

SUIVI ENVIRONNEMENTAL ICPE

PARC EOLIEN DE LARRE – SEPE du Rocher Breton

Commune de Larré (56)

Février 2020



SEPE du Rocher Breton

330 rue du Port Salut
60126 Longueil Sainte Marie



Bureau d'études en environnement
énergies renouvelables et aménagement durable

www.encis-environnement.fr

Préambule

Dans le cadre de l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les exploitants des parcs éoliens doivent tenir à disposition de l'inspection des ICPE un suivi environnemental.

Pour chaque parc éolien, le rapport de suivi environnemental remis à l'inspection des installations classées sera composé de tout ou partie des quatre suivis suivants en fonction des spécificités du site :

- Suivi de l'évolution des habitats naturels
- Suivi de l'activité de l'avifaune (oiseaux nicheurs, migrateurs et hivernants)
- Suivi de l'activité des chiroptères
- Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Le bureau d'études ENCIS Environnement a été missionné par la société – SEPE du Rocher Breton pour réaliser ce suivi environnemental ICPE en 2019.

Après avoir précisé la méthodologie utilisée et ses limites, ce dossier présente, les résultats des différents suivis.

SOMMAIRE

Partie 1 : Cadre général de l'étude.....	7
1.1 Maître d'ouvrage – exploitant	9
1.2 Auteurs de l'étude	9
1.3 Présentation du parc éolien étudié	10
1.4 Cadre règlementaire de l'étude de suivi environnemental pour les projets éoliens	12
Partie 2 : Méthodes utilisées.....	15
2.1 Méthodologie et démarche générale	17
2.2 Suivi d'activité des chiroptères	18
2.2.1 Objectif et paramètres à prendre en compte	18
2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire	18
2.2.3 Calendriers d'inventaires pour le suivi des chiroptères	21
2.2.4 Limites des méthodes employées pour le suivi des chiroptères	22
2.2.5 Difficultés rencontrées pour le suivi des chiroptères	22
2.3 Suivi de la mortalité sur l'avifaune et les chiroptères	22
2.3.1 Principes et objectif.....	22
2.3.2 Protocole utilisé.....	23
2.3.3 Méthodes d'estimation de la mortalité	24
2.3.4 Limites des méthodes utilisées et compensation des limites	31
Partie 3 : Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères	33
3.1 Bilan des connaissances de l'étude d'impact.....	35
3.2 Suivi de l'activité des chiroptères 2019	38
3.2.1 Diversité et activité spécifique enregistrée	39
3.2.2 Activité chiroptérologique en fonction des facteurs astronomiques et météorologiques.	44
3.2.3 Synthèse des résultats du suivi comportement des chiroptères en nacelle.....	48
3.3 Analyse comparative avec l'étude d'impact	49
3.3.1 Diversité spécifique.....	49
3.3.2 Activité recensée	50
3.3.3 Principaux éléments à retenir du suivi 2019	50
Partie 4 : Résultats du suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères	51
4.1 Résultats des tests et paramétrage des méthodes d'estimation.....	53
4.1.1 Efficacité du chercheur	53

4.1.2 Persistance des cadavres.....	53
4.1.3 Coefficient surfacique	54
4.2 Bilan de la mortalité avifaune	59
4.2.1 Bilan des connaissances sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien	59
4.2.2 Résultats quantitatifs globaux du suivi de l'avifaune en 2019	62
4.2.3 Résultats saisonniers globaux du suivi de l'avifaune	66
4.2.4 Résultats spatialisés par éolienne	67
4.2.5 Analyse qualitative de la mortalité	70
4.2.6 Incidences du parc éolien sur l'avifaune.....	73
4.3 Bilan de la mortalité des chiroptères	74
4.3.1 Bilan des connaissances sur la mortalité des chiroptères liée à l'éolien.....	74
4.3.2 Résultats quantitatifs globaux du suivi des chiroptères.....	77
4.3.3 Incidences du parc éolien sur les chiroptères	77
Partie 5 : Synthèse	79
5.1.1 Bilan avifaunistique	81
5.1.2 Bilan chiroptérologique	81
5.1.3 Bilan général	81
Table des illustrations.....	82
Annexes 84	
Annexe 1 : Fiche de données remplie à chaque sortie mortalité	85
Annexe 2 : Fiche de saisie standardisée de la mortalité	86
Annexe 3 : Sorties mortalité réalisées en 2019.....	87
Annexe 4 : Mortalité des chauves-souris, simplifiée, observée en France et en Europe au 2 Septembre 2019 (Source : Dürr, 2019)	88
Annexe 5 : Mortalité aviaire, simplifiée, observée en France et en Europe au 2 Septembre 2019 (Source : Dürr, 2019)	89
Annexe 6 : Fiches de saisie standardisées de la mortalité du parc éolien de Larré	90
Bibliographie.....	92

Partie 1 : Cadre général de l'étude

1.1 Maître d'ouvrage – exploitant

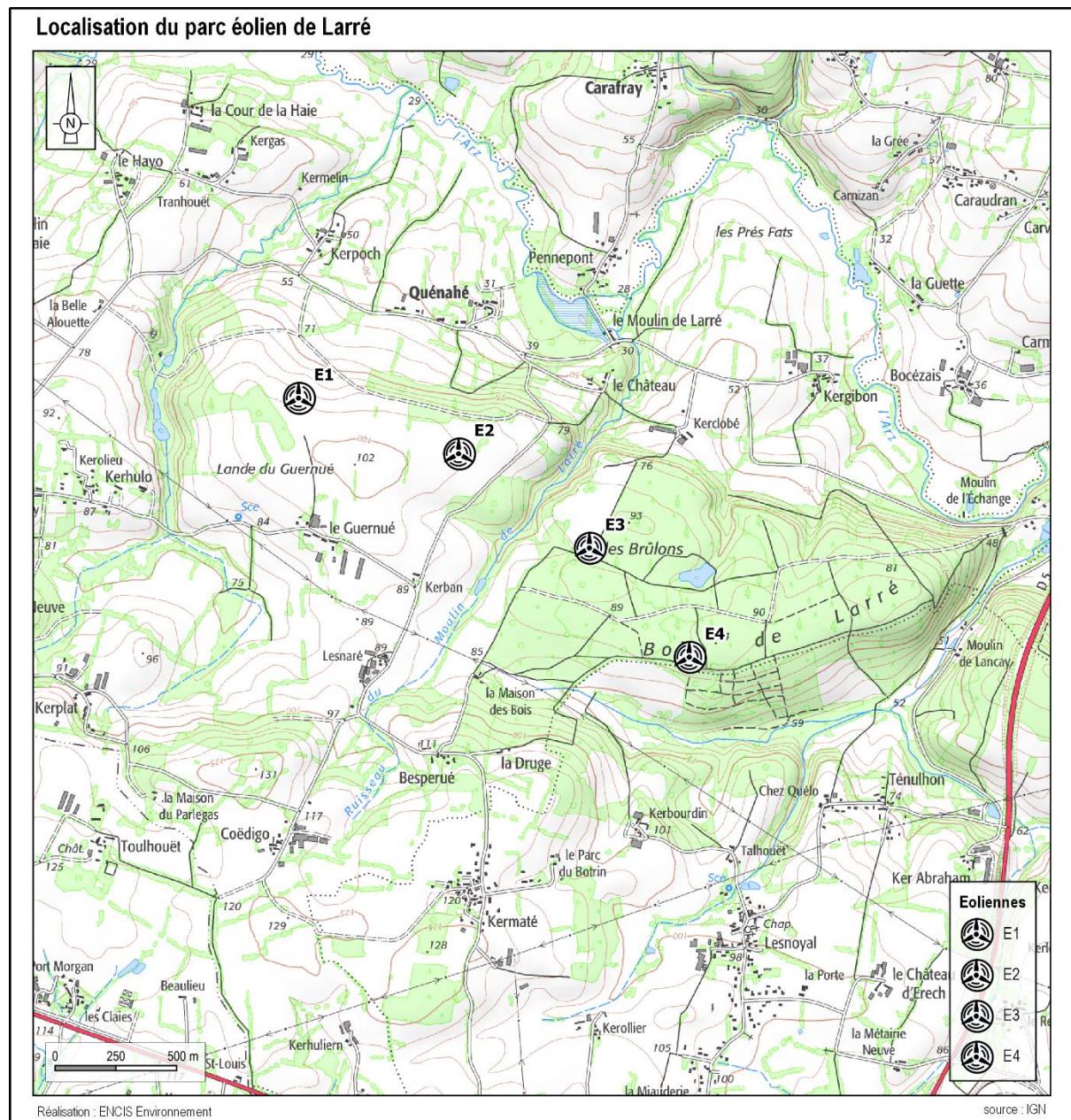
Destinataire	SEPE du Rocher Breton
Adresse	330 rue du Port Salut 60126 Longueil Sainte Marie
Interlocuteur	Adrien DANIEL
Téléphone	06 40 91 88 04

1.2 Auteurs de l'étude

Structure	
Adresse	21 Rue de Columbia 87 068 LIMOGES
Téléphone	05 55 36 28 39
Coordination et relecture de l'étude	Thomas LEROY, Technicien d'études / Fauniste
Suivi de l'activité des chiroptères	Thomas GIRARD, Chargé d'études / Chiroptérologue
Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères	Thomas LEROY, Technicien d'études / Fauniste
Validation	Pierre PAPON, Directeur du pôle Ecologie
Version / date	Février 2020

1.3 Présentation du parc éolien étudié

Le parc éolien est constitué de quatre éoliennes de type E82 d'une hauteur de 150 mètres en bout de pale et d'une puissance unitaire de 2,3 MW. Les éoliennes sont implantées sur la commune de Larré dans le département du Morbihan (carte suivante).



Carte 1 : Localisation du parc éolien de Larré

Implantées dans un secteur au contexte de polyculture élevage, deux éoliennes (E1 et E2) et leurs plateformes se situent dans des parcelles cultivées. Les deux autres éoliennes (E3 et E4) sont situées en zone de boisement (carte suivante).



Carte 2 : Localisation du parc éolien de Larré sur photographie aérienne

1.4 Cadre réglementaire de l'étude de suivi environnemental pour les projets éoliens

L'arrêté du 26 août 2011, dans son article 12, précise pour une installation classée ICPE :

« Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées ».

