ne se reproduit pas en France (ou alors de manière anecdotique dans le nord-est du pays) et est principalement contactée en période automnale.

Il s'agit d'une espèce rare en France dont l'écologie est assez peu connue et qui semble fréquenter préférentiellement les milieux forestiers et notamment les boisements humides en bord de cours d'eau ou d'étangs.

Très peu notée en Limousin, les contacts de cette espèce sont principalement situés au niveau de rivières ou de plans d'eau en période automnale ou printanière et concernent vraisemblablement des individus migrants en halte ou en transit.

Elle n'a été contactée qu'à deux reprises sur le site, lors des inventaires au sol :

- un individu en transit au niveau du point 5, le long d'un ruisseau, en période automnale (29/09/2015),
- un individu en chasse active pendant plusieurs minutes au-dessus d'un étang (point 1), en période printanière (17/05/2016).

Elle a également été notée à 4 reprises en altitude au niveau du mât de mesure à différentes périodes (8 mai, 10 juillet, 4 septembre, 7 septembre 2016). Aucun passage migratoire marqué n'a pu être mis en évidence.

Ainsi, même si son abondance semble faible comme dans la plupart des régions françaises, la présence de la Pipistrelle de Nathusius constitue un risque fort sur le site du fait de sa très forte sensibilité à la problématique éolienne. Compte tenu de son écologie et des données récoltées sur le site, les risques semblent accrus à proximité des plans d'eau, ruisseaux et zones humides mais son caractère migrant rend son passage potentiel sur l'ensemble de la zone d'étude.

3.4.4 . Pipistrelle commune

La **Pipistrelle commune** est presque partout l'espèce de chiroptère la plus abondante et la moins exigeante en termes d'habitats. Très commune en Limousin, elle ne semble actuellement pas avoir un statut défavorable dans la région. Des suivis réalisés à l'échelle nationale montrent cependant une diminution significative de ses populations ces dernières années (Kerbiou & al., 2015).

La Pipistrelle commune exploite principalement les lisières arborées le long desquelles elle fait des allers-retours en capturant ses proies principalement composées de petits diptères. Ces gîtes sont principalement localisés dans les habitations humaines (derrière des volets, dans des combles, sous un bardage...).



Figure 34 : Pipistrelle de Nathusius
Photo : Wikimedia Creative Commons



Figure 35 : Pipistrelle commune
Photo : Julien Barataud

Du fait de ses populations importantes et de son comportement de vol, la Pipistrelle commune est l'espèce pour laquelle le plus grand nombre de cas de mortalité par éolienne a été relevé en Europe. Il est actuellement très difficile d'évaluer l'impact de cette mortalité sur les populations de cette espèce encore commune mais il est probable que les parcs éoliens induisant une forte mortalité aient un impact non négligeable sur les tendances locales de populations de l'espèce.

La Pipistrelle commune est l'espèce la plus abondante sur la zone d'étude et elle a été notée sur l'ensemble des points d'écoute réalisés. Son activité est maximale en bordure d'étang (point 1), le long de chemins forestiers (points 2 et 9) ainsi que le long de haies arborées (points 3 et 7).

Le risque pour les populations fréquentant la zone d'étude comme terrain de chasse est donc considéré comme moyen à fort et les zones de moindre activité de Pipistrelle commune devront être privilégiées dans le choix des implantations pour éviter d'affecter de manière durable les populations locales.

3.4.5 . Sérotine commune

La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) est une grande espèce qui chasse principalement en lisière, mais peut également fréquenter les sous-bois ouverts ou les milieux prairiaux en fonction des émergences de ses proies favorites, souvent constituées par de gros coléoptères (hannetons, lucanes, géotrupes...). C'est ainsi une des espèces qui chassent le plus régulièrement en milieux très ouverts, notamment au-dessus des prairies naturelles pâturées ou des prés de fauche.

Assez commune dans l'ensemble de la France, elle gîte principalement dans le bâti, souvent dans des combles, et des colonies importantes sont connues à proximité de la zone d'étude, sur les communes d'Arnac-la-Poste et Châteauponsac, avec des effectifs de respectivement 66 et 27 individus.

Bien présente sur la zone d'étude, elle a été contactée sur 11 points sur 12, avec une abondance maximale sur les points 12, 2, 3, 7 et 8 qui représentent des habitats variés (milieux ouverts, chemins forestiers, haies arborées...). Elle représente également un peu plus de 20 % des contacts en altitude relevés au niveau du mât de mesure.

Comme pour la Pipistrelle commune, les risques sont donc considérés comme moyen à fort et les zones de moindre activité devront être privilégiées dans le choix des implantations pour éviter d'affecter de manière durable les populations locales.



Figure 36 : Sérotine commune
Photo : Wikimedia Creative Commons

3.4.6 . Pipistrelle de Kuhl

La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) est une espèce à répartition plus méridionale qui semble en augmentation vers le nord de la France ces dernières années. Largement répandue en Limousin, il s'agit d'une espèce commune, bien qu'étant souvent moins abondante que la Pipistrelle commune. Comme cette dernière, les tendances de populations locales sont mal connues mais l'espèce semble avoir un statut plutôt favorable au niveau national avec une tendance à l'augmentation (Kerbiriou & al., 2015).



Figure 37: Pipistrelle de Kuhl
Photo : Wikimedia Creative Commons

Son écologie est proche de celle de la Pipistrelle commune, avec laquelle elle partage souvent les mêmes terrains de chasse. Comme pour les autres pipistrelles, le nombre de cas de mortalité par éolienne est important, sans que l'impact sur les dynamiques de population puisse être précisé.

Cette espèce semble assez bien répartie sur la zone d'étude (contactée sur 10 points sur 12), avec une abondance moindre que la Pipistrelle commune. Les sites sur lesquels elle est la mieux représentée sont les points 1, 12, 3 et 8 qui correspondent à des habitats variés (étang, milieux ouverts, haies arborées...).

Le risque pour cette espèce est donc considéré comme moyen, du fait de sa moindre abondance sur le site comparativement à la Pipistrelle commune et la Sérotine commune.

3.4.7 . Grand Murin

Le **Grand Murin** (*Myotis myotis*) est une grande espèce glaneuse qui chasse ses proies principalement au sol dans le sous-bois ou en milieu prairial. Elle gîte dans des cavités souterraines ou des combles de bâtiments et forme souvent des colonies importantes.

Cette espèce est normalement peu impactée par la problématique éolienne car elle chasse souvent près du sol. Elle peut cependant s'élever en altitude lors de ses déplacements entre gîtes et terrains de chasse et le site d'étude constitue un enjeu particulier pour cette espèce puisqu'une colonie importante (environ 400 individus) est située à moins d'1 km de la zone d'étude, dans l'église de Saint-Sornin-Leulac.

Assez logiquement, compte tenu de la proximité de cette grosse colonie, l'espèce est bien répartie sur le site et a été contactée sur 9 points d'écoute sur 12. Les habitats sur lesquels elle a été plus notée se situent à proximité de l'eau (point 1 en bord d'étang et point 5 en bord de ruisseau) ainsi que dans des habitats assez ouverts dans un contexte de haies arbustives (point 4 et 10). Deux contacts ont été relevés au niveau du mât de mesure les 7 et 11 mai 2016, plutôt en début de nuit (21h10 et 21h30 UTC) et peuvent donc correspondre à des individus en transit en sortie de colonie. À cette période, le micro enregistreur était situé à 20 m, au lieu de 50 m, et la portée du signal d'un Grand Murin avoisinant les 20 m, il est possible que les individus n'évoluaient pas à hauteur de pales.



Figure 38 : Grands Murins
Photo : Julien Barataud

Aucun contact n'a par la suite été enregistré lorsque le micro était à 50 m de hauteur. L'analyse des données en altitude n'a donc pas fait apparaître de risque particulier mais elle n'exclut pas une mortalité éventuelle dans des habitats plus favorables ou au niveau d'une route de vol empruntée pour sortir ou rentrer à la colonie.

Le risque pour cette espèce est considéré comme moyen du fait du contexte particulier de présence de cette importante colonie à proximité immédiate.

Il est à noter la présence très probable sur le site d'une espèce très proche et beaucoup plus rare en Limousin : le Petit Murin (*Myotis oxygnathus*). Très difficile à différencier du Grand Murin à la fois visuellement et auditivement, cette espèce méridionale a déjà été notée dans la colonie de l'église de Saint-Sornin-Leulac par le GMHL et une séquence sonore enregistrée sur le point 1, le 27 mai 2016, peut être attribuée de manière très probable à cette espèce.

3.4.8 . Barbastelle d'Europe

La **Barbastelle d'Europe** (*Barbastella barbastellus*) est une espèce de lisière forestière, spécialisée sur la chasse de petits papillons de nuit. Elle gîte le plus souvent dans des cavités d'arbres mais fréquente aussi régulièrement les disjointements des linteaux de grange en bois.

Son statut de conservation semble contrasté : plutôt favorable dans le sud de son aire de distribution et plus défavorable dans la partie nord. A l'échelle européenne, elle est considérée comme Vulnérable (Temple & Terry, 2007).

Particulièrement abondante sur le site, c'est la deuxième espèce la plus contactée après la Pipistrelle commune. Elle a été notée dans tous les types d'habitats (11 points sur 12) mais avec une abondance plus forte le long des haies arborées (points 7 et 3), dans les chemins forestiers (points 6 et 2) ainsi que ponctuellement le long de haies arbustives (point 4).

Sa forte présence sur le site ainsi que son statut défavorable au niveau européen conduisent à considérer le risque comme moyen pour cette espèce.



Figure 39 : Barbastelle d'Europe
Photo : Julien Barataud

3.4.9 . Autres espèces

Les 9 autres espèces de chiroptères identifiées de manière certaine sur la zone d'étude présentent un risque moins important par rapport au projet :

- Le **Petit Rhinolophe** (*Rhinolophus hipposideros*) est bien représenté sur la zone d'étude et présente une activité importante. Cette espèce est néanmoins très peu sensible à la mortalité éolienne car elle vole en suivant les linéaires de végétation et ne s'élève jamais en plein ciel. Ses habitats de chasse peuvent néanmoins être affectés par d'éventuels travaux de défrichement lors de la phase chantier.



Figure 40 : Petit Rhinolophe
Photo : Julien Barataud

- Le **Murin de Daubenton** (*Myotis daubentonii*) est une espèce très liée aux milieux aquatiques, chassant principalement ses proies au-dessus des cours d'eau et des étangs. Il est présent de manière importante sur l'étang situé au niveau du point 1 et a été noté de manière ponctuelle en milieu forestier sur les points 2 et 9. Peu sensible à la mortalité directe de par son comportement de vol, cette espèce gîte souvent dans des cavités arboricoles et il conviendra d'être vigilant lors d'éventuels travaux de défrichement préalables à l'installation d'éoliennes sur le site.

- Le **Murin de Bechstein** (*Myotis bechsteini*), le **Murin de Natterer** (*Myotis nattereri*), le **Murin d'Alcathoe** (*Myotis alcathoe*), le **Murin de Brandt** (*Myotis brandti*) et le **Murin à moustaches** (*Myotis mystacinus*) sont de petites espèces forestières qui ont été notées principalement sur les points 5, 2, 9 et 6 (par ordre décroissant d'activité), ce qui correspond aux 4 points réalisés en milieu forestier. Aucun contact n'a été obtenu dans les autres types d'habitats et ces espèces semblent très liées au contexte forestier et peu attirées par les milieux bocagers, même lorsque des linéaires de haies arborées sont présents. Elles sont peu sensibles à la mortalité éolienne car elles évoluent rarement en plein ciel. Ces cinq espèces fréquentent cependant au moins une partie de l'année des gîtes arboricoles et peuvent donc être affectées à la fois par la destruction de gîtes et d'habitats de chasse lors d'éventuels travaux de défrichement préalables à l'installation d'éoliennes sur le site.



Figure 41 : Murin à moustaches
Photo : Julien Barataud

- Et enfin, les **Oreillards gris et roux** (*Plecotus austriacus* et *P. auritus*) sont deux espèces glaneuses qui capturent leurs proies sur le feuillage des arbres ou dans les prairies riches en insectes. Peu abondantes sur le site, elles semblent cependant bien réparties puisqu'elles ont été notées sur 7 points d'écoute différents, dans des habitats très variés. Peu sensibles à la mortalité directe de par leur comportement de vol, ces espèces gâtent souvent dans des cavités arboricoles et il conviendra d'être vigilant lors d'éventuels travaux de défrichage lors de la phase chantier.



Figure 42 : Oreillard gris
Photo : Julien Barataud

La dernière espèce n'a pas pu être identifiée avec certitude et n'a fait l'objet que d'un enregistrement récolté sur le point 1 en bord d'étang et pouvant correspondre au Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*) ou à la Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*). Ces deux espèces sont très rares en Limousin et la présence de l'une ou l'autre est vraisemblablement anecdotique même si ce contact vient confirmer l'attrait du point 1 pour les différentes espèces de chiroptères de ce secteur.

4 . Analyse des impacts

4.1 . Éléments pris en compte pour l'analyse des impacts

L'état initial et l'évaluation des risques ont été menés à l'échelle d'une Zone d'Implantation Potentielle assez vaste (cf. figure 1, chapitre 1.1).

Vu les enjeux des différentes thématiques (techniques, foncières, environnementales...), la société Ostwind a finalement décidé de limiter l'implantation d'éoliennes à deux secteurs : La Longe et les Landes des Verrines. L'analyse des impacts est donc conduite indépendamment pour chacun de ces 2 projets.

Le présent rapport porte uniquement sur le projet des Landes des Verrines (5 éoliennes). Le second projet n'est pris en compte que dans le cadre de l'analyse des effets cumulés.

6 variantes sont étudiées à l'échelle de la ZIP et concernent toutes le projet éolien des Landes des Verrines.

4.1 . Analyse des variantes

Six variantes d'implantation (figures 43 à 48) ont été étudiées par le développeur afin de choisir la moins impactante. De nombreuses contraintes ont été prises en compte dans cette analyse et un compromis a dû être trouvé pour satisfaire le moindre impact sur les différentes thématiques liées au patrimoine naturel (chiroptères, avifaune, habitats naturels...) mais également aux autres thématiques liées au paysage, à l'environnement sonore et bien sûr aux contraintes réglementaires (éloignement des habitations, des routes départementales, couloirs aériens...).



Landes des VERRINES

Enjeux liés aux CHIROPTERES

VARIANTE A

□ AEI_LandesDesVerrines

VARIANTE A

⊗ éoliennes

Enjeux chiroptères

■ Faible

■ Modéré

■ Fort

■ Très fort



Date de réalisation : Janvier 2020
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.25
Sources : © Google Satellite

Référence : 2019-000393



Figure 43 : Projet des Landes des Verrines – variante A



LANDES des VERRINES

Enjeux liés aux CHIROPTERES

VARIANTE B

□ Aire d'étude immédiate (AEI)

VARIANTE B

⊗ éoliennes

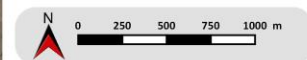
Enjeux Chiroptères

■ Faible

■ Modéré

■ Fort

■ Très fort



Date de réalisation : Janvier 2020
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.25
Sources : © Google Satellite

Référence : 2019-000393



Figure 44 : Projet des Landes des Verrines – variante B



LANDES des VERRINES

Enjeux liés aux CHIROPTERES

VARIANTE C

□ Aire d'étude immédiate (AEI)

VARIANTE C

⊗ éoliennes

Enjeux Chiroptères

■ Faible
 ■ Modéré
 ■ Fort
 ■ Très fort



Date de réalisation : Janvier 2020
 Logiciel utilisé : QGIS 2.18.25
 Sources : © Google Satellite



Référence : 2019-000393

Figure 45 : Projet des Landes des Verrines – variante C



LANDES des VERRINES

Enjeux liés aux CHIROPTERES

VARIANTE D1

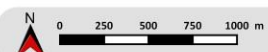
□ Aire d'étude immédiate (AEI)

VARIANTE D1

⊗ éoliennes

Enjeux Chiroptères

■ Faible
 ■ Modéré
 ■ Fort
 ■ Très fort



Date de réalisation : Janvier 2020
 Logiciel utilisé : QGIS 2.18.25
 Sources : © Google Satellite



Référence : 2019-000393

Figure 46 : Projet de La Longe – variante D1



LANDES de VERRINES

Enjeux liés aux CHIROPTERES

VARIANTE D2

□ Aire d'étude immédiate (AEI)

VARIANTE D2

⊗ éoliennes

Enjeux chiroptères

■ Faible

■ Modéré

■ Fort

■ Très fort



Date de réalisation : Janvier 2020
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.25
Sources : © Google Satellite



Référence : 2019-000393

Figure 47 : Projet de La Longe – variante D2



LANDES des VERRINES

Enjeux liés aux CHIROPTERES

VARIANTE D3

(variante retenue)

□ Aire d'étude immédiate (AEI)

VARIANTE D3

⊗ éoliennes

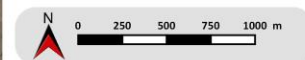
Enjeux Chiroptères

■ Faible

■ Modéré

■ Fort

■ Très fort



Date de réalisation : Janvier 2020
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.25
Sources : © Google Satellite



Référence : 2019-000393

Figure 48 : Projet de La Longe – variante D3

En termes d'impacts prévisibles, en phase chantier, sur les habitats de chasse et les gîtes à chiroptères, on constate des différences notables en fonction des variantes :

- **Variante A** : celle-ci compte 7 éoliennes. 1 d'entre elles est placée dans un habitat à enjeu très fort (boisement) et 4 sont en contact direct d'habitats à enjeu fort (taillis, bosquets) ou très fort (boisements, haies arborées). **Pour cette variante, l'impact attendu en phase d'implantation est globalement fort.**
- **Variante B** : celle-ci compte 10 éoliennes, dont 2 situées dans des habitats à enjeu fort (taillis) ou très fort (boisements). 4 autres éoliennes sont situées au contact direct ou à proximité d'habitats à enjeu fort (taillis) ou très fort (haies arborées). Les 4 dernières sont placées dans des habitats à enjeu modéré (pâturages mésophiles) ou faible (cultures, prairies améliorées). **Pour cette variante, l'impact attendu en phase d'implantation est globalement fort.**
- **Variante C** : celle-ci compte 7 éoliennes, toutes placées dans des habitats à enjeu faible (cultures et prairies améliorées) ou modéré (fruticées, pâturages mésophiles). 4 sont situées au contact ou à proximité de haies ou de lisières. **Pour cette variante, l'impact attendu en phase d'implantation est globalement modéré.**
- **Variante D1** : celle-ci compte 6 éoliennes, dont 1 située dans un habitat à enjeu très fort (boisement). Les 5 autres sont placées dans des habitats à enjeu modéré (prairies, pâturages mésophiles) ou faible (prairie temporaire). 2 de ces dernières se trouvent en contact ou à proximité d'habitats à enjeu fort (taillis) ou très fort (haies arborées). **Pour cette variante, l'impact attendu en phase d'implantation est globalement fort.**
- **Variante D2** : celle-ci compte 5 éoliennes, toutes placées dans des habitats à enjeu modéré (prairies et pâturages mésophiles). 2 d'entre elles sont situées à proximité d'habitats à enjeu très fort (boisements, haies arborées). **Pour cette variante, l'impact attendu en phase d'implantation est globalement modéré.**
- **Variante D3** : celle-ci compte 5 éoliennes. 1 est placée dans un habitat à faible enjeu (prairie améliorée) et les 4 autres dans des habitats à enjeu modéré (prairies, pâturages mésophiles). 1 éolienne demeure proche d'une haie arborée et 1 seconde proche d'un bois (Peuplier tremble). Cependant, comparativement à la variante D2, les machines sont plus éloignées des boisements les plus favorables (chênaies). **Pour cette variante, l'impact attendu est globalement faible.**

La variante D3, qui a été retenue, est la plus favorable à la conservation des chiroptères puisqu'elle évite les parcelles boisées (présence possible de gîtes arboricoles) et les habitats de chasse les plus attractifs.

Les chapitres suivants s'attachent à étudier plus précisément les impacts potentiels de cette variante.

4.2 . Impacts en phase chantier

4.2.1 . Destruction de gîtes et terrains de chasse

Tous les emplacements d'éoliennes seront situés sur des parcelles de cultures annuelles ou prairies temporaires d'intérêt faible à modéré pour l'activité de chasse des chiroptères (voir figure 49). La consommation d'espaces agricoles pour le projet représente :

- 0,6 ha de consommation permanente ;
- 1,2 ha de consommation temporaire (phase chantier).

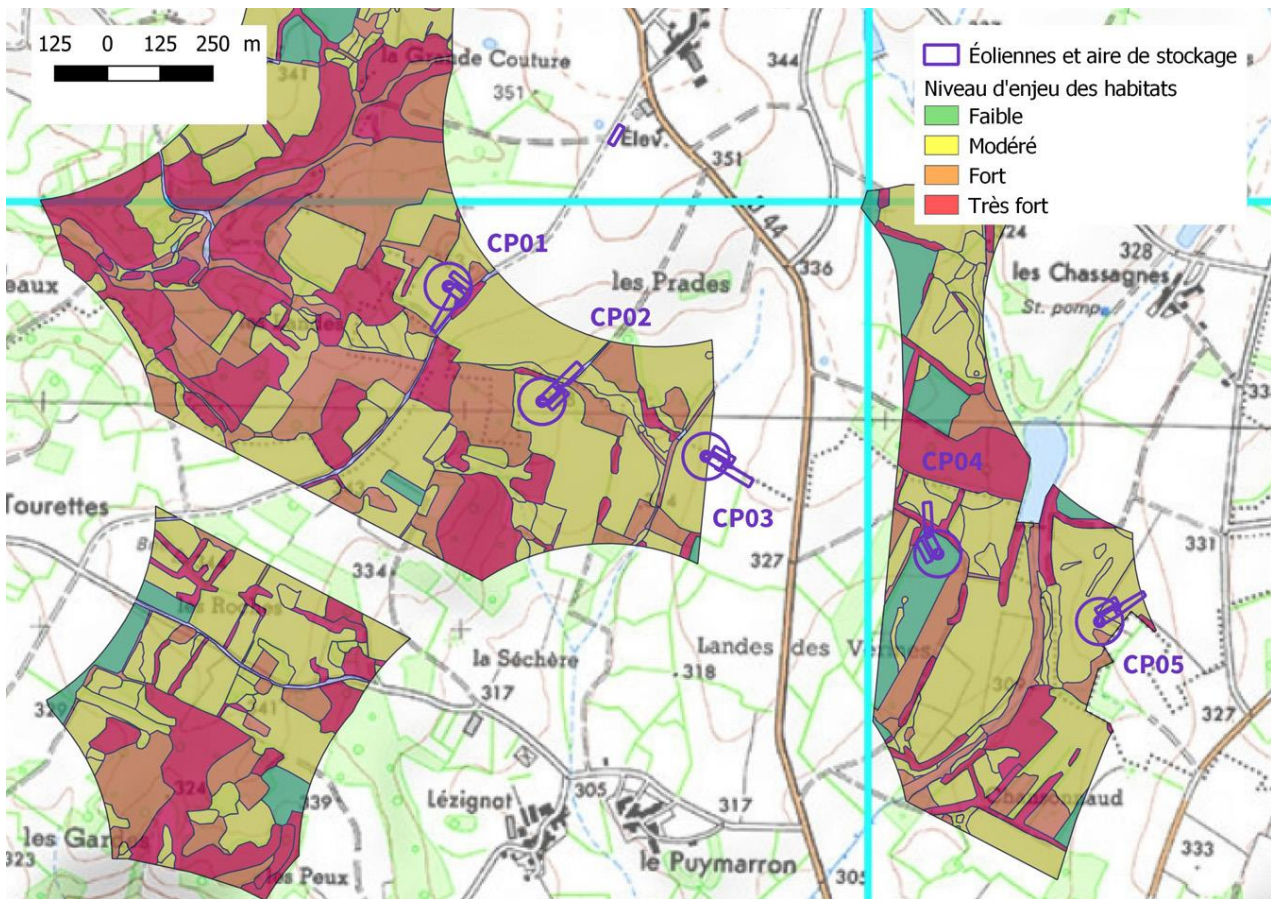


Figure 49 : Localisation des éoliennes et niveau d'enjeu des habitats

Ces habitats de cultures annuelles ou prairies temporaires ayant un intérêt faible à modéré pour l'activité de chasse des chiroptères, l'impact de cette consommation d'espaces agricoles peut être considérée comme négligeable pour les populations locales.

En revanche, l'ensemble des infrastructures nécessaires à l'implantation du parc éolien (aménagement des voies d'accès pour le convoi et câblage souterrain) va impliquer la destruction d'éléments arborés favorables à la chasse des chiroptères. Les surfaces et linéaires impliqués sont détaillés dans le tableau 17, ci-dessous.

Tableau 17 : Linéaires de haies et surfaces de milieux boisés et humides impactés par le projet

Eolienne	Longueur de haies à arracher (m)		Longueur de haies à élaguer (m)		Surface de bois à arracher (m ²)		Surface de zones humides impactées (m ²)	
	Convoi	Câble	Convoi	Câble	Convoi	Câble	Convoi	Câble
CP01					72			
CP02		6				62		
CP03								
CP04		6	152		445		93	
CP05								
	12		152		579		93	

Le projet va donc impliquer des impacts sur des terrains de chasse de chiroptères sur :

- un **linéaire de 164 m de haies** (12 m de haies arrachées et 152 m de haies élaguées). Pour ce qui concerne les haies élaguées, l'ensemble des éléments arborés vont être coupés pour permettre le passage du convoi et l'on peut donc considérer que l'impact à court terme sera proche de celui des haies arrachées puisque les résultats de l'état initial ont montré que les haies basses sans éléments arborés étaient beaucoup moins attractives pour les chiroptères que les haies arborées. A plus long terme, les haies élaguées pourront par contre redevenir attractives après quelques dizaines d'années si leur gestion permet le développement de grands arbres.

- une **surface de 579 m² de boisements** arrachés pour le passage du convoi ou des câbles.

- une **surface de 93 m² de zones humides** : même si quelques espèces de chiroptères chassent régulièrement au-dessus de prairies humides, ces habitats n'ont pas un rôle aussi indispensable que les zones arborées dans le cycle de vie des chiroptères. Elles jouent par contre un rôle non négligeable en termes de réservoir de proies puisque de nombreux insectes utilisent les zones humides au moins pour une partie de leur cycle de vie.

L'impact de la destruction de ces linéaires arborés favorables à la chasse et aux déplacements peut être considéré comme assez faible compte tenu du contexte local favorable avec une présence importante de haies arborées, boisements feuillus et zones humides. Des mesures devront néanmoins être mises en œuvre pour leur compensation.

Les linéaires de haies et les surfaces de boisements sont des habitats constituant des gîtes potentiels pour les espèces arboricoles (Noctules, Barbastelle, Murins de petite taille, Oreillards...). Les gîtes de ces espèces peuvent être situés dans des cavités arboricoles diverses (trous de pics, arbres creux, écorces décollées...). Les colonies d'espèces arboricoles utilisent généralement un réseau de plusieurs dizaines de gîtes qu'elles utilisent à différentes périodes de l'année, en changeant régulièrement de cavités pour limiter le parasitisme.