Ce suivi doit également être conforme aux dispositions applicables aux ICPE relatives à l'étude d'impact. Ainsi, l'article R122-14 du code de l'environnement prévoit que : « - La décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution du projet mentionne :

1° Les mesures à la charge du pétitionnaire ou du maître d'ouvrage, destinées à éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine, réduire les effets n'ayant pu être évités et, lorsque cela est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits ;

2° Les modalités du suivi des effets du projet sur l'environnement ou la santé humaine ;

3° Les modalités du suivi de la réalisation des mesures prévues au 1° ainsi que du suivi de leurs effets sur l'environnement, qui font l'objet d'un ou plusieurs bilans réalisés selon un calendrier que l'autorité compétente pour autoriser ou approuver détermine. Ce ou ces bilans sont transmis pour information par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution à l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement. »

En novembre 2015, l'Etat a publié un protocole standardisé permettant de réaliser les suivis environnementaux. Il guide également la définition des modalités du suivi des effets du projet sur l'avifaune et les chiroptères prévu par l'article R122-14 du code de l'environnement.

En 2018, le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire a officiellement reconnu le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, dans sa version de mars 2018. Cette version abroge et remplace le précédent protocole de 2015. Les suivis environnementaux à mettre en place doivent donc être conformes à ce nouveau protocole.

La ferme éolienne de Larré fait partie des cas particuliers des parcs autorisés avant l'entrée en vigueur du protocole. Ainsi, le protocole dans son annexe 3 stipule que : « *Dans le cas des parcs éoliens autorisés avant la date de mise en œuvre du présent protocole de suivi environnemental des parcs éoliens, plusieurs cas de figure existent :*

- Le parc éolien a été mis en service depuis plus de 3 ans -> cas 1
- Le parc éolien a été mis en service depuis moins de 3 ans -> cas 2 (**cas du parc éolien de Larré**)
 - Le parc éolien n'a pas encore été mis en service -> cas 3

La prise en compte d'autres paramètres dans les suivis environnementaux de ces parcs éoliens, entraînent plusieurs situations différentes :

- Un suivi environnemental de l'avifaune et des chiroptères a été prévu par l'exploitant dans

l'étude d'impact. Ce suivi peut avoir été repris dans les prescriptions de l'arrêté de permis de construire (et dans celles de l'arrêté d'autorisation d'exploiter, s'il existe) -> cas A

- Un suivi environnemental soit de l'avifaune soit des chiroptères a été prévu par l'exploitant dans l'étude d'impact. Ce suivi peut avoir été repris dans les prescriptions de l'arrêté de permis de construire (et dans celles de l'arrêté d'autorisation d'exploiter s'il existe) -> cas B

- Aucun suivi environnemental n'est prévu dans l'étude d'impact ou dans l'arrêté de permis de construire (ou dans l'arrêté d'autorisation d'exploiter s'il existe) -> cas C (**cas du parc éolien de Larré**)

En fonction de ces différents cas de figure, l'exploitant devra se mettre en conformité par rapport aux prescriptions de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 selon le tableau ci-dessous :

Mise en service du parc éolien Présence ou non du suivi environnemental	1	2	3
A	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.
B	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.
C	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole selon une périodicité de 10 ans par rapport à la date de mise en service.	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole dans les meilleurs délais, puis tous les 10 ans.	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole dans les trois années suivant la mise en service, puis tous les 10 ans.

Partie 2 : Méthodes utilisées

2.1 Méthodologie et démarche générale

Le suivi environnemental analyse les impacts du projet sur l'avifaune et les chiroptères et, pour les installations soumises à autorisation, sur toute espèce protégée identifiée dont la sensibilité à l'éolien est avérée et présentant un enjeu dans l'évaluation environnementale préalable (dont étude d'impact) et les compare avec les conclusions de cette dernière. En application du principe de proportionnalité, l'intensité du suivi à mettre en œuvre dépendra des espèces présentes et des enjeux identifiés sur le site et de l'impact résiduel identifié par l'évaluation environnementale pour ces espèces. Pour les installations soumises à autorisation, le suivi mené par l'exploitant devra explicitement se référer aux mesures préconisées par l'étude d'impact et rappeler les données ayant permis de qualifier et quantifier les impacts résiduels du parc éolien précisés par cette dernière.

Afin de définir l'intensité du suivi à mettre en œuvre, une matrice des indices de vulnérabilité de l'état de conservation des différentes espèces au développement éolien et du risque est définie. La définition de ces indices est le résultat du croisement entre l'enjeu de conservation d'une espèce au niveau national et sa sensibilité avérée à l'activité des parcs éoliens.

- L'enjeu de conservation s'appuie sur les Listes Rouges préparées sur la base des principes édictés par l'IUCN. La liste rouge nationale sera utilisée, complétée au besoin par une liste régionale, si celle-ci existe et si elle respecte les lignes directrices de l'IUCN.

- La sensibilité d'une espèce donnée à l'activité éolienne est déterminée en fonction de la mortalité européenne constatée et pondérée par l'abondance relative de l'espèce. Concernant les oiseaux, les chiffres de population européenne sont ceux publiés par BirdLife International (BirdLife 2017, utilisation des évaluations minimum de population hors Russie, Ukraine et Turquie). Concernant les chiroptères, il n'existe pas d'évaluation des populations européennes ou nationales. La sensibilité est dès lors définie comme le rapport entre le nombre de cas de mortalité constatée pour l'espèce dans la littérature européenne et le nombre total de cas de mortalité toutes espèces confondues.

Pour le parc éolien, le rapport de suivi environnemental remis à l'inspection des installations classées sera composé de tout ou partie des quatre suivis suivants en fonction des spécificités du site :

- Suivi de l'évolution des habitats naturels,
- Suivi de l'activité de l'avifaune (oiseaux nicheurs, migrateurs et hivernants),
- Suivi de l'activité des chiroptères,
- Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères.

Le parc éolien de Larré a fait l'objet d'un suivi environnemental partiel en 2019, un suivi de l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle et un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères ont été réalisés.

2.2 Suivi d'activité des chiroptères

2.2.1 Objectif et paramètres à prendre en compte

Le suivi de l'activité des chauves-souris permet d'évaluer l'état de conservation des populations des chiroptères présentes de manière permanente ou temporaire au niveau de la zone d'implantation du parc éolien. Il a également pour objectif d'estimer l'impact direct ou indirect des éoliennes sur cet état de conservation, en prenant en compte l'ensemble des facteurs influençant la dynamique des populations. Ce suivi porte sur chacune des phases du cycle biologique des chauves-souris (transits printaniers et gestation, mise-bas et élevage des jeunes, transits automnaux et swarming).

Les paramètres faisant l'objet du suivi de l'activité des chiroptères sont déterminés dans l'étude d'impact en fonction des enjeux et des impacts potentiels identifiés sur le parc éolien. Ainsi, ce suivi examine des paramètres tels que l'état des populations sur le site (diversité spécifique, activité d'une espèce donnée, ...), le comportement des chauves-souris en vol, les périodes et conditions de présence des individus, etc.

2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire

2.2.2.1 Pression d'inventaire

D'après l'étude d'impact de la ferme éolienne de Larré, l'espèce présentant l'indice de vulnérabilité le plus important sur le cycle biologique actif est la Pipistrelle de Nathusius (avec une note de 3.5). Aucune précision concernant le type de suivi à réaliser n'est indiquée dans l'étude d'impact. Dans ce cas et selon la révision 2018 du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, il est préconisé un suivi d'activité en hauteur des chiroptères sur une période minimum (semaine 20 à 43).

Au moins une espèce de chiroptère identifiée par l'étude d'impact présente un indice de vulnérabilité de niveau :	Impact résiduel faible ou non significatif	Impact résiduel significatif
0.5 à 2	Pas de suivi d'activité	Pas de suivi d'activité
2.5 à 3	Pas de suivi d'activité	La pression d'observation sera de 6 sorties par an réparties sur les trois saisons d'observation (printemps, été, automne). La répartition se fait en fonction des enjeux détectés dans l'étude d'impact.
3.5	Transit et reproduction : La pression d'observation sera de 9 sorties par an réparties sur les trois saisons d'observation (printemps, été, automne). La répartition se fait en fonction des enjeux détectés dans l'étude d'impact. « Swarming » si parc à proximité de sites connus : 3 passages en période automnale pour suivre l'activité des sites de « swarming ». Suivi de l'hibernation si le parc est à proximité de gîtes connus : Suivi coordonné par l'association locale de l'occupation des gîtes afin de ne pas perturber les espèces	Un enregistrement automatique en hauteur sera mis en place sur les trois saisons d'observation (printemps, été, automne).

Tableau 1 : Pression d'inventaire du suivi des chiroptère en fonction de la vulnérabilité des espèces

Le suivi d'activité en hauteur des chiroptères doit être réalisé sur une période minimale (semaine 20 à 43). Dans le cas du Parc de Larré, où aucun suivi d'activité en hauteur n'a été réalisé lors de la phase de développement, la durée du suivi a été légèrement élargie.

2.2.2.2 Protocole d'étude utilisé

Le protocole d'écoute sur nacelle a pour but de réaliser des inventaires sur une longue période et à hauteur de nacelle d'éolienne.

Protocole d'inventaire sur site

Un enregistreur automatique (modèle BATmode S2+ de *BioAcousticTechnology*) est placé à l'intérieur de la nacelle de l'éolienne et le microphone est inséré dans sa paroi (illustration suivante).



Figure 1 : Dispositif installé dans la nacelle d'éolienne (copyright : B.A.T.)

L'enregistreur est équipé d'un micro, placé sous la nacelle de l'éolienne au moyen d'un trou effectué dans la paroi de cette dernière. Ainsi, des relevés de la présence de chiroptères, dans un rayon allant jusqu'à 60 mètres autour du micro (distance variable selon les espèces), pourront être réalisés chaque nuit pendant les périodes d'inventaires. L'ensemble du dispositif est piloté par un ordinateur, placé dans la nacelle, et pilotable à distance.

Méthodes d'analyse des résultats

Les pistes sonores sont analysées par logiciel afin de déterminer les espèces présentes ainsi que leur comportement. Le dispositif étant positionné sur une nacelle d'éolienne, les données sur les conditions extérieures récoltées par cette dernière sont utilisées afin de mener une analyse croisée des paramètres.

Dans le but d'obtenir des données exploitables servant de base à l'interprétation d'un chiroptérologue, trois étapes sont nécessaires :

Analyse automatique des données brutes

A chaque détection de cris, le dispositif BATmode enregistre et une piste sonore est générée au format numérique. Cette dernière est sauvegardée sur un disque dur, permettant par la suite un transfert vers un ordinateur à distance.