4.2.2 . Mortalité directe en phase chantier

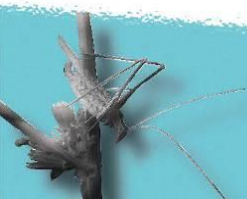
L'abattage d'arbres pendant la phase travaux (suppression de haies arborées) représente un risque de mortalité potentiel dans le cas où des individus occuperaient des cavités arboricoles au moment des travaux. Le risque est particulièrement important en saison de mise bas et d'élevage des jeunes (mai à mi-août) et durant l'hibernation (novembre à février). Il est moindre à l'automne (mi-août à octobre).

4.3 . Impacts en phase d'exploitation

4.3.1 . Mortalité directe par collision ou barotraumatisme

Le risque de mortalité direct par collision ou barotraumatisme est le risque le plus important pour les populations locales de chiroptères. Il est très variable en fonction de l'emplacement de l'éolienne et du contexte paysager plus ou moins attractif pour les chiroptères.

Plusieurs études, réalisées notamment par imagerie thermique, semblent montrer que la chaleur produite par les éoliennes attire des insectes nocturnes volants et joue donc un rôle attractif pour les chiroptères à la recherche de proies, augmentant ainsi le risque de mortalité.



Le tableau 18 détaille les distances de chacune des éoliennes aux éléments attractifs du paysage pour les chiroptères (haies arborées et boisements), analyse le contexte paysager et synthétise les impacts liés à la mortalité potentielle par collision ou barotraumatisme.

Le calcul de la distance entre les éoliennes (bout de pale) et les éléments arborés a été réalisé en prenant en compte la hauteur du mât et la longueur des pales selon la formule suivante :

Distance entre le rotor et la canopée (ou distance en bout de pale) = $\sqrt{[(\text{Hauteur moyeu} - \text{Hauteur canopée la plus proche})^2 + (\text{Distance mât-lisière la plus proche})^2]} - \text{Longueur de pale}$.

La Hauteur de moyeu et la Longueur des pales étant fixes et connues, on peut résumer la formule ainsi : $D_{rc} = \sqrt{[(95 - \text{Hauteur canopée la plus proche})^2 + (\text{Distance mât-lisière la plus proche})^2]} - 55$. L'unité utilisée est le mètre.

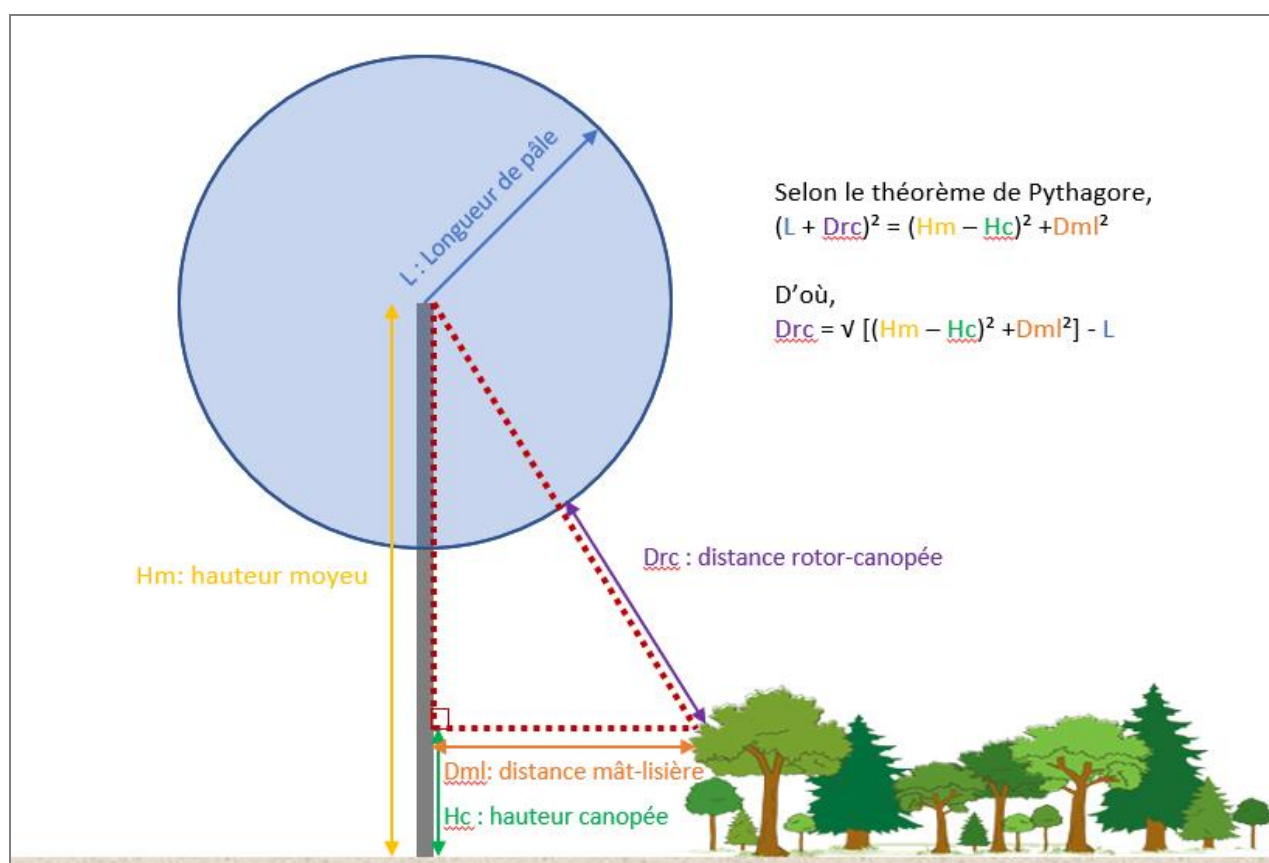


Figure 50 : Schéma explicatif du calcul de distance entre l'extrémité du rotor et la canopée la plus proche.

Tableau 18 : Distance des éoliennes (calculée en bout de pale) aux éléments arborés.

Eolienne	Hauteur de moyeu (en m)	Longueur des pales (en m)	Type de lisière la plus proche	Distance entre le mât et la lisière la plus proche (en m)	Hauteur de la canopée la plus proche (en m)	Distance entre le rotor et la canopée la plus proche (en m)
CP-01	95	55	Haie arborée	50	15	39
CP-02	95	55	Haie arborée	52	15	40
CP-03	95	55	Haie arborée	73	15	53
CP-04	95	55	Haie arborée	40	10	39
CP-05	95	55	Bosquet	18	7	35

Tableau 19 : Distance des éoliennes (calculée en bout de pale) aux éléments arborés, analyse du contexte paysager et des impacts liés à la mortalité potentielle par collision ou barotraumatisme.

Eolienne	Distance entre le rotor et la canopée la plus proche (en m)	Contexte paysager favorable ou non à l'activité de chasse des chiroptères	Impact lié à la mortalité potentielle par collision ou barotraumatisme
CP01	39	Favorable (mosaïque fine d'espaces agricoles, haies arborées et boisements)	Fort
CP02	40	Favorable (mosaïque fine d'espaces agricoles, haies arborées et boisements)	Fort
CP03	53	Peu favorable (grandes parcelles de cultures avec quelques haies déconnectées)	Modéré
CP04	39	Favorable (mosaïque fine d'espaces agricoles, haies arborées, boisements et zones humides)	Fort
CP05	35	Moyennement favorable (grandes parcelles de cultures avec quelques haies et boisements déconnectés)	Modéré

Cette analyse permet de faire ressortir des niveaux d'impacts distincts en fonction des emplacements :

- impact lié à la mortalité potentielle modéré sur 2 éoliennes (CP03 et CP05)
- impact lié à la mortalité potentielle fort sur 3 éoliennes (CP01, CP02 et CP04)

Les mesures de réduction des impacts proposées seront donc différenciées en fonction de ces niveaux d'impact liés au contexte paysager et à la distance des éléments arborés.

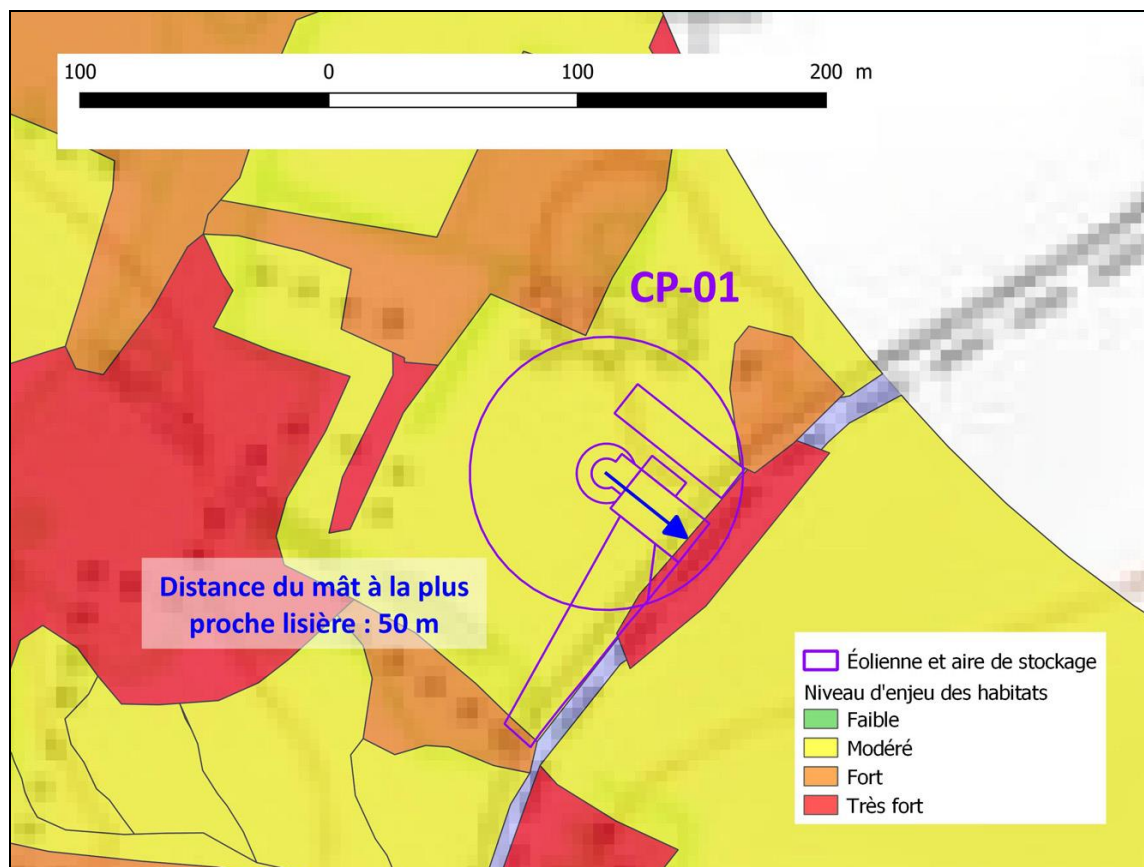


Figure 51 : Situation de l'éolienne CP-01 vis-à-vis de la lisière arborée (haie arborée) la plus proche.

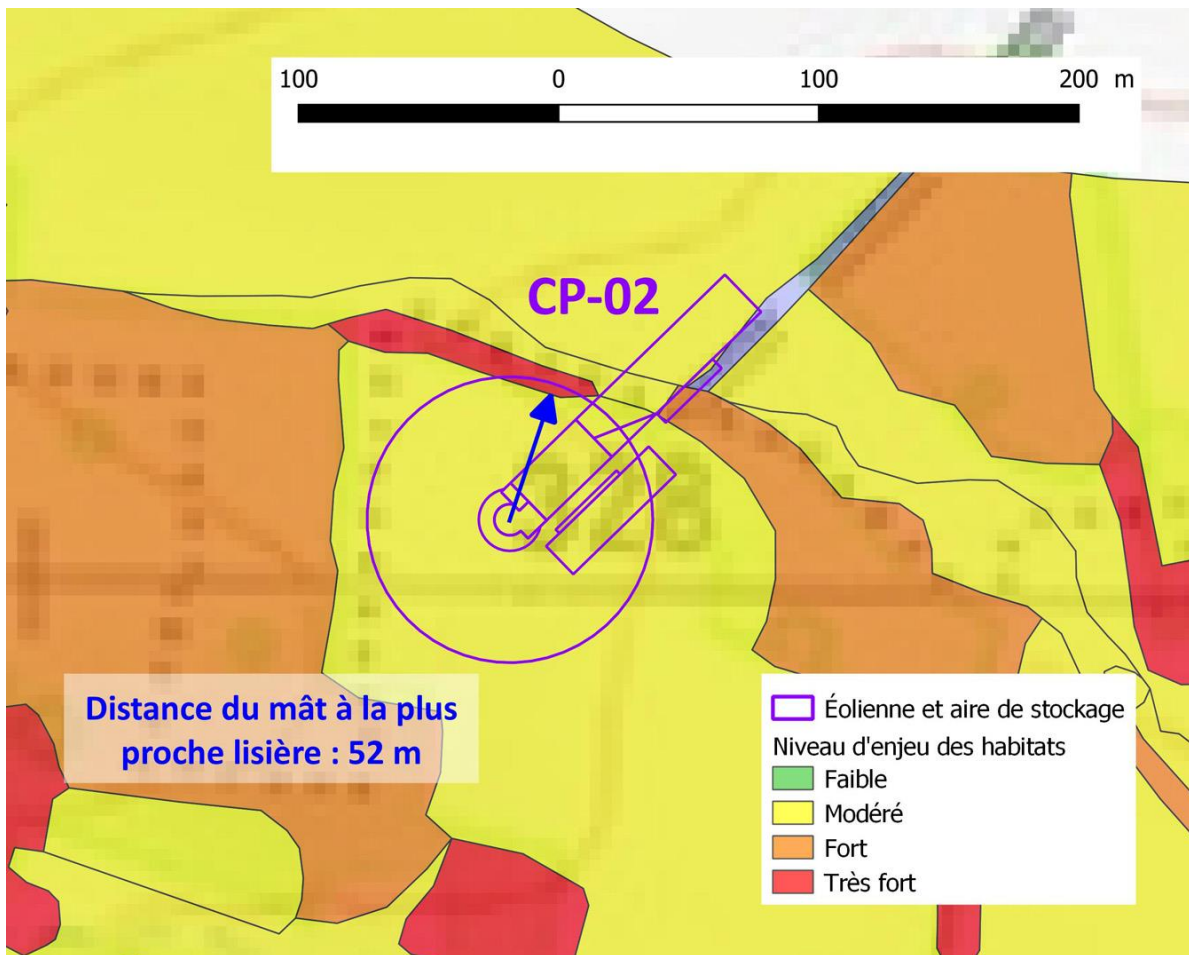


Figure 52 : Situation de l'éolienne CP-02 vis-à-vis de la lisière arborée (haie arborée) la plus proche.