Le grand nombre d'heures d'écoute engendre une grande quantité de pistes sonores,

difficilement analysables manuellement. C'est pourquoi un logiciel de reconnaissance automatique des signaux ultrasons est utilisé. Le logiciel SonoChiro® traite les enregistrements en deux étapes :

- Le processus de **détection** consiste à localiser puis caractériser dans les fichiers enregistrés un maximum de signaux potentiellement émis par les chiroptères.

- Le processus de **classification** s'appuie sur la caractérisation des signaux détectés lors de la phase précédente. Cette classification s'opère sur chaque fichier où le logiciel a détecté des signaux de chiroptères. À l'issue de cette phase de classification, chaque contact bénéficie d'une identification à quatre niveaux : espèce, groupe, indice de présence de buzz (son émis pour la détection d'une proie) et indice de présence de cris sociaux. Chaque niveau bénéficie d'un indice de confiance allant de 0 à 10 de façon à refléter le risque d'erreur d'identification. La présence d'une espèce est jugée fiable lorsque l'indice de confiance est supérieur à 5.

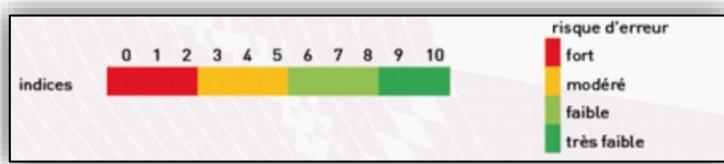


Figure 2 : Indices de confiance établis par Sonochiro® et risques d'erreurs associés

Vérification des résultats par un chiroptérologue

Le logiciel de reconnaissance automatique génère un tableau de résultats. Pour chaque séquence enregistrée, un certain nombre de paramètres est donné (groupe, espèce, indices de confiance, nombre de cris, date de l'enregistrement, etc.). La validité des déterminations issues de la reconnaissance automatique par logiciel est variable selon la qualité des enregistrements, les espèces contactées et le nombre de cris par séquence. Les déterminations au groupe sont généralement fiables tandis que les déterminations fines (à l'espèce) doivent être validées par un chiroptérologue. Dans ce cadre, un chiroptérologue procède à une vérification des espèces sur la base de la bibliographie, de sa connaissance du terrain et des inventaires déjà réalisés. La présence de chaque espèce est vérifiée par un chiroptérologue.

Dans la présente étude, à raison d'une trop forte proportion de parasites dans les enregistrements, l'analyse acoustique a été renforcée pour éliminer l'ensemble de ces derniers.

Les séquences de qualité médiocre (faiblesse des sons, bruits parasites) ou dont les signaux peuvent correspondre à plusieurs espèces sans possibilités de les différencier, sont laissées au genre afin de limiter les marges d'erreur. A défaut de la connaissance de l'espèce pour certains enregistrements, le nombre de contacts enregistrés constitue une donnée permettant de quantifier l'activité chiroptérologique.

Corrélation des données chiroptérologiques, météorologiques et astronomiques

Afin de mettre en corrélation l'activité des chauves-souris et le cycle circadien, les données de lever et coucher du soleil sont associées à chaque enregistrement, qui se voit ainsi attribué des heures astronomiques d'événement (heure UTM – Universal Greenwich Time). A l'issue de cette opération, chaque enregistrement est défini par une série complète de paramètres permettant d'exploiter au mieux les données. Par la suite, les données sont traitées sous le logiciel R, qui fait la corrélation entre nombre

de contacts chiroptérologiques, heure astronomique et jour de l'année. Par la méthode du noyau (estimation de l'activité de densité de Kernel), un calcul de la densité de contacts chiroptérologiques est réalisé. Le rendu est élaboré sous la forme d'une carte de chaleur, présentant la répartition de l'activité chiroptérologique en fonction des heures de la nuit (ordonnées) et des jours de l'année (abscisses).

A l'instar des données astronomiques, les données météorologiques sont mises en corrélation avec les données chiroptérologiques. Cette mise en correspondance est réalisée par logiciel (macro Excel). Les enregistrements sont horodatés précisément tandis que les données météorologiques sont moyennées toutes les dix minutes. La donnée météorologique la plus proche temporellement de l'enregistrement lui est attribuée.

2.2.2.3 Localisation des protocoles effectués

La carte suivante permet de localiser le dispositif utilisé dans le cadre du protocole d'écoute ultrasonique sur nacelle d'éolienne.



Carte 3 : Localisation de l'éolienne équipée du dispositif

2.2.3 Calendriers d'inventaires pour le suivi des chiroptères

Le dispositif Batmode S2+ a été installé au niveau de la nacelle de l'éolienne E3. Ces inventaires sont réalisés en continu durant la période d'activité des chauves-souris. Le dispositif est resté installé durant 202 nuits, du 18 avril au 5 novembre 2019, couvrant ainsi le cycle complet des chiroptères.

Thème	Dates
Installation	18 avril 2019
1ère données enregistrées	22 avril 2019
Phase d'analyse des données	Du 18 avril au 5 novembre 2019
Dernière donnée enregistrée	31 octobre 2019

Tableau 2 : Calendriers des inventaires dédiés aux chiroptères

2.2.4 Limites des méthodes employées pour le suivi des chiroptères

Les inventaires réalisés in situ (acoustiques) sont ponctuels dans l'espace. La quantification et la qualification du cortège et de l'activité chiroptérologique de la zone restent suffisantes au regard des enjeux et objectifs rattachés à cette étude.

Le travail de détection comporte une limite importante dans la détermination exacte des signaux enregistrés. En effet, malgré l'utilisation de matériels perfectionnés, le risque d'erreur existe concernant l'identification des espèces des genres *Pipistrellus*, *Eptesicus* et *Nyctalus* suivant la qualité des enregistrements. Dans ce cas, seul le genre est déterminé.

Enfin, l'utilisation d'un matériel électronique induit des risques de problèmes techniques (pannes) temporaires. Pour autant, aucune panne n'a été détecté lors de la présente étude.

2.2.5 Difficultés rencontrées pour le suivi des chiroptères

Concernant le suivi en nacelle via la Batmode, des problèmes techniques peuvent occasionnellement survenir : l'enregistrement de sons qui ne proviennent pas de chiroptères. Ces sons « parasites » peuvent être dû à des bruits de l'environnement nocturnes et notamment des éoliennes.

Ainsi, la Batmode située sur l'éolienne E3 a enregistré des sons parasites venant du fonctionnement de l'éolienne. Pour autant lors de l'analyse, le logiciel SonoChiro a permis de filtrer préalablement la majeure partie de ces parasites. Le surplus de travail provoqué par l'enregistrement de ces parasites lors de la détermination manuel par un chiroptérologue a donc été négligeable pour cette étude

2.3 Suivi de la mortalité sur l'avifaune et les chiroptères

2.3.1 Principes et objectif

L'évaluation de la mortalité animale (oiseaux et chiroptères) engendrée par un parc éolien passe par la recherche de cadavres au pied des aérogénérateurs. La technique consiste en une recherche visuelle au sol durant un trajet réalisé à pied, selon un parcours prédéfini et reproduit à chaque visite.

La méthode proposée s'inspire du « protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » rédigé en novembre 2015 et de sa mise à jour 2018 ainsi que des « suivis des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de chiroptères », document actualisé en 2016 par la SFEPM.

Dans tous les cas, la découverte d'un cadavre d'oiseau ou de chauve-souris par l'exploitant ou par un de ses sous-contractants, fera l'objet d'une fiche détaillée. Ceci permettant la saisie standardisée de l'espèce, des conditions de mortalité constatée et d'une procédure définie par le Ministère en charge des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Seuls les acteurs habilités à manipuler

des cadavres ou des animaux blessés pourront remplir ces fiches de terrain pour le suivi de mortalité.

L'objectif de ce suivi est de s'assurer que les populations d'oiseaux et de chauves-souris ne sont pas affectées de manière significative et donc de mesurer l'impact du parc éolien sur la faune volante en estimant la mortalité due à la présence d'éolienne et de s'assurer que l'estimation donnée dans l'étude d'impact ne soit pas dépassée une fois le parc fonctionnel.

2.3.2 Protocole utilisé

2.3.2.1 Pression d'inventaires

Le suivi de mortalité des oiseaux et chiroptères sera constitué au minimum de 20 prospections, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-mai à octobre), en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site. Les documents de l'étude d'impact n'identifiant aucun risque particulier pour la phase de fonctionnement, le suivi minimum est prescrit.

A ce titre, il est rappelé que la période de mi-août à fin octobre qui correspond à la période de migration postnuptiale pour l'avifaune et de transits automnaux des chiroptères est considérée comme à cibler en priorité.

Pour le parc éolien de Larré, un suivi entre les semaines 20 et 43 est préconisé à raison d'une prospection par semaine.

Au total, 20 passages en 2019 ont été réalisés pour le suivi mortalité. Le calendrier complet des sorties est présenté en annexe 3.

2.3.2.2 Surface et méthode d'échantillonnage

La première étape consiste à déterminer la surface théorique d'échantillonnage pour chaque éolienne du parc. Dans le cadre du suivi, un carré de 100 mètres de côté a été choisi. Cette longueur équivalente au diamètre des pales permet de parcourir l'ensemble de la zone de survol de ces dernières (carte suivante). La surface théorique d'échantillonnage couvre donc une surface de 10 000 m².

Ensuite, le chercheur détermine un transect à suivre et l'utilise invariablement à chaque sortie d'inventaire. L'espacement entre les lignes ne devrait pas être supérieur à 15 mètres (distance maximale de perception des cadavres par un observateur). Il a été choisi d'espacer les lignes de transect d'une longueur de 10 mètres. Le schéma théorique suivant présente la méthode de transect mise en place dans le cadre d'un suivi de la mortalité au pied d'une éolienne.