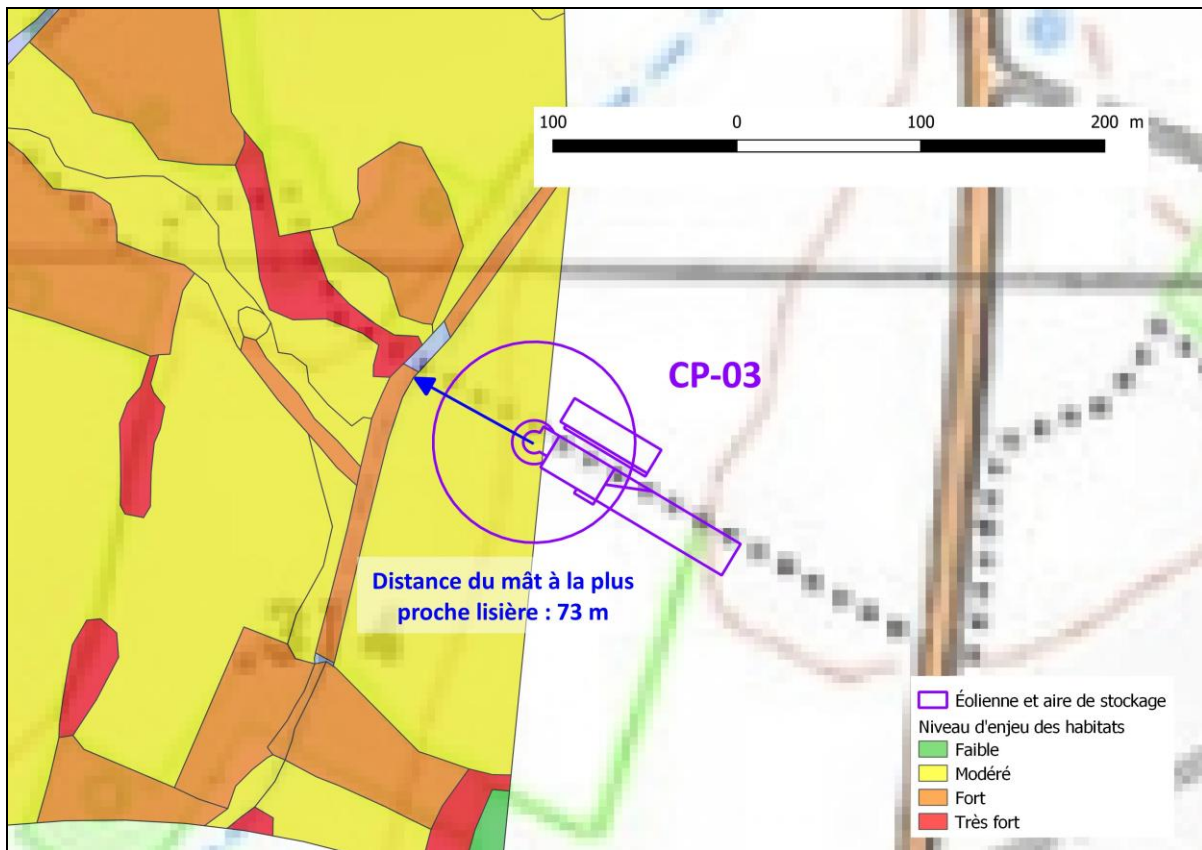


Figure 53 : Situation de l'éolienne CP-03 vis-à-vis de la lisière arborée (haie arborée) la plus proche.

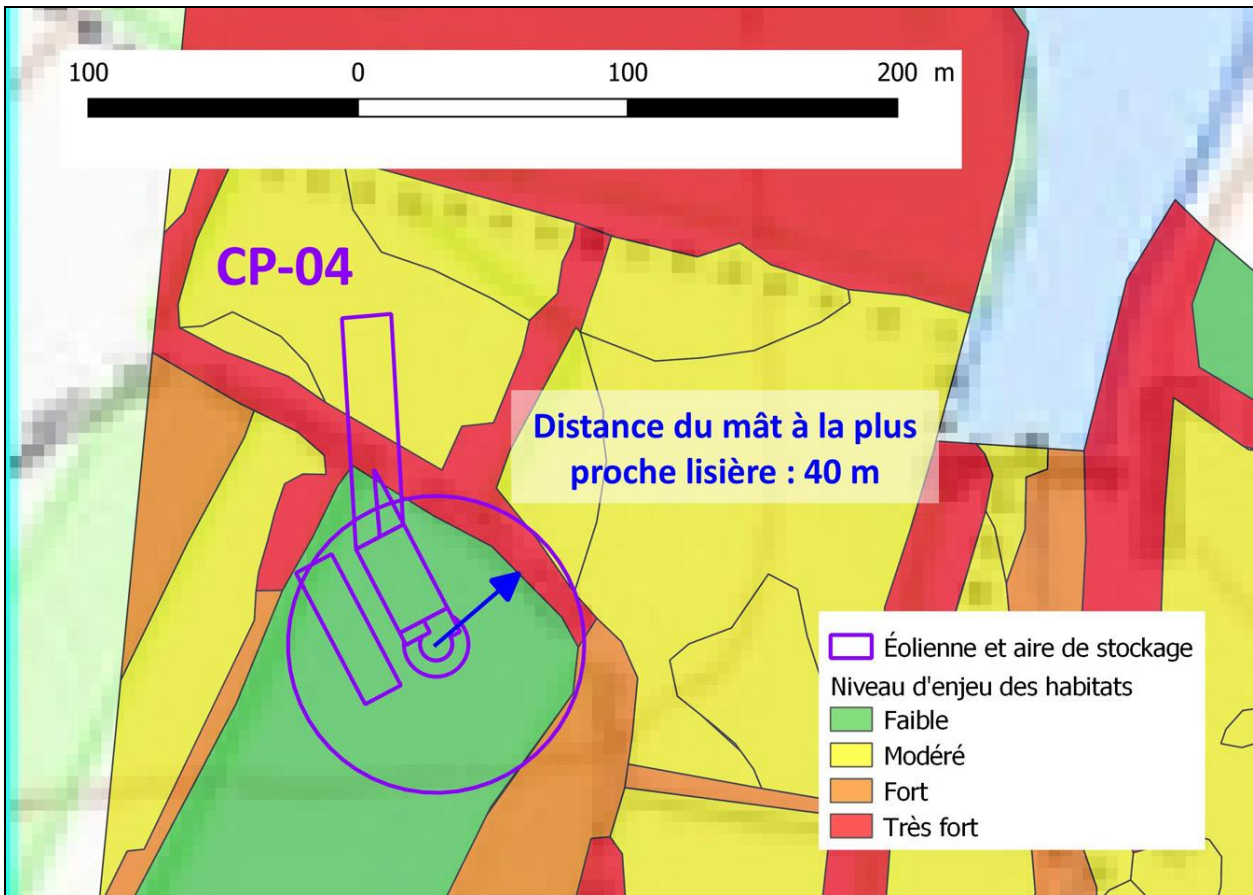


Figure 54 : Situation de l'éolienne CP-04 vis-à-vis de la lisière arborée (haie arborée) la plus proche.

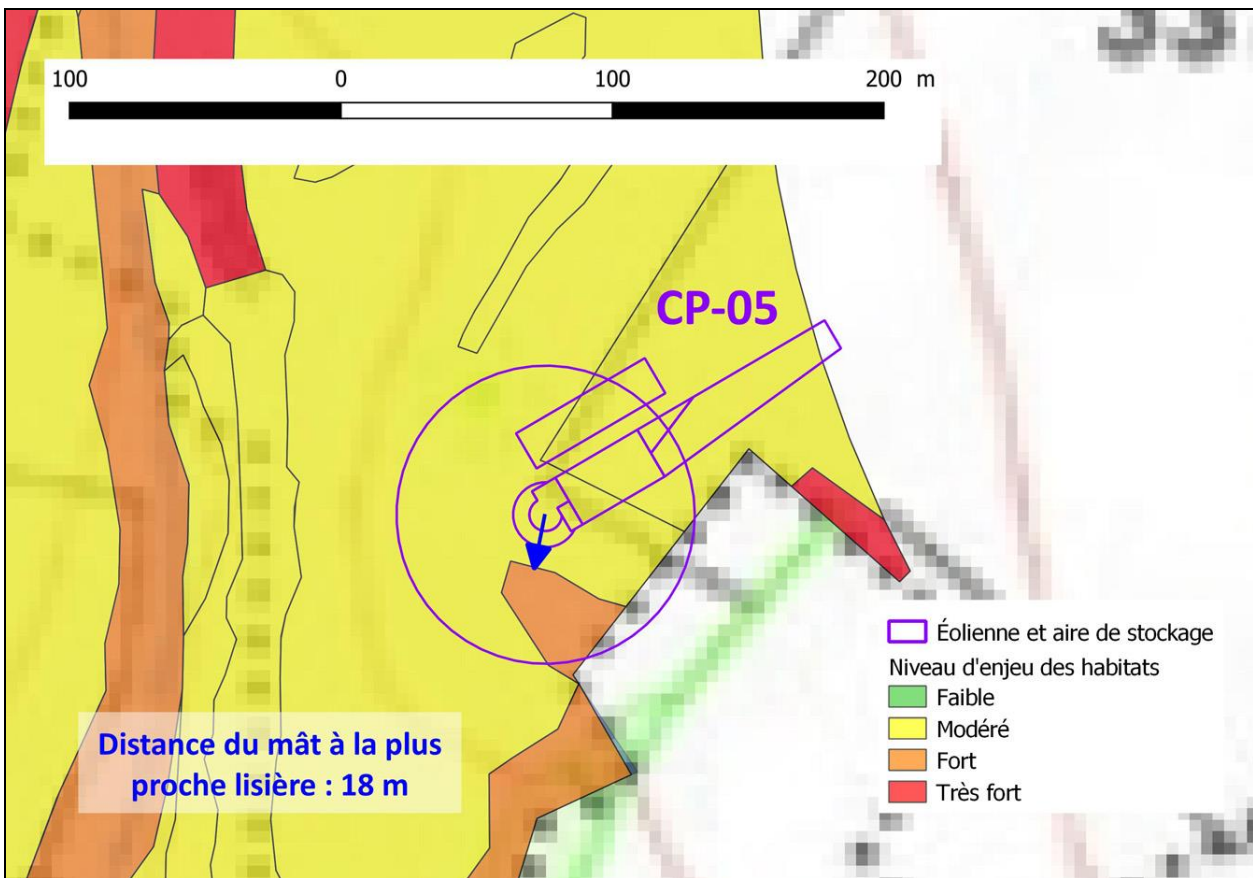


Figure 55 : Situation de l'éolienne CP-05 vis-à-vis de la lisière arborée (bosquet) la plus proche.

4.3.2 . Perte d'attractivité des territoires de chasse

Si les éoliennes semblent jouer un rôle attractif pour les chiroptères dans un rayon réduit (attraction des insectes), une étude récente réalisée par suivi acoustique à différentes distances des parcs éoliens (Barré, 2017) semble montrer que l'activité de chasse est fortement réduite dans un rayon de quelques centaines de mètres autour des éoliennes (54 % d'activité en moins dans un rayon de 1000 m). Cette étude a été menée sur 151 éoliennes sur 29 parcs différents de l'ouest de la France et met en évidence une très probable sous-évaluation des impacts et mesures mises en œuvre jusque-là dans le cadre des projets éoliens. Les causes de cette perte d'attractivité sont encore peu connues mais l'hypothèse d'un impact de la pollution sonore et électromagnétique semble la plus plausible.

Même si ce domaine reste encore peu étudié, il semble avoir été largement sous-estimé jusque-là et son impact se doit d'être pris en compte même s'il est difficilement quantifiable par manque d'études scientifiques précises sur ce sujet.

Le principe de précaution implique également une prise en compte de cette problématique dans la définition des mesures, compte tenu du contexte particulier sur ce site avec la présence d'une importante colonie de reproduction de Grand Murin à proximité immédiate de la zone d'implantation.

4.4 . Impacts cumulés

L'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres installations porte sur les futures installations et infrastructures dont les projets sont connus. Elle a pour but de prendre en compte ces autres installations et d'évaluer d'éventuels effets cumulatifs.

Les projets pris en compte sont ceux situés dans un rayon de 20 km, ce qui correspond au rayon d'action habituel des chiroptères à forte capacité de déplacement (Grand Murin, Noctule de Leisler, Noctule commune) autour de leurs gîtes. Le Minoptère de Schreibers ou la Grande Noctule peuvent dépasser ces distances, mais aucune population reproductrice n'est connue dans ce secteur du Limousin.

La figure 56 indique que de nombreux projets éoliens ont été accordés ou sont en cours d'instruction dans la partie nord du département de la Haute-Vienne.

SEPE Landes des Verrines Etat de l'éolien

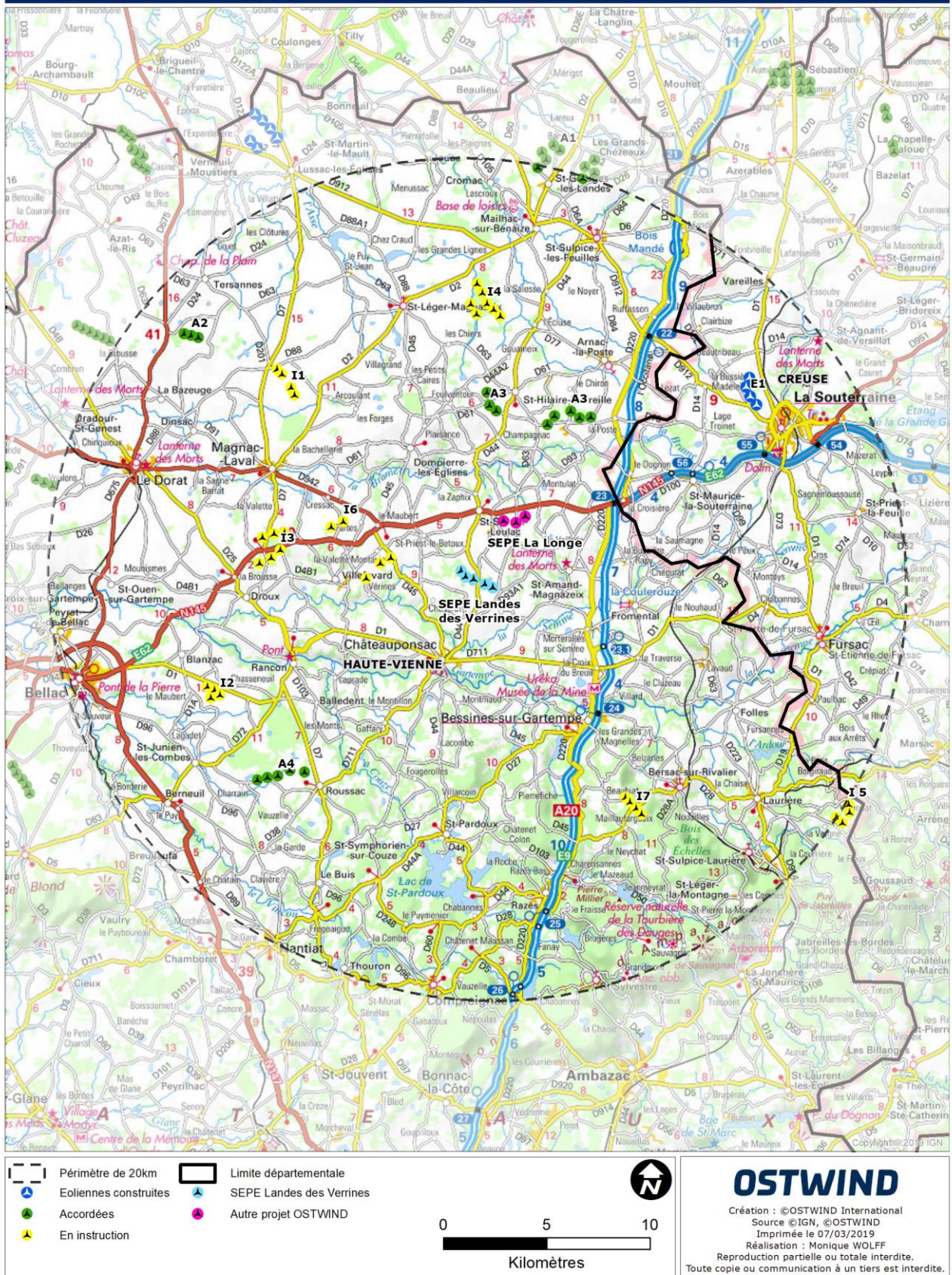


Figure 56 : Etat de l'éolien autour du projet des Landes de Verrines

Tableau 20 : Liste des sites et projets éoliens autour du projet des Landes des Verrines

	N°	Parc	Exploitant	Puissance (MW)	Nombre d'éoliennes	Hauteur en bout de pale (m)	Type
EDIFIES	E1	Parc éolien de La Souterraine (Creuse)	CSO Energy	8	4	138	G97, 90m au moyeu
ACCORDES	A1	Ferme éolienne des Rimalets	Ferme éolienne des Rimalets	21,6	9	178	N117, 120m au moyeu
	A2	SEPE Bel Air (Basse marche)	SEPE Bel Air	6,6	3	145	V100, 95m au moyeu
	A3	Parc éolien des Terres Noires	Ferme éolienne des Terres Noires SAS	17,6	8	180	V110, 125m au moyeu
	A4	Parc éolien de Roussac et St-Junien-les-Combes	Parc éolien de Roussac et St-Junien-les-Combes	16,5	5	182	V126, 115m au moyeu
EN INSTRUCTION	I1	Parc éolien de Magnac-Laval	Energie Haute-Vienne	16,8	4	180	114m au moyeu
	I2	Parc de la Lande	SAS Centrale Eolienne de La Lande	13,6	4	184	127,5m au moyeu
	I3	Parc éolien des portes de Brême Benaize	Eoliennes des portes de Brême Benaize	21,6	6	180	120m au moyeu
	I4	Parc éolien de Mailhac-sur-Benaize	Parc éolien de Mailhac-sur-Benaize	23,1	7	180	117m au moyeu
	I5	Parc Les ailes du Puy du Rio	Quadran - Groupe Direct Energie	12	4	180	SENVION MM126 ?
	I6	Parc éolien du Moulin à Vent	NEOEN	10,5	6	150	V110 / V126
	I7	Parc éolien de Bersac-sur-Rivalier	EDPR France Holding	14,4	4	182	SENVION MM122 ?
		Parc éolien de la Longe	SEPE Landes des Verrines	6,6	3	150	Vestas V110

Ce nombre important de projets sur le territoire est à prendre en compte dans l'analyse des impacts en phase d'exploitation (mortalité directe, perte de territoires de chasse) ainsi que dans la mise en œuvre des mesures compensatoires (majoration des surfaces à compenser pour la prise en compte de ces impacts cumulés).

Les principaux risques d'impacts cumulatifs sont les suivants :

- **La mortalité des espèces migratrices** (Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius essentiellement). En effet ces espèces peuvent parcourir des centaines de kilomètres au cours des vols migratoires et donc traverser de nombreuses zones d'implantation. La multiplication des parcs éoliens sur les routes de vol accroît logiquement le risque de collision (ou de barotraumatisme). Nous remarquons cependant que les espèces migratrices sont assez peu fréquentes sur le site des Landes des Verrines. Par ailleurs, elles apprécient plus particulièrement les zones humides et suivent préférentiellement le réseau hydrographique pour se déplacer. Le flux migratoire de ces espèces se concentre donc probablement le long de la Brame, au nord de la zone étudiée, ou encore le long de la Semme et de la Gartempe, au sud.
- **La perte de territoire de chasse.** Comme signalé précédemment, la présence d'éoliennes peut provoquer une perte d'attractivité des territoires de chasse. Dans le contexte local, ce risque concerne plus particulièrement le Grand Murin du fait de la présence d'une colonie importante. Il existe donc un risque cumulatif lié à la présence de plusieurs projets dans le rayon d'action de cette colonie. Cela concerne principalement les projets situés dans un rayon de 5 à 10 km autour de Saint-Sornin-Leulac, zone la plus proche de la colonie : projet des Terres Noires (proche des territoires de chasse identifiés par le GMHL), celui de La Longe et celui des Landes des Verrines. Même si chacun n'affectera que très faiblement les territoires de la colonie, l'impact conjugué des différents projets ne sera sans doute pas négligeable.

- **La mortalité des espèces reproductrices locales.** Le risque concerne là encore essentiellement le Grand Murin du fait de l'importante colonie installée à Saint-Sornin-Leulac et de l'important rayon d'action de l'espèce. A l'échelle de chacun des sites, le risque est très faible, car le Grand Murin chasse essentiellement près du sol. Il n'est cependant pas nul, car occasionnellement, en phase de transit, ce chiroptère peut évoluer en altitude, à hauteur de pale. C'est pourquoi la multiplication des projets en périphérie de la colonie peut, à terme, présenter un risque de mortalité non négligeable.

Le seul parc édifié à ce jour se situe près de la Souterraine, soit à plus de 10 km à l'ouest du projet des Landes des Verrines. De plus l'autoroute A20 s'intercale dans un axe nord-sud entre ces deux projets. Cela limite la continuité écologique entre les territoires de chasse et donc les possibles interactions. Au regard de la distance et de la présence de l'autoroute, on peut considérer qu'il n'y a pas, ou très peu, d'interactions entre les populations de chiroptères de ce site et de celles des Landes des Verrines, à l'exception toutefois du cas particulier des espèces migratrices.

Les impacts cumulés les plus évidents découleront :

- Du projet de La Longes, du fait de sa proximité, d'une part avec le projet des Landes des Verrines (3 km) et d'autre part avec la colonie de Saint-Sornin-Leulac (1,3 km), qui constitue le plus fort enjeu chiroptérologique local.
- Du projet des Terres Noires, du fait de sa situation près de territoire de chasse de la colonie de Grand Murin de Saint-Sornin-Leulac (d'après les études menées par le GMHL).

4.5 . Scénario de référence : évolution du milieu sans l'installation d'éoliennes

La pérennité des populations de chiroptères dans le contexte bocager du nord de la Haute-Vienne est étroitement liée à l'évolution des pratiques agricoles. L'intensification rapide de ces pratiques à partir des années 1960 (agrandissement de la taille des exploitations, mécanisation, remembrement, généralisation de l'usage des pesticides et produits antiparasitaires...) a eu un impact très négatif sur la biodiversité agricole en général (diminution importante des populations de nombreuses espèces d'oiseaux, chiroptères et autres vertébrés, souvent en lien avec un effondrement de la biomasse en insectes).

Le bocage du nord de la Haute-Vienne a été relativement préservé par rapport à certaines régions de plaines céréalières et les évolutions agricoles négatives y sont plus récentes. Les populations de chiroptères y sont donc encore assez importantes malgré des modifications de milieux encore en cours.

Même si des évolutions réglementaires récentes sont censées permettre de limiter un peu cette érosion de la biodiversité des milieux agricoles (éco-conditionnalité des aides PAC notamment), la tendance est encore à l'arrachage de haies et au retournement des prairies permanentes pour les convertir en cultures annuelles (développement important de la culture de maïs notamment, gros consommateur en eau et intrants chimiques).

Il n'est pas impossible que la forte prise de conscience actuelle de l'opinion publique sur les effets négatifs des pratiques agricoles intensives influe sur les décisions politiques en faveur d'une réglementation plus contraignante qui permette de stopper cette érosion massive de la biodiversité agricole. Mais, même dans cette éventualité, les effets négatifs à longs termes (arrachage des haies, rémanence des produits phytosanitaires et antiparasitaires dans les chaînes alimentaires...) vont continuer à fragiliser les populations de chiroptères.

L'évolution des pratiques forestières constitue également un enjeu de conservation important et une augmentation des prélèvements pourrait s'avérer défavorable (cycles de récolte plus courts avec taillis à courte révolution pour production de biomasse par exemple). A l'inverse, une prise de conscience de l'intérêt économique et écologique d'une gestion forestière durable en futaie irrégulière avec coupe pied par pied aurait un impact positif sur les cortèges d'espèces forestières.

Un autre élément jouant un rôle non négligeable dans le maintien des espèces anthropophiles (pipistrelles, sérotine, rhinolophes...) est lié à l'évolution du bâti et notamment à la rénovation du bâti ancien qui bien souvent ne permet plus aux chiroptères de gîter sous les toitures, dans les combles ou des linteaux.

L'évolution du milieu sans l'installation d'éoliennes est donc globalement défavorable aux populations de chiroptères qui ont connu un fort déclin ces dernières décennies. L'évolution de ces différents paramètres dans les années à venir est difficilement prévisible, puisque très liée à des choix politiques, mais le contexte est globalement peu favorable à un inversement de la situation actuelle.

Le développement récent de parcs éoliens dans cette partie de la région intervient donc dans un contexte global de réduction des populations de chiroptères en lien avec les pratiques agricoles. La réduction des impacts et les suivis post-implantation sont donc des éléments essentiels pour ne pas impacter plus encore des populations déjà fragilisées par un contexte global assez défavorable.

4.6 . Synthèse des impacts

Tableau 21 : Synthèse des impacts

Type d'impact		Niveau d'impact avant mesures	Détail des impacts
Phase chantier	Destruction de gîtes arboricoles ou terrain de chasse	Faible	Impacts sur 12 m de haies, 579 m ² de boisements et 93 m ² de zones humides
	Mortalité directe pendant la phase travaux	Faible	Présence potentielle d'individus dans des cavités arboricoles lors de l'abattage des haies
Phase d'exploitation	Mortalité directe par collision ou barotraumatisme	Fort à modéré selon les éoliennes	Contexte paysager plus ou moins favorable à la chasse des chiroptères, distance aux haies et boisements inférieure à 200 m
	Perte d'attractivité des territoires de chasse	Impossible à quantifier précisément par manque d'études scientifiques mais sans doute non négligeable vu le contexte local	Territoire particulièrement attractif pour les chiroptères (maillage bocager, boisements feuillus, zones humides...) et faisant l'objet de nombreux projets éoliens en développement Présence d'une importante colonie de grands murins à proximité immédiate.

5 . Mesures d'Évitement, de Réduction et de Compensation

5.1 . Rappels sur la doctrine ERC

L'État a mis en place un certain nombre de documents permettant d'appliquer et de faciliter la mise en place de la séquence « Éviter Réduire et Compenser » (ERC), où il est notamment rappelé que, pour ne citer que quelques extraits :

« Les atteintes aux enjeux majeurs doivent être, en premier lieu, évitées. L'évitement est la seule solution qui permet de s'assurer de la non-dégradation du milieu par le projet. [...]