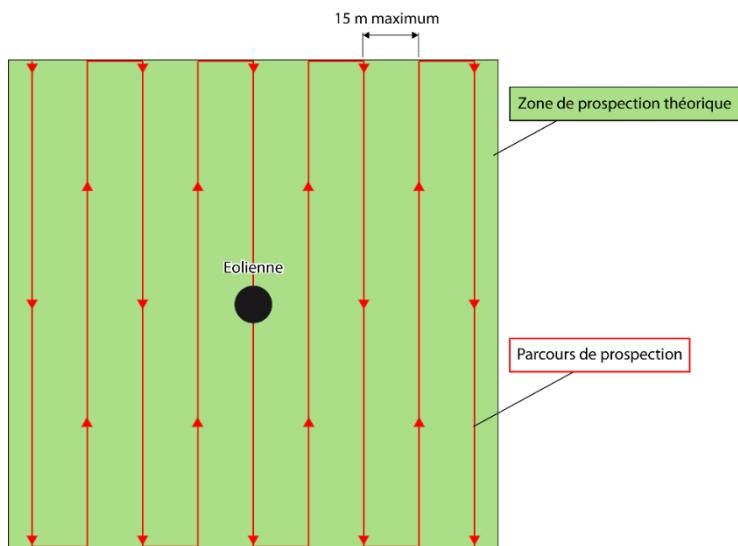


Figure 3 : Schéma théorique de parcours au pied d'une éolienne

Au cours de chaque sortie mortalité une fiche de données est remplie par le chercheur (Annexe 1). De plus, à chaque découverte de cadavre, celui-ci est localisé à l'aide d'un GPS, pris en photo et déterminé sur place. Dans tous les cas, la découverte d'un cadavre d'oiseau ou de chauves-souris a fait l'objet d'une fiche détaillée définie par le Ministère en charge des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (Annexe 6). Cette fiche permet la saisie standardisée de l'espèce et des conditions de mortalité constatées.

2.3.3 Méthodes d'estimation de la mortalité

L'estimation de la mortalité doit prendre en compte un certain nombre de paramètres permettant d'intégrer des biais méthodologiques induits par l'espacement temporel des visites.

Plusieurs formules mathématiques, issues de différents protocoles sont utilisables et considérées comme valides (Winkelmann, 1989 ; Erikson, 2000 ; Jones, 2009 ; Huso, 2010 ; Körner, 2011 ; Ettersson, 2013). D'une manière générale, outre le nombre de cadavres trouvés, plusieurs variables sont à évaluer :

- l'efficacité de la personne recherchant les cadavres au sol (taux de détection),
- le taux de prélèvement des cadavres par les animaux charognards (taux de préation),
- l'intervalle des visites sur site,
- les surfaces non-prospectables (contraintes liées au couvert végétal, au dénivelé, à la maîtrise foncière, etc.)

Deux tests pour mesurer l'efficacité de l'observateur et pour quantifier la persistance des cadavres ont été réalisés.

2.3.3.1 Durée moyenne de l'intervalle (I)

La durée moyenne de l'intervalle entre deux prospections est prise en compte dans l'estimation de la mortalité.

Lors de ce suivi, la durée moyenne de l'intervalle est de : I = 7,05 jours.

2.3.3.2 Test de détection

Ces tests ont pour but de déterminer l'efficacité du chercheur, à savoir, le nombre de cadavres trouvés par rapport au nombre de cadavres déposés sur la zone de prospection.

Les tests consistent à déposer 8 cadavres de cailles, ainsi que 15 cadavres de souris/poussins pour simuler les chauves-souris/oiseaux autour des quatre éoliennes. Ces cadavres ont été déposés le 04 juin 2019 et le 8 octobre 2019. Une tierce personne s'est chargée de jeter, de manière aléatoire les cadavres autour des éoliennes et de noter les positions par GPS ainsi que le type de cadavres. Toutes les éoliennes du parc ont été inventoriées. Le test de détection a été réalisé par l'observateur principal le jour même. L'observateur principal a effectué les prospections habituelles sous les éoliennes et lors de la découverte d'un cadavre, il a noté toutes les informations relatives à la fiche de mortalité. A la fin, le nombre de cadavres retrouvés servira à établir le coefficient correcteur de l'efficacité du chercheur.

Le facteur de correction lié à l'efficacité des chercheurs (d) correspond simplement à la proportion des carcasses trouvées par chaque chercheur, soit :

$$d = \frac{d_t}{d_T}$$

Où : - d_t est le nombre de cadavres trouvés par chercheur,
- d_T est le nombre de cadavres utilisés pour le test.

Chercheur	Période	Cadavres trouvés (d_t)	Cadavres total (d_T)	Facteur de correction lié à la détection
Thomas LEROY	Printemps/automne	18	23	0,78

Tableau 3 : Facteur de correction lié à l'efficacité de chaque chercheur à trouver des cadavres

Le coefficient correcteur de l'efficacité du chercheur est de 0,78.

2.3.3.3 Test de prédatation

Ce test a pour but de prendre en compte le prélèvement des cadavres par les charognards dans l'estimation de la mortalité.

À la suite du test de détection, les cadavres ont été laissés sur place. Plusieurs prospections ont eu lieu les jours suivant la dépôse des cadavres, à savoir à J+3, J+6, J+9, J+13 jusqu'à la disparition totale des cadavres. Cela permet de connaître la durée de persistance des cadavres avant le prélèvement.

Ce prélèvement peut être mesuré de différentes manières selon la méthode d'estimation :

- **Le taux de prédatation (z)**, appliqué à la méthode de « Winkelmann », soit le nombre de cadavres disparus 3 jours après leur dépôt, divisé par le nombre de cadavres déposés initialement,
- **La durée moyenne de persistance des cadavres (t)**, appliqué aux méthodes de Jones, Huso et Erickson, qui est calculée comme suit :

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{C_T} t_i}{C_T}$$

Où : - t_i = durée de persistance du cadavre i
- C_T = le nombre de cadavres utilisés pour le test.

La durée moyenne de persistance appliquée sera **t = 3,2**

- **Les taux de persistance des cadavres (p), de Jones et d'Huso**, qui seront détaillés dans la partie traitant des méthodes d'estimation de la mortalité.

2.3.3.4 Correction surfacique

Pour pallier le biais méthodologique induit par les surfaces non-prospectables un facteur de correction surfacique sera appliqué sur les résultats obtenus. L'observateur calcule, à chaque sortie, la surface prospectable en fonction des tracés GPS réalisés in situ et reportés sous SIG. En effet, selon le stade de végétation (absence de végétation, végétation basse et végétation haute), la capacité du chercheur à trouver les cadavres peut s'en trouver affectée. De fait, la surface devient non-prospectable lorsque la végétation est haute.

Le facteur de correction est défini comme suit pour l'étude :

$$A = \frac{A_{Th}}{A_p}$$

Où : - A_{Th} est la surface théorique,
- A_p est la surface prospectée.

Le facteur de correction surfacique appliqué sera calculé à chaque sortie.

2.3.3.5 Estimation de la mortalité

Une fois la campagne d'inventaire réalisée, les résultats sont analysés et différentes méthodes d'estimation de la mortalité sont utilisées.

Protocole « Winkelmann »

Le protocole « Winkelmann » est le plus ancien et certainement le plus simple également. Plusieurs suivis de mortalité ont utilisé cette formule qui ne tient compte que des taux de prédation et de détection sans prendre en considération leurs variabilités pendant un intervalle de temps défini. Cette formule présente des résultats d'une très grande variabilité de l'estimation de la mortalité. Elle a tendance à surestimer en cas de forte prédation et/ou d'une efficacité chercheur faible.

$$N = \frac{C}{z * d} * A$$

Où : - N = nombre estimé de cadavres (mortalité)
 - C = nombre de cadavres comptés pendant l'étude
 - z = taux de prédation soit le nombre de cadavres disparus (3 jours après) divisé par le nombre de cadavres initiaux.
 - d = l'efficacité du chercheur
 - A = le coefficient de correction surfacique

Protocole « Erikson »

En 2000, Erikson intègre au calcul une nouvelle variable, la durée moyenne de persistance des cadavres. L'avantage de cette formule est qu'elle fonctionne même lorsque le taux de persistance des cadavres est nul. L'inconvénient est qu'en cas de variable nulle, les résultats de l'estimation de la mortalité seront plus faibles (sous-estimation), la prédation étant minorée.

$$N = \frac{(I * C)}{(t * d)}$$

Où : - N = nombre estimé de cadavres (mortalité)
 - I = durée moyenne (en jour) de l'intervalle entre deux passages (voir ci-dessus)
 - C = nombre de cadavres comptés pendant l'étude
 - t = durée moyenne de persistance des cadavres (voir ci-dessus)
 - d = l'efficacité du chercheur

Protocoles « Jones » et « Huso »

Ces deux protocoles sont très semblables et intègrent deux nouvelles variables :

- Le taux de persistance (dont le calcul diffère d'un protocole à l'autre)
- Le coefficient correcteur de l'intervalle

$$N = \left(\frac{C}{d * p * \hat{e}} \right) * A$$

Où : - N = nombre estimé de cadavres (mortalité)
 - C = nombre de cadavres comptés pendant l'étude

- d = l'efficacité du chercheur
- p = le taux de persistance (voir calcul ci-dessous « Jones » ou « Huso »)
- \hat{e} = le coefficient correcteur de l'intervalle (voir ci-dessous)
- A = le coefficient de correction surfacique

Le coefficient correcteur de l'intervalle est défini comme suit :

$$\hat{e} = \frac{\text{Min}(I; \hat{I})}{I}$$

Où : - $\hat{I} = -\log(0,01) * t$
- t = durée moyenne de persistance d'un cadavre.

« Jones »

En 2009, Jones et al. proposent une méthode intégrant un taux de persistance et un coefficient correcteur de l'intervalle. Pour ce faire, cette méthode repose sur les postulats suivants :

- Le taux de mortalité est constant sur l'intervalle défini,
- La durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative (impliquant que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle corresponde à la probabilité de disparition d'un cadavre à la moitié de l'intervalle).

Ainsi, Jones définit le taux de persistance comme suit : $p = e^{\left(\frac{-0,5 * I}{t}\right)}$

Où : - I = durée moyenne (en jours) de l'intervalle entre deux passages
- t = durée moyenne de persistance d'un cadavre

Le taux de persistance des cadavres selon la méthode « Jones », appliqué sera p = 0,33 jours.

D'où :

$$N = \frac{c}{d * e^{\left(\frac{-0,5 * I}{t}\right)} * \hat{e}} * A$$

« Huso »

En 2010, Huso propose une nouvelle évaluation du taux de persistance. En se basant sur la formule de Jones, elle considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle (second postulat de Jones), n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre et définit le taux de persistance comme :

$$p = \frac{\left(t * \left(1 - e^{\left(\frac{I}{t}\right)}\right)\right)}{I}$$

Où : - I = durée moyenne (en jour) de l'intervalle entre deux passages
- t = la durée moyenne de persistance d'un cadavre

Le taux de persistance des cadavres selon la méthode « Huso », appliqué sera p = 0,40

jours.

D'où :

$$N = \frac{C}{d * \left(\frac{t * \left(\frac{1 - e^{-I}}{1 - e^{-\frac{I}{t}}} \right)}{I} \right)^{\hat{\epsilon}}} * A$$

Protocole « Korner »

En 2011, Korner-Nievergelt propose une nouvelle méthode d'estimation de la mortalité qui semble non biaisée quand l'efficacité du chercheur et la probabilité de persistance sont constantes. En revanche lorsque ces variables diffèrent, cette méthode semble comporter les mêmes biais que celles d'Huso ou d'Erickson.

$$N = md \left(s \frac{1 - s^I}{1 - s} \right) \left(\sum_{i=0}^{n-1} (n-i)((1-d)s^I)^i \right)$$

Où : - N = nombre estimé de cadavres (mortalité)

- m = nombre de cadavres trouvés par jour
- s = probabilité qu'un cadavre ne disparaisse pas en 24 heures soit :

$$s = 1 - \frac{Nb \text{ de cadavre disparu en } 24h}{Nb \text{ de cadavre initial}}$$

- I = intervalle entre deux visites
- n = nombre de recherches pendant l'étude
- i = numéro de la recherche
- d = l'efficacité du chercheur

Protocole « Etterson »

En 2013, « Etterson » publie une nouvelle formule pour estimer la mortalité. Cette formule semble plus adaptée lorsque les recherches sont irrégulières. La formule ne sera pas développée ici. Nous l'avons utilisée grâce au package « carcass » sur le logiciel R.

Les quatre derniers protocoles sont les plus récents et intègrent des variables permettant de réduire les biais méthodologiques. Les résultats, s'ils diffèrent, présentent néanmoins l'avantage de proposer une estimation de la mortalité relativement fiable. Les estimateurs de Winkelmann et d'Erickson seront donnés à titre indicatif et seront utilisés lors de la comparaison de la mortalité avec d'autres parcs. La moyenne des quatre autres estimateurs (Huso, Jones, Korner et Etterson) sera utilisée pour estimer la mortalité.

Concernant l'estimation de la mortalité, la SFEPM juge que l'estimateur de Winkelmann est obsolète et qu'au moins trois des estimateurs suivants doivent être utilisés : Huso, Jones, Erickson, Korner-Nievergelt, Limpens, Bastos etc.

2.3.3.6 Postulat de chaque méthode d'estimation

Méthodes	Aire d'étude	Intervalle entre deux recherches	Prédation	Détection
Winkelmann (1989)	Pris en compte	Pas d'exigence	Pris en compte (Nombre de cadavres disparus dans un intervalle de temps non précisé)	Pris en compte (Test détection)
Erickson (2000)	Pris en compte	Pas d'exigence	Pris en compte (Durée de persistance) Suppose que la prédition suit une loi exponentielle.	Pris en compte (Test détection) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche peut l'être aux suivantes.
Jones (2009)	Pris en compte	Pas d'exigence	Pris en compte (Durée de persistance) Suppose que la prédition est constante dans l'intervalle entre deux recherches	Pris en compte (Test détection) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche peut l'être aux suivantes.
Huso (2010)	Pris en compte	Intervalle basé sur « i » (Le temps au-delà duquel la probabilité de persistance est inférieure à 1 %)	Pris en compte (Durée de persistance) Suppose que la prédition suit une loi exponentielle.	Pris en compte (Test détection) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche ne peut l'être aux suivantes.
Korner (2011)	Non ajustée (dans la formule de base)	Intervalle régulier	Pris en compte (Probabilité persistance) Suppose que la prédition est constante, au fil du temps.	Pris en compte (Test détection) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche peut l'être aux suivantes. Suppose une détectabilité constante ou décroissante au fil du temps
Etterson (2013)	-	Intervalle régulier et irrégulier	Pris en compte Suppose que la probabilité est constante ou dépend de « l'âge » du cadavre ou dépend d'un calendrier.	Pris en compte (Test détection) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche peut l'être aux suivantes.

Soulignons que la formule de Winkelmann (1989) a tendance à surestimer la mortalité réelle surtout lorsque la durée de persistance des cadavres est faible. A l'inverse, la formule d'Erickson (2000) a tendance à sous-estimer la mortalité réelle en particulier lorsque la durée de persistance des cadavres est importante. Ainsi, et comme mentionné précédemment, ces deux formules sont donc données seulement à titre indicatif afin de permettre une comparaison avec d'autres parc éoliens.

2.3.4 Limites des méthodes utilisées et compensation des limites

Les résultats de l'inventaire sont des résultats bruts. Plusieurs variables ont été prises en compte pour estimer la mortalité et limiter les biais, toutefois quelques imperfections subsistent :

- Des cadavres peuvent disparaître avant le passage de l'observateur. Ces derniers ne peuvent être comptabilisés. Ce biais reste limité grâce à la pression d'inventaire ainsi qu'à l'utilisation d'un coefficient de persistance des cadavres.
- L'efficacité non optimale des observateurs recherchant les cadavres au sol est un biais puisque le chercheur ne trouve généralement pas la totalité des cadavres. Ce biais est compensé par le coefficient de détection qui détermine le pourcentage de cadavres découverts par un observateur. Ce coefficient, estimé à deux reprises, reste un facteur limitant.
- La prédatation est fluctuante d'une éolienne à une autre, la prédatation globale sur le parc éolien ne semble donc pas représentative de la prédatation localisée. Les tests de prédatation sont effectués sous plusieurs éoliennes pour améliorer la précision de l'estimation de la prédatation sur l'ensemble du parc. De plus, des cadavres de cailles et de souris sont utilisés pour le test de prédatation ce qui peut différer de la prédatation réelle.
- La surface prospectée ne peut pas toujours être d'un hectare par éolienne, principalement à cause de la hauteur et la densité du couvert végétal qui rend impossible la détection de cadavres. Ce biais est corrigé par le coefficient de correction surfacique qui prend en compte la surface prospectée à chaque prospection et applique une correction surfacique. Cette correction part de l'hypothèse que les cadavres se répartissent de façon homogène sous l'éolienne sur une surface d'un hectare.

Enfin, d'autres biais ne peuvent être palliés mais ils ont été limités autant que possible :

- La surface de prospection est un carré englobant la totalité de la zone de survol des pales (coté égal à deux fois la longueur d'une pale), il est possible que des individus soient éjectés en dehors de cette zone ou soient blessés et meurent à une distance bien plus éloignée. Il s'agit du « capping loss », un biais très peu étudié et non pris en compte dans les différentes méthodes d'estimations.
- Les conditions météorologiques peuvent altérer l'état des cadavres et ainsi les rendre moins facilement détectables voire indétectables. Ce biais est limité par la pression d'inventaire, à savoir un passage tous les sept jours (en moyenne).
- L'efficacité du chercheur peut être biaisée en fonction des conditions météorologiques. Ce biais est réduit car les sorties ont été réalisées autant que possible par temps correct.

Partie 3 : Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères

3.1 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

Notons en premier lieu que d'après les résultats présentés dans l'étude d'impact du Parc éolien de Larré (site de Rocher Breton) de 2013, l'ensemble du cycle annuel des chauves-souris a été étudié, et ce sur deux années consécutives (2011 et 2012). Cependant, des protocoles différents de ceux menés actuellement ont été réalisés sur le site à l'époque (inventaires au sol par point d'écoute et recherche de gîtes). Des analyses de l'évolution des populations et de leurs comportements vis-à-vis du parc éolien ne pourront être menées finement.

Des analyses plus globales sur la diversité totale et les activités présentes en 2019 en comparaison des conclusions de l'étude d'impact de 2013 seront réalisées.

D'après les résultats présentés dans l'étude d'impact de la ferme éolienne de Larré, les protocoles utilisés ont permis d'établir une liste de **15 espèces**, avec des enjeux pour les espèces de lisières et ubiquistes, comme la Barbastelle d'Europe ou la Pipistrelle de Kuhl. Cependant, aucune écoute en altitude n'a été effectuée lors de l'étude d'impact. De ce fait, les espèces de haut vol sensibles à l'éolien ne sont pas ou peu inventoriées. Le suivi comportement de la présente étude cible précisément l'activité des chiroptères au niveau des rotors. Cela devrait permettre d'étoffer les résultats de l'étude d'impact, en particulier sur le groupe des espèces de haut vol, comme les noctules.

Les conclusions de l'étude d'impact réalisée par CALIDRIS en 2013 sont présentées dans la figure suivante.

5.1-Enjeux liés aux espèces

Espèce	Enjeu patrimonial national	Enjeu patrimonial régional	Présence sur la zone d'étude immédiate	Enjeu sur la zone d'étude immédiate
Petit rhinolophe	Fort	Fort	Faible	Modérée
Grand rhinolophe	Fort	Fort	Faible	Modéré
Grand murin	Fort	Fort	Faible	Modérée
Murin à oreilles échancrées	Modéré	Fort	Très faible	Faible
Murin de Bechstein	Fort	Fort	Très faible	Faible
Barbastelle d'Europe	Fort	Fort	Modérée	Fort
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Modéré	Forte	Modéré
Pipistrelle de Nathusius	Faible	Modéré	Très faible	Faible
Pipistrelle commune	Très faible	Faible	Forte	Faible
Sérotine commune	Faible	Faible	Modérée	Faible
Murin de Natterer	Faible	Modéré	Faible	Faible
Murin à moustaches	Faible	Faible	Faible	Faible
Murin d'Alcathoe	Faible	Modéré	Modérée	Modéré
Murin de Daubenton	Faible	Faible	Forte	Faible
Oreillard sp.	Faible	Faible	Modérée	Faible

Tableau 45 : Définition des enjeux liés aux espèces sur le site

Figure 4 : Enjeux liés aux espèces de chiroptères – étude d'impact du Parc éolien de Larré – 2013

8.1- Impacts directs

Il s'agit de l'impact potentiel porté directement sur les individus par mortalité due aux collisions. L'impact est défini pour chacune des éoliennes en fonction des espèces présentes dans l'aire d'étude immédiate et de leur risque de collision.

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Risque de collision sur le site	Impact E1	Impact E2	Impact E3	Impact E4
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe	Faible à moyen	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand rhinolophe	Faible à moyen	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Barbastelle barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Moyen	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Myotis bechsteini</i>	Murin de Bechstein	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Myotis myotis</i>	Grand murin	Faible à moyen	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Moyen	Faible	Faible	Moyen	Faible à moyen
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Moyen	Faible	Faible	Moyen	Faible à moyen
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	Faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	Faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Plecotus sp</i>	Oreillard sp	Faible	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Faible à moyen	Très faible	Très faible	Faible à moyen	Faible à moyen

Tableau 51 : Impact direct de chaque éolienne lié au risque de collision sur le site

Figure 5 : Impacts direct sur les populations de chiroptères – étude d'impact du Parc éolien de Larré – 2013

8.2- Impacts indirects

Il s'agit de l'impact potentiel, induit indirectement sur les chiroptères par destruction ou altération des fonctionnalités des habitats suite à l'implantation des éoliennes, des dépendances et servitudes.