Au sein de la séquence « éviter, réduire, compenser », la réduction intervient dans un second temps, dès lors que les impacts négatifs sur l'environnement n'ont pu être pleinement évités [...]

Enfin, si des impacts négatifs résiduels significatifs demeurent, il s'agit, pour autant que le projet puisse être approuvé ou autorisé, d'envisager la façon la plus appropriée d'assurer la compensation de ses impacts. »

Dans le cadre de l'éolien, il convient de respecter la doctrine ERC, et notamment la hiérarchisation d'application des mesures. Ainsi, par exemple, les mesures d'évitement consistant à déplacer ou abandonner l'implantation d'une éolienne à impact potentiel élevé doivent être privilégiées par rapport à des mesures de réduction (régulation des machines notamment).

L'efficacité des mesures retenues doit ensuite être mesurée dans le cadre des suivis. Elles devront être réajustées le cas échéant par des mesures correctrices si des impacts négatifs importants et imprévus sont détectés.

Les mesures préconisées ci-dessous suivent les recommandations d'EUROBATS (2015) tout en ayant été adaptées aux spécificités du projet des Landes des Verrines.

5.2 . Mesures d'évitement

5.2.1 . Évitement de la destruction d'habitats de chasse ou de gîtes en phase chantier

Plusieurs variantes d'implantation (cf. 4.1) ont été étudiées afin de choisir la moins impactante. De nombreuses contraintes ont été prises en compte dans cette analyse de variantes et un compromis a dû être trouvé pour satisfaire le moindre impact sur les différentes thématiques liées au patrimoine naturel, au paysage, à l'environnement sonore et bien sûr aux contraintes réglementaires.

Plusieurs modifications entreprises depuis le projet initial (variante A) permettent d'éviter les emplacements les plus risqués :

- Abandon de la ligne de 3 éoliennes initialement prévue près de la frange sud, dans le secteur le plus densément boisé (cas de la variante A) ;
- A partir de la variante D1, suppression de l'éolienne la plus occidentale qui était située dans une parcelle boisée. Cela permet d'obtenir la variante D2, moins impactante ;
- A partir de la variante D2, déplacement de deux éoliennes (CP01 et CP04) pour les écarter d'habitats à enjeu très fort (lisière de bois et haie arborée).

En définitive, les 5 éoliennes du projet sont placées dans des espaces ouverts à enjeu faible à modéré (cf. figure 49, p. 68), même si toutes sont situées à moins de 200 m des lisières arborées les plus proches.

La localisation des pistes d'accès pour le convoi a été définie en prenant en compte un impact minimal sur les milieux naturels favorables à l'activité de chasse des chiroptères. La création de ces pistes impliquera tout de même des impacts sur des terrains de chasse de chiroptères, sur un linéaire de 12 m de haies ainsi que sur des surfaces de 579 m² de boisements et 93 m² de zones humides

Ces impacts résiduels feront donc l'objet de mesures de compensation (voir chapitre 5.4).

5.2.2 . Évitement de la mortalité directe en phase chantier

Les impacts de la mortalité directe lors de l'abattage des arbres en phase chantier peuvent être évités en suivant certaines préconisations :

- faire réaliser un diagnostic préalable par un écologue pour identifier les arbres à cavités constituant des gîtes potentiels pour les chiroptères.

- les arbres identifiés devront être abattus en présence d'un écologue et en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter la mortalité en cas de présence de chiroptères (à adapter au cas par cas en fonction du contexte et des préconisations de l'écologue présent sur place).

- choisir la période de travaux la moins impactante pour les chiroptères et notamment éviter la période d'élevage des jeunes (juin à août) ainsi que le cœur de l'hiver (décembre à février) pendant lequel les chiroptères sont en hypothermie. La période automnale (septembre à novembre) est *a priori* la plus adaptée pour limiter le risque de mortalité directe. C'est donc celle qui sera retenue par défaut. Les travaux peuvent éventuellement démarrer en dehors de cette période, mais uniquement sous réserve de l'accord préalable et du respect des préconisations d'un expert écologique.

5.2.3 . En phase d'exploitation : modification de l'implantation d'éoliennes pour éviter les zones les plus attractives pour les chiroptères

Une distance de sécurité minimum de 200 m par rapport aux éléments arborés est préconisée par EUROBATS (2015) pour limiter au maximum les impacts en phase d'exploitation. Cette distance est difficilement applicable sur le site de La Longe compte tenu du contexte paysager bocager puisque pratiquement aucun point de la zone d'étude ne peut être situé à plus de 200 m en bout de pale d'éléments arborés (secteur bleu de la figure suivante).

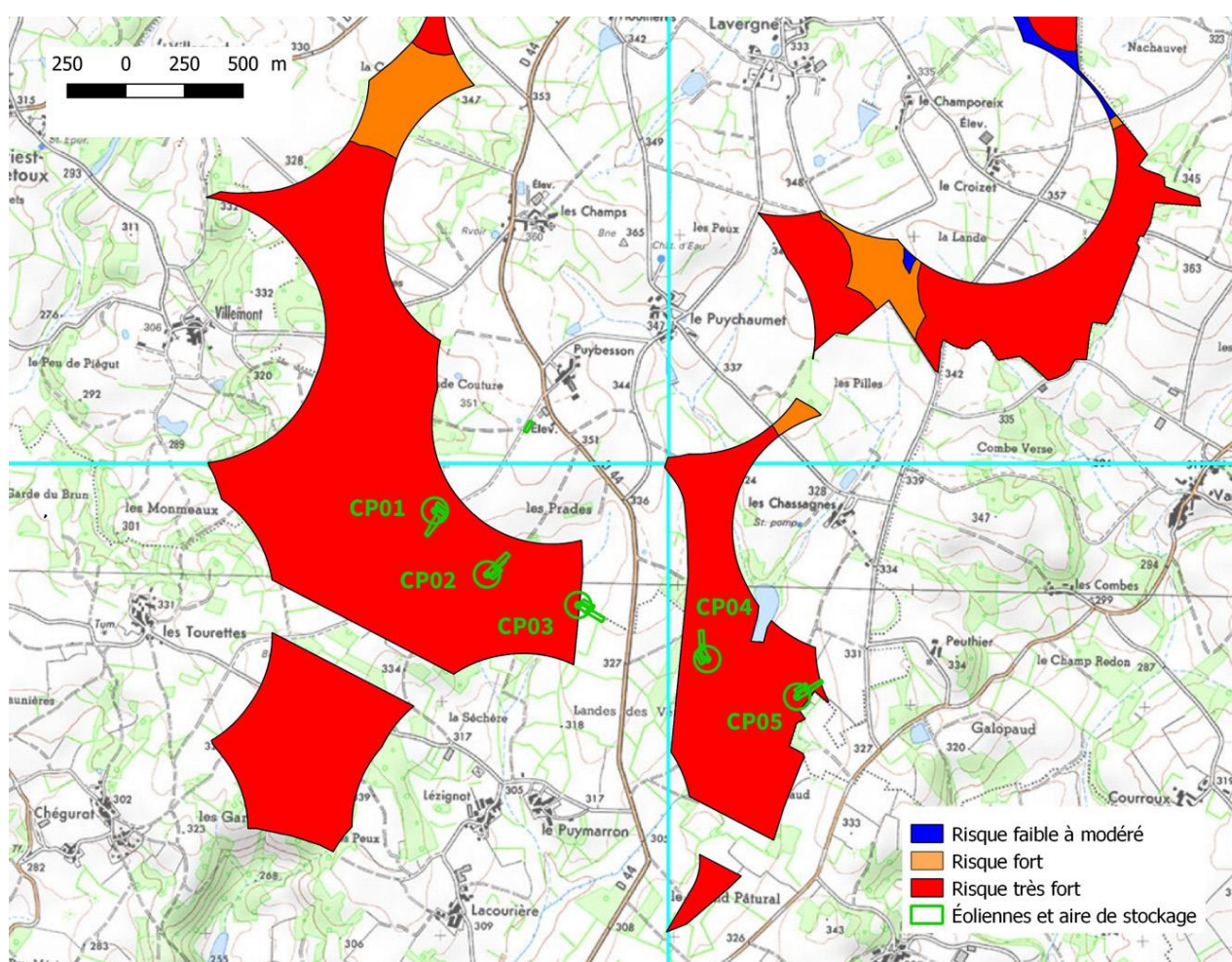


Figure 57 : Localisation des éoliennes et niveau de risque selon les recommandations d'Eurobats

L'implantation d'une éolienne a tout de même été déplacée, pour l'éloigner des boisements : la CP01, initialement implantée dans une parcelle boisée, qui a été déplacée dans une parcelle cultivée, à 57 m en bout de pale de la lisière forestière.

5.2.4 . Impacts après mesures d'évitement

Les sites d'implantation retenus pour les cinq éoliennes étant situés en dehors des espaces boisés et dans des habitats à enjeux faibles (CP-04) ou modérés (CP-01, CP-02, CP-03, CP-05), le risque de mortalité en phase d'implantation et l'impact sur les habitats de chasse seront modérés.

En revanche, la prise en compte des contraintes paysagères (dense maillage bocager), acoustiques et réglementaires ne permet pas de s'éloigner suffisamment des lisières arborées et de respecter la distance de 200 m préconisée par Eurobats.

Dans la mesure où le site ne permet pas le respect des préconisations Eurobats, et donc d'éviter les risques en phase de fonctionnement, l'objectif est d'éviter les habitats présentant des risques très forts à forts (évitement en phase chantier), ce qui se révèle s'avère dans le choix de la variante retenue.

Des impacts résiduels forts sont donc attendus pour l'ensemble du parc et feront donc l'objet de mesures de réduction (voir chapitre 5.3).

5.3 . Mesures de réduction

5.3.1 . Réduction de la mortalité par bridage des éoliennes

L'activité des chauves-souris est significativement corrélée avec la vitesse du vent et d'autres variables météorologiques telles que la température, l'humidité relative, la pluie et le brouillard. Une proportion importante des mortalités se produit lorsque la vitesse du vent est relativement faible et que la température est élevée. Il est alors possible de réduire la mortalité en réduisant le fonctionnement des éoliennes :

- par la mise en place d'un dispositif de bridage permettant leur arrêt lors des conditions climatiques les plus favorables aux chiroptères,
- par l'augmentation de la vitesse de démarrage des éoliennes après une période d'arrêt.

Il s'agit actuellement des mesures de réduction les plus efficaces, qui induisent généralement une perte de rendement assez faible pour les producteurs d'énergie.

Certains modèles d'éoliennes tournent librement à de très faibles vitesses de vent alors que ces conditions ne permettent pas la production d'énergie. Or ces conditions peuvent encore causer de nombreuses mortalités de chauves-souris. La mise en drapeau ou le blocage du rotor doivent donc être mis en œuvre de façon automatique pour toutes les éoliennes pour les très faibles vitesses de vent et ce, jusqu'au seuil nécessaire à la machine en question (selon le modèle et le dimensionnement) pour commencer à produire de l'électricité.

Les seuils pour limiter le fonctionnement des éoliennes en fonction de la vitesse du vent et de la température ont été déterminés grâce aux résultats obtenus lors de l'étude d'impact. Le bridage a également été adapté en fonction du niveau d'impact potentiel sur chacune des éoliennes (voir chapitre 4.3.1).

Le tableau 22 synthétise les conditions de bridage définies pour réduire la mortalité directe par collision ou barotraumatisme. Ce bridage ne sera pas appliqué en cas de pluie.

Tableau 22 : Caractéristiques du bridage des éoliennes

Caractéristiques de bridage	Éoliennes à impact potentiel fort (CP01, CP02 et CP04)	Éoliennes à impact potentiel modéré (CP03 et CP05)
Période annuelle	Du 15 mars au 15 novembre	
Période quotidienne	De 25 min après le coucher du soleil à 60 min avant le lever du soleil	A partir de 25 minutes après l'heure légale de coucher du soleil et durant les 5h qui suivent
Température	Supérieure à 9°C	
Vitesse de vent à hauteur du moyeu	Inférieure à 5 m/s	Inférieure à 6 m/s

Le choix de la période quotidienne d'application du bridage s'appuie sur l'écologie des chiroptères et les observations réalisées sur le site :

- Les chiroptères sont plus actifs sur leurs territoires de chasse lors de la première moitié de nuit (5 premières heures environ),
- Les chiroptères sont très peu actifs lors des 25 premières et 60 dernières minutes de la nuit, ce qui s'explique en partie par l'écart qui existe entre les heures légales de coucher et lever de soleil et l'obscurité réelle (crépuscule et aurore). D'après les écoutes menées en altitude, seuls 4 contacts (soit à peine 1 %) sont enregistrés au crépuscule, lors des premières 25 minutes de nuit. Au cours de la dernière heure de nuit, seuls 2 contacts sont enregistrés, soit environ 0,5 % du total.

Contrairement aux impacts sur les habitats, qui peuvent être compensés par la protection ou la restauration d'habitats hors-site, compenser la mortalité est difficile voire impossible (EUROBATS, 2015). Les effets à long terme de la mortalité sur les populations de chauves-souris sont encore mal évalués. Le développement d'une compensation adéquate et mesurable n'est donc pas possible vis-à-vis des populations. La mortalité doit donc être évitée ou atténuée autant que possible. Un suivi des impacts est donc prévu en phase d'exploitation, appliquant les recommandations d'EUROBATS (2015) et de la SFEPM (2015), pour corriger les seuils s'ils sont insuffisants. Ce suivi sera réalisé, dès la première année de fonctionnement, par un écologue spécialiste des chiroptères. En fonction des résultats (mortalité importante), les limites de bridage seront immédiatement corrigées.

5.3.2 . Réduction des phénomènes d'attraction

La réduction des phénomènes d'attraction des infrastructures est une mesure qui doit figurer dans tous les projets éoliens développés en France :

- les nacelles doivent être conçues, construites et entretenues de manière à ce que les chauves-souris ne puissent y gîter (tous les interstices doivent être inaccessibles aux chauves-souris) ;
- les environs immédiats de l'éolienne (plateforme, parking, etc.) doivent être gérés et entretenus de manière à ne pas créer un nouvel habitat attractif pour les chauves-souris ;
- un éclairage qui n'attire pas les insectes, et l'utilisation d'un éclairage seulement quand nécessaire, sauf s'il est obligatoire pour des raisons de sécurité ;
- les plantations d'arbustes ou d'arbres ne doivent pas être autorisées comme mesures de compensation à proximité directe des éoliennes (moins de 200 m).

5.3.3 . Synthèse des impacts résiduels après mises en œuvre de mesures de suppression et de réduction

Tableau 23 : Synthèse des impacts résiduels après mises en œuvre de mesures de suppression et de réduction

Type d'impact		Niveau d'impact avant mesures	Niveau d'impact après mesures de suppression et de réduction	Détail sur les impacts résiduels
Phase chantier	Destruction de gîtes arboricoles ou terrain de chasse	Faible	Faible	Mesures compensatoires à mettre en œuvre
	Mortalité directe pendant la phase travaux	Faible	Négligeable	
Phase d'exploitation	Mortalité directe par collision ou barotraumatisme	Fort à modéré selon les éoliennes	Faible	Mesures de suivi nécessaires pour vérifier le niveau d'impact réel et ajuster les mesures de réduction si besoin
	Perte d'attractivité des territoires de chasse	Non évaluable	Non évaluable	Majoration des mesures compensatoires par principe de précaution compte tenu du contexte local

Les niveaux d'impacts résiduels après application des mesures de suppression ou de réduction sont donc négligeables à faibles et ne nécessitent pas la réalisation d'un dossier de demande de dérogation pour destruction d'espèce protégée.

5.4 . Mesures de compensation

Les mesures de compensation d'impact sur les habitats sont définies par le cabinet Ectare dans le cadre global de l'ensemble des impacts du projet sur le patrimoine naturel.

5.5 . Suivis

5.5.1 . Suivi de mortalité

La mise en œuvre d'un suivi de mortalité est complémentaire des mesures de réduction des impacts (bridage des éoliennes) et permet de mesurer l'impact résiduel et d'ajuster les mesures de réduction. Ce suivi sera réalisé selon la méthodologie définie par le Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révisé en 2018).

La transposition de ce protocole au contexte du projet de la Longe fait ressortir les éléments suivants :

- Début du suivi : immédiatement après la mise en service du parc éolien si celle-ci a lieu entre mi-mai et fin octobre. Dans le cas contraire, le suivi débutera le 15 mai suivant la mise en service.
- Nombre de passages : minimum de 20 prospections réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-mai à octobre) sur l'ensemble des éoliennes

- Surface-échantillon à prospecter : un carré de 100 m de côté (ou deux fois la longueur des pales pour les éoliennes présentant des pales de longueur supérieure à 50 m) ou un cercle de rayon égal à la longueur des pales avec un minimum de 50 m.
- Mode de recherche : transects à pied espacés d'une distance dépendante du couvert végétal (de 5 à 10 m en fonction du terrain et de la végétation). Cette distance devra être mesurée et tracée. Les surfaces prospectées feront l'objet d'une typologie préalable des secteurs homogènes de végétation et d'une cartographie des habitats selon la typologie Corine Land Cover ou Eunis. L'évolution de la taille de végétation sera alors prise en compte tout au long du suivi et intégrée aux calculs de mortalité (distinction de l'efficacité de recherche et de la persistance des cadavres en fonction des différents types de végétation). Les recherches seront à débiter dès le lever du jour.
- En zone forestière : ne prospecter que les zones à ciel ouvert. Le reste de la surface échantillon devra faire l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique.
- Temps de recherche : entre 30 et 45 minutes par turbine (durée indicative qui pourra être réduite pour les éoliennes concernées par des zones non prospectables (boisements, cultures...), ou augmentée pour les éoliennes équipées de pales de longueur supérieure à 50 m).
- Tests permettant de valider et analyser les résultats du suivi : test d'efficacité du chercheur et test de persistance des cadavres (voir protocoles en annexe 1).
- Reconduction du suivi : si le suivi conclut à l'absence d'impact significatif sur les chiroptères, alors le prochain suivi sera effectué dans les 10 ans, conformément à l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011. S'il met en évidence un impact significatif sur les chiroptères, alors des mesures correctives seront mises en place et un nouveau suivi sera réalisé l'année suivante pour s'assurer de leur efficacité. L'analyse des résultats du suivi de mortalité, ainsi que l'éventuelle révision des modalités de bridage seront conduites en étroite collaboration avec un écologue disposant d'une bonne connaissance des chiroptères.

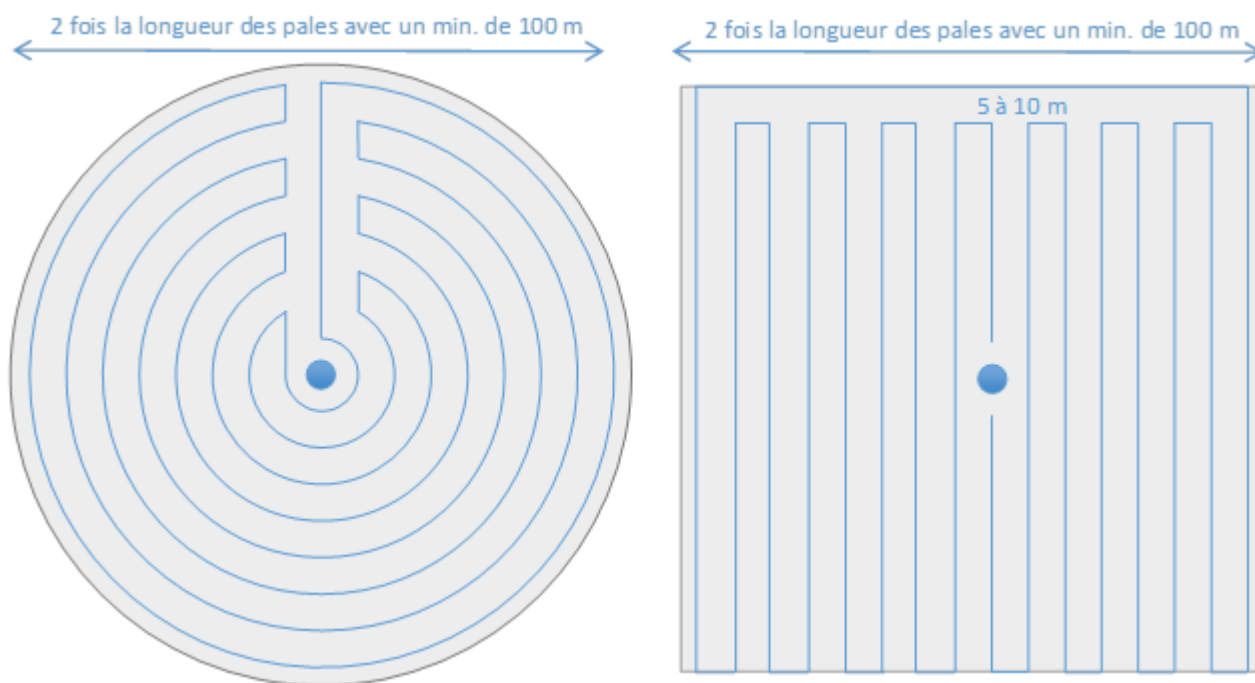


Figure 58 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m)

5.5.2 . Suivi des gîtes

Cette mesure consiste en une identification et un dénombrement régulier des chauves-souris qui occupent une sélection de gîtes d'hibernation et de reproduction proches du projet. Les résultats viendront compléter le suivi de mortalité et permettront d'apprécier l'évolution des populations reproductrices et du peuplement hivernant local. Les résultats aideront à apprécier les niveaux d'impacts réels et, si nécessaire, à corriger les mesures de réduction mises en place.

Les 5 sites visés sont potentiellement les plus exposés puisqu'ils sont à la fois proches des parcs éoliens (moins de 10 km) et qu'ils abritent des espèces susceptibles d'être impactées par les éoliennes. Sont ainsi concernés :

- 2 gîtes de mise-bas :
 - La colonie de Grand Murin de l'Église de Saint-Sornin-Leulac ;
 - La colonie de Barbastelle d'Europe, au lieu-dit les Champs, à Saint-Sornin-Leulac.
- 3 gîtes d'hibernation :
 - Le Trou aux Fées à Chateauponsac. Situé à moins de 3 km des parcs éoliens, il abrite 6 à 7 espèces, dont le Grand Murin ;
 - Le site de Vauguenige à Saint-Pardoux. Situé à moins de 10 km, ce site accueille une très forte diversité spécifique (10 à 12 espèces) et des effectifs importants de certaines espèces, dont le Grand Murin (une vingtaine d'individus) ;
 - La Mine à Rancon. Situé à moins de 10 km ce site accueille une très forte diversité spécifique (9 à 11 espèces) et des effectifs importants de certaines espèces, dont le Grand Murin (une dizaine d'individus).

En amont des interventions, le Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (GMHL), responsable du Plan Régional d'Action Chiroptères en Limousin, sera consulté afin de s'assurer qu'aucune visite des sites n'est déjà prévue. Cette précaution permettra d'éviter tout dérangement superflu, susceptible de nuire aux chiroptères.

Le recensement des sites de mise-bas et d'hibernation s'appuiera sur une unique visite de chacun des sites (moindre dérangement) ; les premiers seront inventoriés entre mi-décembre et mi-février, les seconds entre mi-mai et mi-juin. Ces inventaires nécessiteront 2 demi-journées. La visite des gîtes et le dénombrement des occupants seront conduits chaque année lors des 3 premières années d'exploitation, puis tous les 5 ans.

5.5.3 . Suivi acoustique en altitude

Un enregistrement de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle en continu sera mis en œuvre pendant toute la durée du suivi de mortalité sur les éoliennes CP02 et CP04 (impacts potentiels les plus importants).

Un exemple de mise en œuvre du suivi d'activité des chiroptères en continu et en hauteur (matériel à utiliser, paramétrage, choix des unités de mesures est donné en annexe 2).

5.6 . Analyse des incidences sur les périmètres Natura 2000

Le projet éolien des Landes des Verrines est situé à proximité du site Natura 2000 de la Vallée de la Gartempe sur l'ensemble de son cours et de ses affluents. Cette zone de 3 562 hectares, a été désignée comme Zone Spéciale de Conservation (ZSC) par arrêté de création le 13 avril 2007. Ce site traverse le nord de la Haute-Vienne (30 communes concernées) ainsi qu'une partie de la Creuse (23 communes). Il comprend la vallée de la Gartempe de ses sources jusqu'au département de la Vienne, ainsi que certains de ses affluents : Brame, Glayeule, Ardour et Rivalier notamment.

Ce site inclut également l'église de Saint-Sornin-Leulac, constituant un gîte important de

Grand Murin, chiroptère inscrit en annexe 2 de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore. Cette église est située à une distance de 4,4 km pour l'éolienne CP01 (la plus proche). La vallée de la Gartempe est quant à elle située à une distance de 5,5 km pour l'éolienne CP05.

Dans un rayon de 20 km autour du projet, trois autres sites Natura 2000 sont relevés : "Etangs du Nord de la Haute-Vienne" (à 15 km), "Mines de Chabannes et souterrains des Monts d'Ambazac" (à 17 km) et "Tourbières de la source du ruisseau des Dauges" (à 19 km).

On retrouve sept espèces inscrites en annexe 2 de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore dans les 20 km autour du projet. Parmi elles, quatre ont également été recensées sur la zone d'étude : la Barbastelle d'Europe, le Petit rhinolophe, le Grand murin et le Murin de Bechstein. Ces quatre espèces fréquentent la Zone Spéciale de Conservation en hiver (hibernation) et/ou en été (reproduction). Les capacités de déplacement entre gîtes et terrains de chasse pour ces espèces sont comprises entre 2 et 5 km pour les espèces à faible rayon de dispersion (Petit Rhinolophe, Murin de Bechstein, Barbastelle d'Europe) et jusqu'à 25 km pour le Grand Murin. Les populations de ces espèces présentes sur la ZSC sont donc susceptibles de fréquenter le site des Landes des Verrines.

Leur activité sur le site est importante pour la Barbastelle (17,2 contacts pondérés par heure) et beaucoup plus faible pour les 3 autres espèces (3,3 contacts pondérés / h pour le Grand Murin, 2,0 pour le Petit Rhinolophe et 1,0 pour le Murin de Bechstein).

Du fait de leur comportement de chasse, ces espèces ont une sensibilité à la mortalité directe sur les parcs éoliens faible (pour la Barbastelle) à très faible (pour les autres espèces).

En croisant les niveaux d'activité et la sensibilité, le risque de mortalité directe (voir tableau 15 page 50) est considéré comme :

- **moyen pour la Barbastelle** qui présente une activité importante sur le site (près de 10 % de l'activité pondérée).

- **moyen pour le Grand Murin** du fait de la présence d'une importante colonie à proximité immédiate de la zone d'implantation.

- **faible pour les autres espèces.**

En juin 2018, 4 femelles de Grand Murin, issues de la colonie de Saint-Sornin-Leulac, ont été équipées d'émetteurs radio par le Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (GMHL), pour localiser leurs territoires de chasse. Les trois secteurs qui ont pu être identifiés se situent tous au nord de l'église et donc de la zone d'implantation du projet : secteurs de Dompierre-les-Eglises (vallée de la Brame), d'Arnac-la-Poste (vallée de la Brame, également) et de Saint-Léger-Magnazeix (zone bocagère à 14 km du gîte). Cependant, l'un des 4 individus a été perdu alors qu'il se dirigeait vers l'est et traversait la route nationale 145, possiblement en direction de la zone d'implantation du projet éolien de La Longe. De plus, cette étude ne concernait qu'une faible partie des femelles reproductrices (1 %) et de nombreuses zones de chasse demeurent inconnues.