Habitat	Implantation prévue	Impact potentiel par destruction, perturbation d'habitat de chasse et/ou corridor de déplacement	Impact par destruction de gîtes
Etang forestier	A plus de 200 m	Faible	Nul
Plantation de résineux	Au sein de l'habitat (E4)	Faible	Faible
Taillis de châtaignier et lisière	A plus de 200 m	Faible	Nul
Clairière forestière	A plus de 200 m	Faible	Nul
Prairies humides avec éléments bocagers	A plus de 200 m	Faible	Nul
Lisière de plantation de résineux en contexte agricole	A environ 100 m (E1 et E2)	Faible	Nul
	Au sein de l'habitat (E3)	Moyen	Faible
Etang acide en milieu ouvert	A plus de 200 m	Faible	Nul
Cultures	Au sein de l'habitat (E1 et E2)	Faible	Nul

Tableau 52 : Impact indirect de chaque éolienne lié au risque de destruction/perturbation d'habitats, corridors ou gîtes sur le site

Figure 6 : Impacts indirect sur les populations de chiroptères – étude d'impact du Parc éolien de Larré – 2013

3.2 Suivi de l'activité des chiroptères 2019

Les résultats présentés dans cette partie correspondent aux inventaires réalisés à l'aide d'un détecteur automatique d'ultrasons de type Batmode S2+, installé au niveau de la nacelle de l'éolienne E3. Ces inventaires sont réalisés en continu durant la période d'activité des chauves-souris.

Le dispositif est resté installé durant 202 nuits, du 18 avril au 5 novembre 2019.

3.2.1 Diversité et activité spécifique enregistrée

3.2.1.1 Résultats obtenus sur l'ensemble de la période d'étude

Le tableau suivant présente les résultats des inventaires en nacelle issus des analyses du logiciel SonoChiro®. Ces données ont toutes été vérifiées par un chiroptérologue afin d'obtenir une liste d'espèces dont la présence est certifiée. La plupart des contacts ont été vérifiés en raison de la présence potentiel de parasites enregistrés et liés à l'éolienne. Par cette méthode, les résultats présentés dans le tableau suivant constituent une base de données jugée fiable.

Genre	Espèces	Recensement
		Batmode E3
<i>Eptesicus</i>	Sérotine commune	353
<i>Nyctalus</i>	Noctule commune	72
	Noctule de Leisler	379
<i>Pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	654
	Pipistrelle de Kuhl	104
	Pipistrelle de Nathusius	1
<i>Individus n'ayant pu être rapporté à l'espèce</i>		
<i>Eptesicus/Nyctalus sp.</i>		186
Total	6 espèces	1 749

Tableau 4 : Répartition du nombre de contacts par espèce

La diversité spécifique inventoriée par le protocole d'écoute permanente en nacelle d'éolienne est conforme à la bibliographie pour ce type de milieu dans le département, avec la présence certaine de six espèces identifiées.

En altitude, on constate en effet une plus forte proportion des espèces dites de haut-vol (Noctule de Leisler, Noctule commune, Sérotine commune) ou généralistes (genre *Pipistrellus*). Ces espèces concentrent la totalité de l'activité enregistrée à hauteur de nacelle.

La Pipistrelle commune est l'espèce la plus représentée avec 654 contacts au total, devant la Noctule de Leisler (379 contacts), puis la Sérotine commune (353 contacts).

Avec 1 749 contacts sur le cycle complet, l'activité chiroptérologique sur le site de Larré à hauteur de nacelle semble modérée au regard des résultats des différentes études réalisés par ENCIS (environ 9 contacts par nuit). En effet, aucune échelle standardisée n'est actuellement disponible.

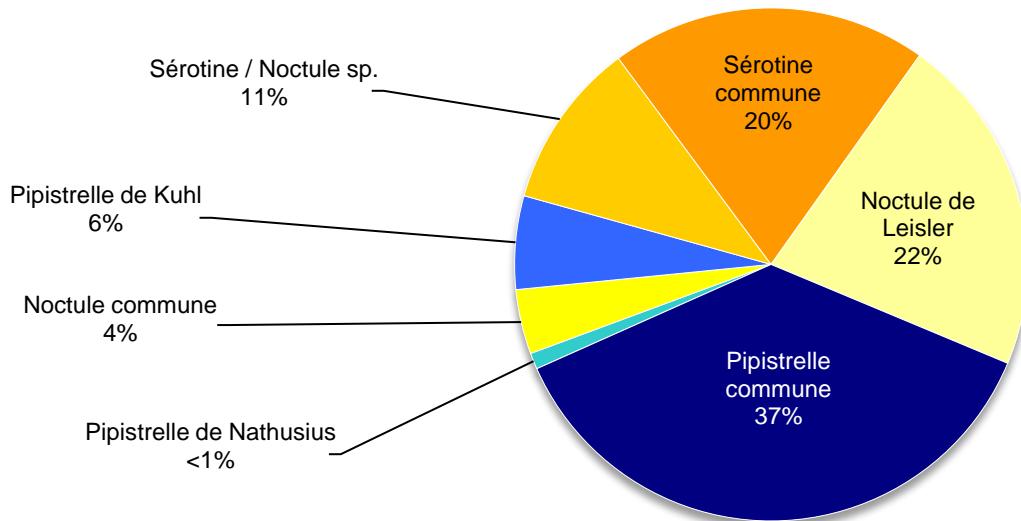


Figure 7 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces

Sur l'ensemble du cycle, **la proportion du groupe des espèces de haut vol** (Sérotine / Noctule sp.) est **la plus importante avec 57 %** de l'activité annuelle. Les Pipistrelles représentent une part tout de même non négligeable de l'activité, avec notamment **la Pipistrelle commune** qui est l'espèce la plus contactée sur le site (**37 %**).

3.2.1.2 Activité chiroptérologique journalière et mensuelle

Le graphique suivant illustre l'activité chiroptérologique par nuit d'inventaire. Ainsi, l'activité inter-journalière des chauves-souris est très irrégulière. Le nombre de contacts enregistrés par nuit varie de 0 à 247 contacts.

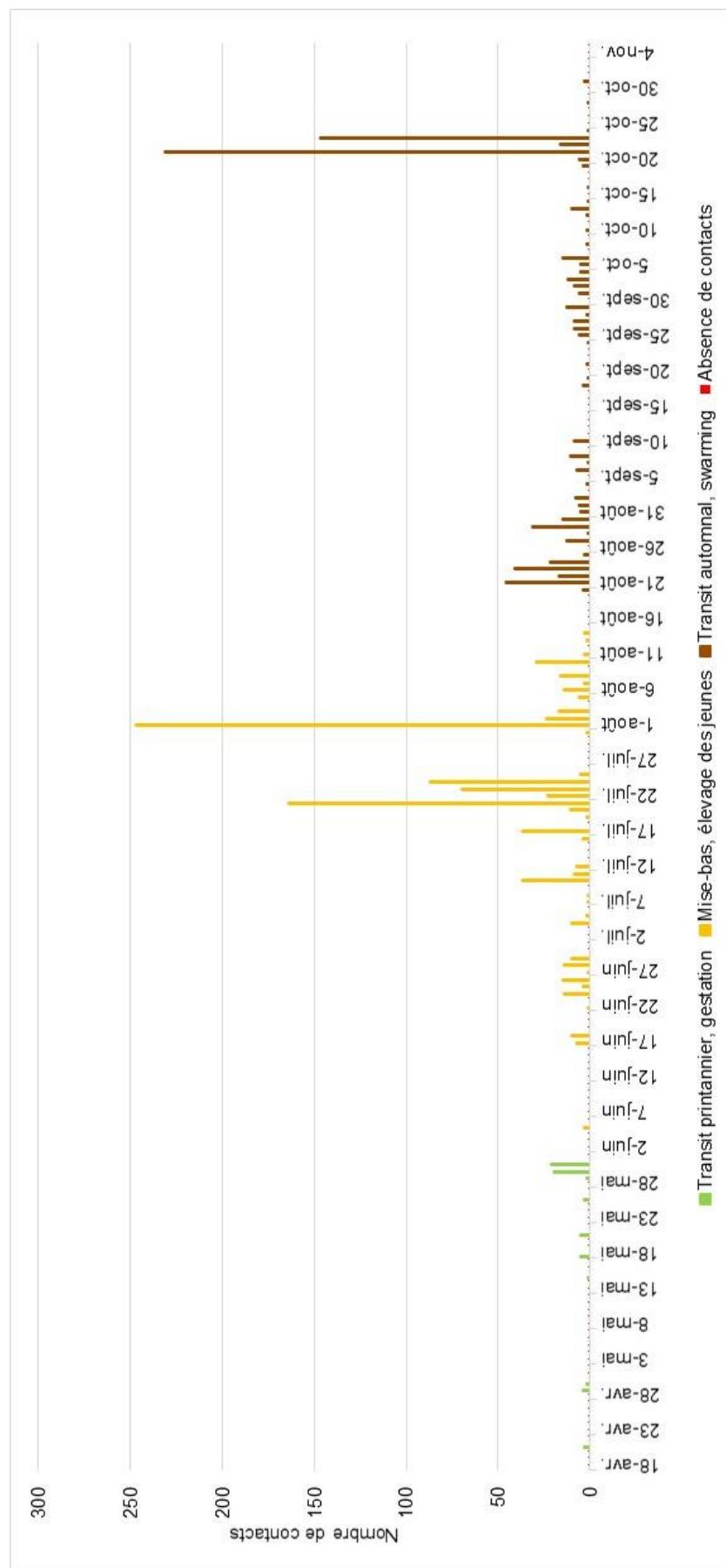


Figure 8 : Répartition du nombre de contacts par nuits sur la période d'inventaire

L'activité nocturne des chiroptères est irrégulière sur la période étudiée. Certaines nuits, aucun contact n'a été recensé, alors que d'autres nuits ont été très favorables à l'activité chiroptérologique. **Cette variabilité est difficile à anticiper** et dépend de nombreux facteurs qui ne sont pas toujours mesurables (disponibilité en proie, température, cycle biologique, phénomènes de condensation, etc.). On constate que **les nuits du 21, 23, 24 juillet, celle de 1^{er} août et celles du 21 et du 23 octobre ont concentré un grand nombre de contacts** (respectivement 164, 70, 87, 247, 231, et 147 contacts).