Au regard des importantes capacités de déplacement du Grand Murin, il est possible que des individus issus de l'église de Saint-Sornin-Leulac rejoignent la vallée de la Gartempe (au sud et à 7,8 km du gîte), en traversant la zone d'implantation du projet, ou bien celle de la Semme, à plus faible distance (5,7 km). Il n'existe cependant pas de corridor principal susceptible de guider et concentrer les chiroptères sur une route de vol particulière de l'église à la vallée de la Gartempe (axe nord-sud).

Dans un paysage constitué d'un dense maillage bocager, il est vraisemblable que les individus issus de la colonie empruntent de nombreuses routes de vols individuelles et que les déplacements depuis la colonie se fassent de manière diffuse et ramifiée.

La carte suivante montre que les trois principales vallées qui sont susceptibles de jouer le rôle de corridor de déplacement se situent à l'écart de la ZIP et que les trois rivières s'écoulent dans un axe est-ouest. Par ailleurs, il n'existe pas d'importante vallée ou de corridor flagrant dans un axe nord-sud, entre l'église de Saint-Sornin-Leulac et la vallée de la Gartempe.

Deux individus de Grand Murin suivis par le GMHL ont rejoint deux secteurs de la vallée de la Brame, au nord du gîte, en empruntant des routes de vol différentes. Il est probable qu'il en soit de même pour des individus qui iraient chasser au sud, près de la vallée de la Semme ou de celle de la Gartempe.



Figure 59 : Situation de la ZIP vis-à-vis du site Natura 2000 FR7401147 (dont église de St-Sornin-Leulac) et des principales vallées : Brame, Semme et Gartempe (source : <https://www.geoportail.gouv.fr/>).

La mise en œuvre des mesures de suppression et réduction des impacts permet de diminuer les incidences liées à la mortalité directe, par la mise en place d'un bridage des machines adapté au contexte local et aux résultats de l'état initial. La mise en œuvre de mesures de suivi est également importante pour vérifier le niveau d'impact réel et ajuster les mesures de réduction si besoin.

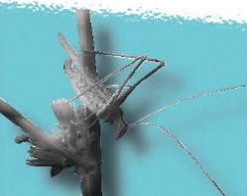
Les différentes espèces concernées par la ZSC étant très liées aux habitats bocagers et forestiers, la destruction, lors de l'implantation des machines, de 234 m de haies, peut également avoir une incidence sur les populations même si les surfaces concernées restent faibles. La mise en œuvre de mesures de compensation adaptées doit donc permettre de favoriser les populations impactées par ces pertes d'habitats de chasse.

Après application de ces différentes mesures, on peut donc considérer que le projet éolien n'aura aucune influence significative sur l'équilibre des populations cibles des ZSC des 20 km de l'entourage du site et sur les objectifs de gestion de ces zonages.

Bibliographie

- Ahlen I., 2002. Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. *Fauna och Flora* 97 :3 :14-22.
- Alcalde J.T., 2003. Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. *Barbastella* 2 : 3-6.
- Arnett, E.B., 2005. Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia : an Assessment of Fatality Search Protocols, Pattern of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. *Bat Conservation International*. Austin, Texas, USA. 187 p.
- Bach L., Brinkmann R., Limpens H., Rahmel U., Reichenbach M. & Roschen A, 1999. Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4 : 162-170.
- Bach L., 2001, Fledermäuse und windenergienutzung - reale Probleme oder Einbildung ? *Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 33 : 119-124.
- Baerwald E. F., D'Amours G.E., Klug & Barclay R. M. R., 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* Vol 18 No 16 : 695-696.
- BARATAUD M., 1996. *Ballades dans l'in audible – Méthode d'identification acoustique des chauves-souris de France*. Ed. Sittelle, Mens, double CD + livret 51 p.
- BARATAUD M., 2002. *Méthode d'identification acoustique des chiroptères de France*. Mise à jour 2002. Ed. Sittelle, Mens, CD + livret 14 p.
- BARATAUD M., 2012. *Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.
- BARATAUD M. & GIOSA S. 2012. *Biodiversité des chiroptères et gestions forestières en Limousin*. Rapport d'étude GMHL. 32 pp. http://ecologieacoustique.fr/?attachment_id=914.
- Barré K., 2017. Mesurer et compenser l'impact de l'éolien sur la biodiversité en milieu agricole. Thèse de doctorat en Ecologie. Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris, 346 p.
- Brinkmann, R., H. Schauer-Weissahn & F Bontadina, 2006. *Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg*. Rapport pour le Regierungspräsidium Freiburg à la demande du Naturschutzfonds Baden-Württemberg, 66 p.
- Dulac P, 2007. *Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris*. Résultats du suivi 2006 et bilan de 5 années de suivi. Rapport inédit pour la Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon – Nantes, 111 pp.
- Dürr T., 2001. Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 10 : 182.
- Dürr, T. & Bach L., 2004. Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* Band 7 : 253-264.
- Helversen O. & Weid R., 1990. Die Verbreitung einiger Fledermausarten in Griechenland. *Bonn. Zool. Beitr.*, 41: 9–22.
- Johnson, G.D., W.P Erickson, M.D. Strickland, M.F Sheperd & D.A. Sheperd, 2000. *Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge, Minnesota Wind Resource Area : Results of a 4-year study*. Rapport inédit pour le Northern States Power Company Minnesota, 262 pp.
- GMHL., 2015. *Pré-diagnostic mammalogique et herpétologique dans le cadre du projet éolien de Saint-Sornin-Leulac*. Rapport réalisé pour le compte d'Ostwind, 35 p.
- KERBIRIOU C, Jean François JULIEN, Yves BAS, Julie MARMET, Isabelle LE VIOL, Romain LORILLIERE, Clémentine AZAM, Amandine GASC & Grégoire LOIS, 2015. Vigie-Chiro : 9 ans de suivi des tendances des espèces communes. *Symbioses*, 2015, nouvelle série, n° 34 & 35.

- Rahmel, U., L. Bach, R. Brinkmann, C. Dense, H. Limpens, G. Mascer, M. Reichenbach & A. Roschen, 1999. Windkraftplanung und Fledermäuse. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*, Band 4 : 155-161.
- Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Karapandža B., Kovač D., Kervyn T., Dekker J., Kepel A., Bach P., Collins J., Harbusch C., Park K., Micevski B., Minderman J. (2015). Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- Schröder T., 1997. Ultraschall-Emissionen von Windenergieanlagen. Eine Untersuchung verschiedener Windenergieanlagen in Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Unveröff. Gutachten des I.F.Ö.N.N. im Auftrag des NABU e.V., LV *Niedersachsen*: 1-15.
- SER-FEE, SFEPM, LPO. 2010. *Protocole d'étude chiroptérologique sur les projets de parc éolien – Première étape : document de cadrage*, 7 p.
- SFEPM, in prep., 2018. *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – Révision 2018*, 18 p.
- Temple H.J. & Terry, A. (coord), 2007. - The Status and Distribution of European Mammals. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 45 pages
- Trapp, H., D. Fabian, F Förster & O. Zinke, 2002. Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. *Naturschutzarbeit in Sachsen* 44 : 53-56.
- UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2009. *La liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine*, Paris, France.



ANNEXES



Annexe 1 : Détail des indices d'activité pondérés par espèce et sur chacun des points d'écoute au sol

Données exprimées en nombre de contacts par heure, pondérées selon le coefficient de détectabilité propre à chaque espèce (voir annexe 2)

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Pipistrellus pipistrellus	259,3	99,4	108,5	43,8	61,0	12,5	104,5	92,4	144,0	72,5	10,9	54,0	94,7
Barbastella barbastellus	4,1	23,7	19,6	23,7	3,3	31,5	86,5	1,6	7,3	2,4		1,5	17,2
Eptesicus serotinus	9,9	29,5	24,2	9,2	0,4		15,7	10,2	3,2	2,7	2,3	66,3	13,3
Myotis daubentonii	94,0	1,2							2,4				9,0
Myotis alcathoe		7,2			80,4	2,7			7,2				8,8
Pipistrellus kuhlii	33,6	2,4	12,0	5,8			7,7	11,0	0,5	2,9	3,3	30,0	8,8
Myotis mystacinus		1,2			85,2				7,2				8,6
Myotis nattereri		6,0				3,4			43,2				4,7
Myotis sp.	1,6		18,0	0,8	2,4	2,7			20,7				4,1
Myotis myotis / oxygnathus	15,6	0,8	1,2	3,5	5,7		1,7	1,7		4,6		2,1	3,3
Myotis brandtii		19,2			12,0								2,9
Rhinolophus hipposideros	4,8					5,5		9,6	4,8				2,0
Myotis bechsteini					10,8								1,0
Plecotus auritus		7,2	0,3							0,3			0,7
Plecotus austriacus			0,7	0,3			0,7		4,8		0,4		0,6
Pipistrellus nathusii	2,9				0,5								0,3
Nyctalus leisleri	1,5		0,4				0,1			0,3			0,2
Nyctalus noctula	1,3	0,6											0,2
Miniopterus schreibersii / Pipistrellus pygmaeus	0,3												0,1
Plecotus sp.									0,3				0,1
Total	428,9	198,3	184,9	87,0	261,6	58,4	216,9	126,6	245,3	86,1	16,9	153,8	180,4

Annexe 2 : Liste des espèces françaises de chiroptères classées par ordre croissant d'intensité d'émission sonar, avec leur distance moyenne de détection et le coefficient de détectabilité qui en découle

D'après Barataud, 2012

Milieux forestiers			
Intensité d'émission	Espèces	Distance détection (m)	Coefficient détectabilité
Faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Plecotus sp</i>	5	5,00
	<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,13
	<i>Myotis nattereri</i>	8	3,13
	<i>Rhinolophus ferr/eur/meh.</i>	10	2,50
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,50
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67
	<i>Myotis oxygnathus</i>	15	1,67
	<i>Myotis myotis</i>	15	1,67
	Moyenne	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20
<i>Miniopterus schreibersii</i>		20	1,25
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		25	1,00
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		25	1,00
<i>Pipistrellus nathusii</i>		25	1,00
Forte	<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83
	<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
Très forte	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50
	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17

Milieux ouverts et semi ouverts				
Intensité d'émission	Espèces	Distance détection	Coefficient détectabilité	
Faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	
	<i>Rhinolophus ferr/eur/meh.</i>	10	2,50	
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50	
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50	
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50	
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50	
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,70	
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,70	
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,70	
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70	
	Moyenne	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	1,20
		<i>Myotis myotis</i>	20	1,20
		<i>Plecotus spp</i>	20	1,20
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>		25	1,00	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		25	1,00	
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		25	1,00	
<i>Pipistrellus nathusii</i>		25	1,00	
Forte	<i>Miniopterus schreibersii</i>	25	1,00	
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,71	
Forte	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,71	
	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50	
Très forte	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50	
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31	
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25	
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17	
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17	

Annexe 3 : Tests à réaliser pour le suivi de mortalité (d'après SFEPM, à paraître en 2018)

Test d'efficacité de recherche (du chercheur)

Il est recommandé de réaliser 2 tests d'efficacité de recherche par an, à des périodes distinctes, selon le protocole suivant :

- Choisir une éolienne où les différents types de végétation du parc éolien sont représentés et reporter ces derniers sur une carte.
- Un 1^{er} opérateur disperse un total de 15 à 20 leurres de tailles différentes sur les différents types de végétation, à l'abri du regard de l'opérateur dont l'efficacité doit être testée. Il note la position des leurres dispersés pour faciliter leur récupération par la suite.
- Le chercheur prospecte alors le carré échantillon en respectant le protocole (transects)

Test de persistance des cadavres

Il est recommandé de réaliser 2 tests de persistance des cadavres par an, à des périodes distinctes, selon le protocole suivant :

- Disperser de nouveau les cadavres (entre 3 et 5 par éolienne) sous les différentes éoliennes du parc.
- Suivre la persistance des cadavres par des passages répétés.
- Au minimum, un retour le lendemain du jour de dispersion, puis 2 par semaine jusqu'à disparition des cadavres.

Qu'il s'agisse du test d'efficacité ou du test de persistance des cadavres, il s'agira de s'assurer que les résultats permettent bien une utilisation statistique robuste dans l'estimation de la mortalité.



Annexe 4 : Prescriptions techniques pour la bonne mise en œuvre des suivis d'activité ultrasonore en nacelle (d'après SFEPM, à paraître en 2018)

Les dispositifs de suivis acoustiques automatisés en nacelle de chiroptères doivent pouvoir permettre de représenter l'activité des chauves-souris dans les conditions suivantes ;

- Sans échantillonnage temporel (chaque nuit, depuis environ 1 heure avant le coucher de soleil jusqu'à 1 h après le lever de soleil),
- Sur l'ensemble de la période d'activité du cortège d'espèces prévisible,
- Avec des systèmes qui couvrent la diversité des caractéristiques acoustiques des espèces,
- Avec des micros omnidirectionnels orientés vers la base du rotor, supposée la plus à risque,
- Avec des micros recalibrés chaque année,
- Et une bonne qualité d'enregistrements (en maîtrisant notamment au préalable les limites de la mise en œuvre de chaque système, et leurs paramétrages pour éviter les parasites acoustiques).

L'analyse doit être menée également pour faire en sorte de valoriser finement l'ensemble des données brutes et informations qui y sont associées (cris sociaux, buzz de chasse, groupe d'individus...), et sans échantillonnage ou organisation du jeu de données qui peut tendre à lisser l'information.