Quelques observations sont à noter pour les espèces les plus sensibles à l'éolien :

- La Sérotine commune est contactée régulièrement durant les mois de juillet et août. Ceci laissant supposer qu'une activité de reproduction est présente à proximité du site.
- La Noctule de Leisler suit un schéma quasi identique avec une activité plus prononcée lors de la phase estivale suivi d'un regain d'activité en octobre. Elle est également présente dans une moindre mesure sur toute la période d'activité des chiroptères. Des activités de reproduction et migratoire sont donc à supposer également pour cette espèce.
- La Noctule commune quant à elle, est plus fréquemment contactée au mois d'août.

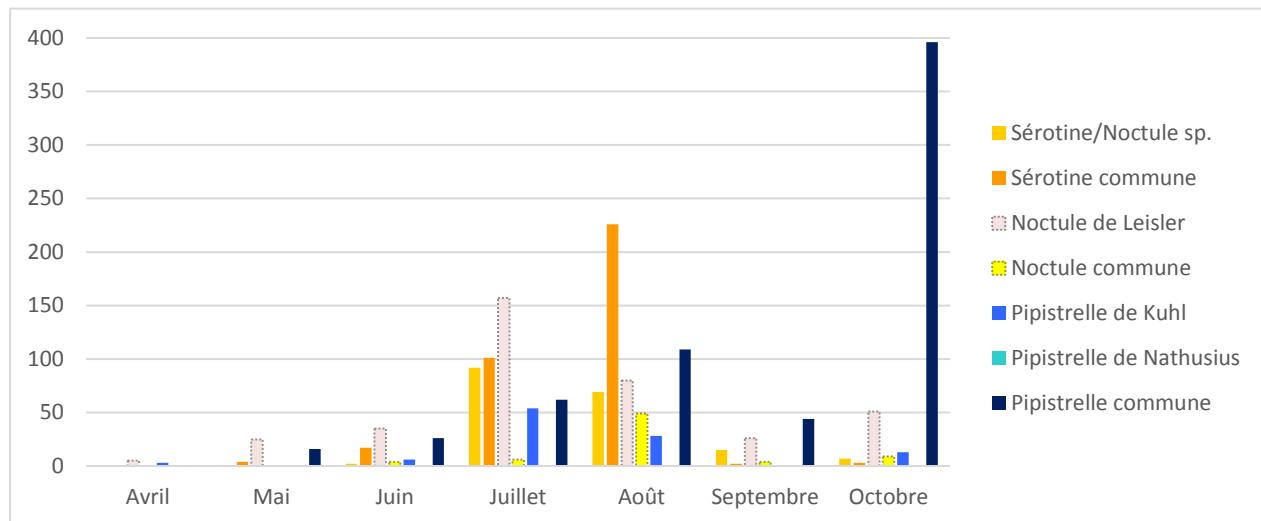


Figure 9 : Répartition mensuel du nombre de contacts par espèces

3.2.1.3 Résultats obtenus en fonction du cycle biologique des chiroptères

Le tableau suivant présente le nombre de contacts enregistrés pour chaque phase biologique. Ils ont également été ramenés au nombre de nuits présentant un contact chiroptérologique.

	Transits printaniers et gestation		Mise-bas et élevage des jeunes			Transits automnaux et swarming			Cycle complet
	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre		
Nombre de contacts par mois	9	46	90	472	364	198	91	479	1 749
Nombre de contacts par phase	55		926			768			
Nombre de nuits d'enregistrements	44		76			82			202
Pourcentage de contacts sur le cycle complet	3,2 %		52,9 %			43,9 %			100,0 %
Moyenne du nombre de contacts par nuit	1,3		12,2			9,4			8,7

Tableau 5 : Répartition mensuelle et saisonnière du nombre de contacts en hauteur

L'été et l'automne sont ainsi les périodes où les plus fortes activités ont été observées avec 926 et 768 contacts, représentant plus de 96 % de l'activité globale enregistrée. Cette activité peut être corrélée au nourrissage des jeunes en été et aux mouvements de migration et à la phase de reproduction en automne.

En effet, lors de la phase estivale, les femelles doivent se nourrir d'une grande quantité d'insectes afin de pouvoir subvenir au besoin de leur progéniture.

C'est lors de la phase biologique des transits automnaux et swarming que les chiroptères réalisent leurs réserves pour l'hibernation. C'est également à cette période qu'ont lieu les accouplements lors des regroupements de swarming et que les espèces transits, parfois sur des longues distances pour les migratrices, vers leurs gîtes d'hiver.

La phase avec l'activité la plus faible, est celle des transits printaniers et gestation avec un peu plus d'un contact par nuit. Néanmoins on note la présence, dans une moindre mesure, des noctules dès cette période, ce qui n'exclut pas une activité migratoire. Cette phase des transits printaniers est finalement négligeable en nombre de contacts par nuit en comparaison des phases de mise-bas et de transits automnaux.

L'absence de contact à partir de la fin du mois d'octobre est cohérente avec la littérature, les chiroptères entrant alors en hibernation.

Sur l'intégralité de la phase d'activité des chauves-souris 1 749 contacts ont été enregistrés, soit une moyenne de 8,7 contacts par nuit (cela représente une activité modérée selon notre retour d'expérience). Les phases estivale et automnale comptabilisent le plus de contacts (respectivement plus de 52% et près de 44% de l'activité globale).

3.2.2 Activité chiroptérologique en fonction des facteurs astronomiques et météorologiques

3.2.2.1 Activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

La répartition du nombre de contacts en fonction des heures de la nuit et de la période de l'année est représentée sur le graphique suivant. Ce dernier est présenté sous la forme d'une carte de chaleur affichant la densité de contacts chiroptérologiques. Les aplats de couleurs représentent l'intensité de l'activité chiroptérologique, répartie entre les heures de la nuit (heure astronomique et non civile) en ordonnée, et les jours de l'année en abscisse. La couleur blanche correspond à l'absence de contacts.

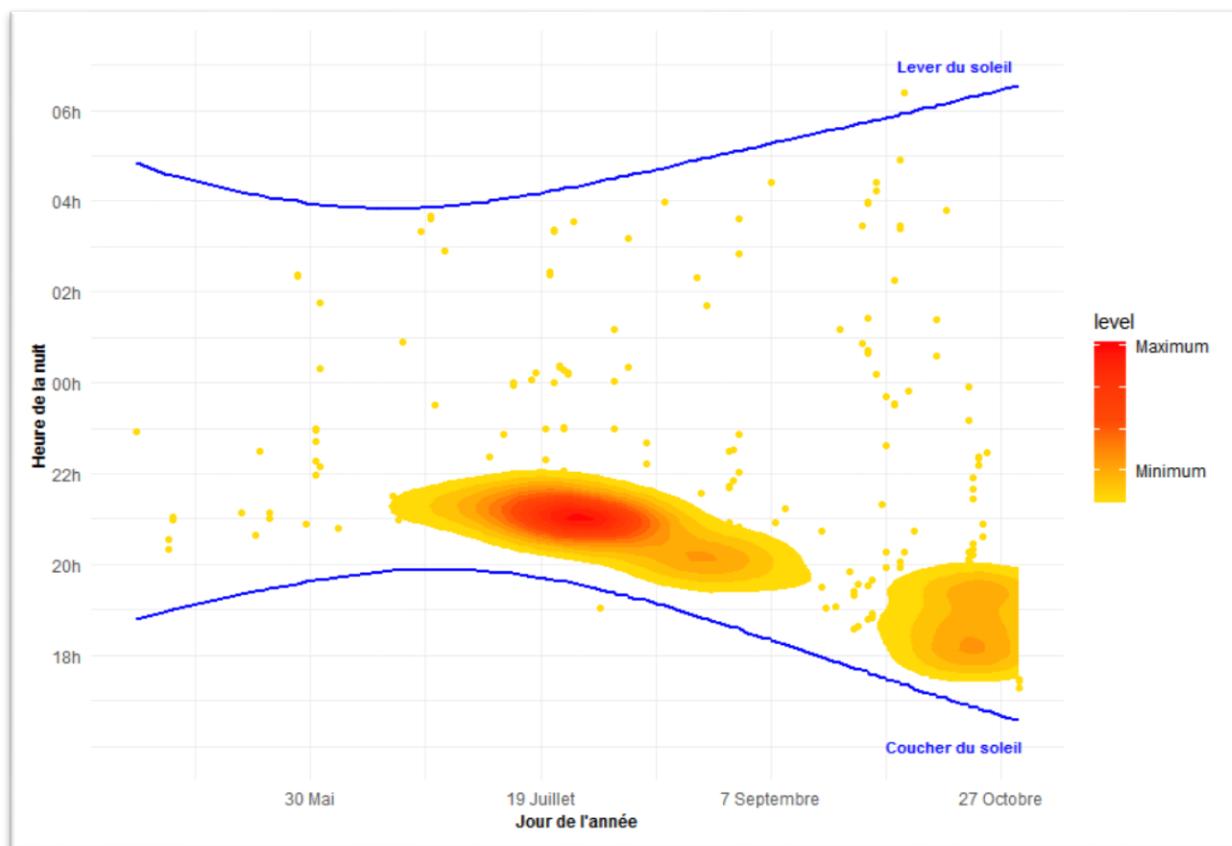


Figure 10 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

Selon les données bibliographiques, il existe une baisse progressive du niveau d'activité au cours de la nuit. Cette baisse peut être accentuée par des facteurs limitants, comme le début et la fin de la saison, ou encore des températures froides. En effet, **les chiroptères sont généralement plus actifs dans les deux à quatre heures après le coucher du soleil**.

Sur l'intégralité de la période analysée, cette tendance se dessine avec une activité plus prononcée durant les deux à trois premières heures de la nuit sur la majeure partie du cycle d'activité des chiroptères. On notera ensuite une activité plus épars mais ceci tout au long de la nuit, voire exceptionnellement après le lever du soleil. L'activité est plus intense de mi-juin à mi-septembre, puis au mois d'octobre.

Globalement, sur le site de Larré, l'activité des chiroptères est plus importante lors des trois premières heures de la nuit. On remarque cependant une activité plus éparses sur le reste de la nuit qui reste substantielle jusqu'au lever du soleil.

Activité chiroptérologique en fonction de la température

La température semble jouer un rôle sur l'activité chiroptérologique. Si plusieurs auteurs concluent à une corrélation positive entre l'augmentation de la température et l'activité (Redell *et al.* 2006 ; Arnett *et al.* 2006, 2007 ; Baerwald and Barclay 2011, etc.), d'autres ne considèrent pas ce paramètre en tant que facteur influant indépendamment sur l'activité chiroptérologique (Horn *et al.* 2008 ; Kerns *et al.* 2005). Arnett *et al.* 2006 ont en outre observé qu'au-dessus de 44 m d'altitude, l'activité n'était en rien affectée par la température. Les opinions sur les autres paramètres météorologiques, sont d'autant plus mitigées. La pression atmosphérique (Cryan and Brown 2007 ; Cryan *et al.* 2014) et l'hygrométrie (Behr *et al.* 2011) pourraient également influer sur l'activité chiroptérologique. Il semble toutefois vraisemblable que ces paramètres influent de manière concomitante sur l'activité des chiroptères (ce qui serait aussi le cas de la température) comme le montrent Behr *et al.* (2011), ou sur l'abondance d'insectes (Corten and Veldkamp 2001). Enfin, l'expérience montre qu'en fonction des saisons l'importance de ce facteur sur l'activité chiroptérologique oscille fortement.

Résultats obtenus sur l'ensemble de la période d'étude

Le graphique suivant présente parallèlement les occurrences des températures nocturnes enregistrées par les nacelles des éoliennes et le nombre de contacts de chiroptères en fonction de ces températures.

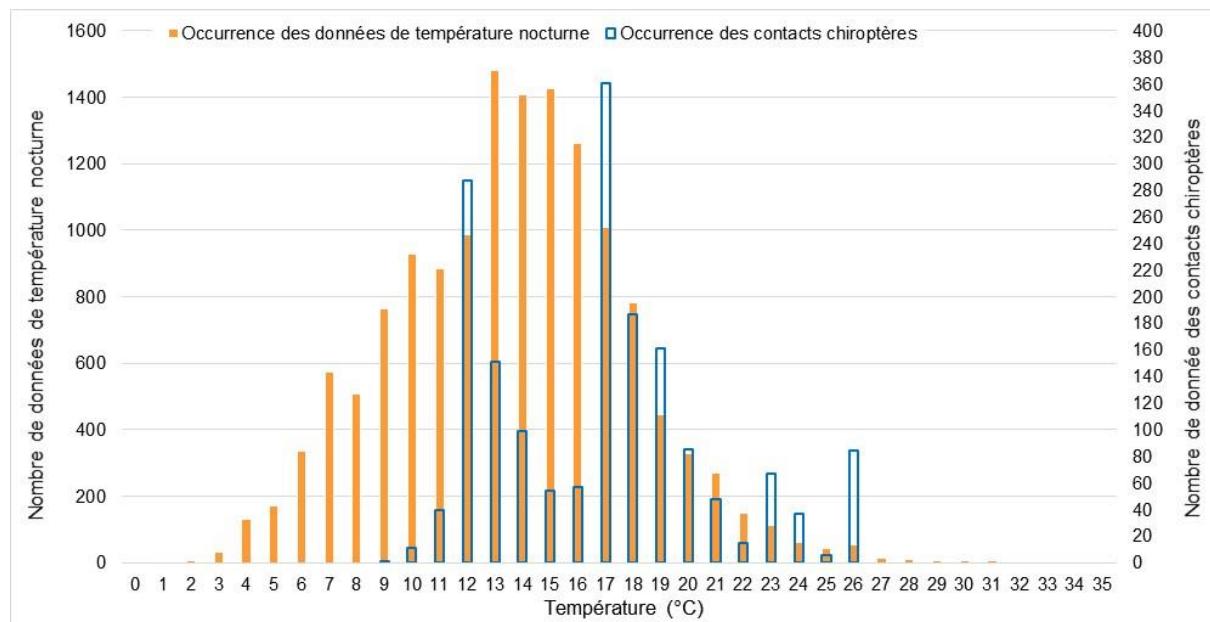


Figure 11 : Activité des chiroptères en fonction de la température pour E3

Les inventaires réalisés sur le site montrent ainsi un décalage entre l'activité chiroptérologique et les occurrences de températures enregistrées. Ainsi, **les chiroptères semblent concentrer leur activité entre 9°C et 26°C**, en ne suivant pas particulièrement la répartition des températures nocturnes.

Résultats obtenus par analyse mensuelle

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose globalement les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble de la période étudiée, à savoir qu'un **maximum d'activité est mesuré entre 9°C et 26°C** à hauteur de nacelle d'éolienne. On notera que l'ensemble des mois a une activité comprise entre 9°C et 22°C, seuls les mois de juillet et d'août ont une activité décalée vers des températures plus élevées, en corrélation avec les conditions météorologiques disponibles.

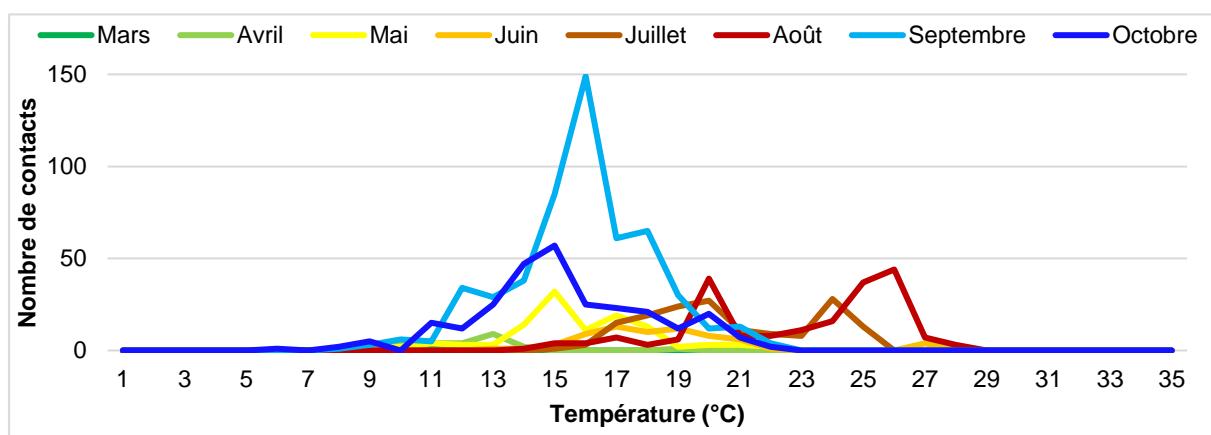


Figure 12 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température

Sur le site de Larré, l'activité chiroptérologique est concentrée au niveau des températures comprises entre 9°C et 26°C.

Activité chiroptérologique en fonction de la vitesse du vent

Résultats obtenus sur l'ensemble de la période d'étude

Le graphique suivant présente parallèlement les occurrences des vitesses de vent enregistrées à hauteur de nacelle et le nombre de contacts enregistrés en fonction des vitesses de vent.

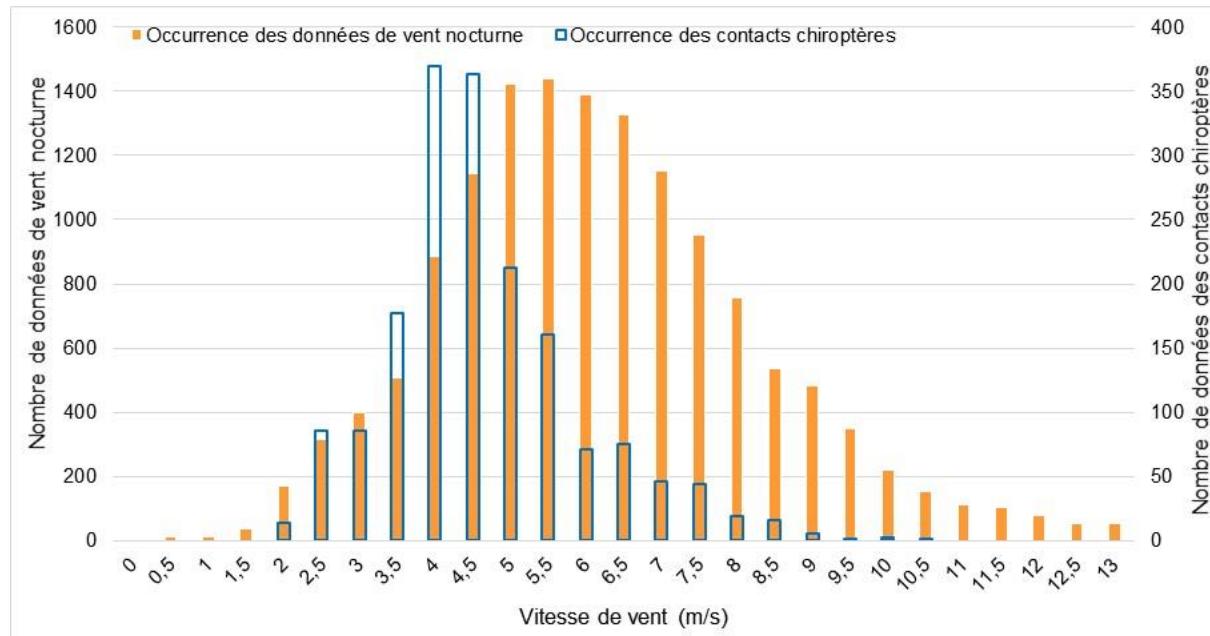


Figure 13 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent pour E3

Globalement, ce graphique illustre un décalage de l'activité chiroptérologique sous des vitesses de vent plus faibles que la répartition des occurrences de vent nocturnes.

L'activité chiroptérologique s'étale donc entre des valeurs de vent comprises entre 2 et 10,5 m/s à hauteur de nacelle.

Sur le site de Larré, un maximum d'activité chiroptérologique est observé entre 2,5 et 5,5 m/s, au-delà de ce seuil, le nombre de contacts décroît rapidement mais reste cependant à des valeurs non négligeables, allant jusqu'à 7,5 m/s.

Résultats obtenus par analyse mensuelle

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose globalement les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble de la période étudiée, à savoir qu'un **maximum d'activité est mesuré entre 2,5 et 5,5 m/s de vitesse de vent** à hauteur de nacelle d'éolienne.

On notera également deux maximums d'activité entre 3,5 et 5 m/s durant les mois d'août et d'octobre.

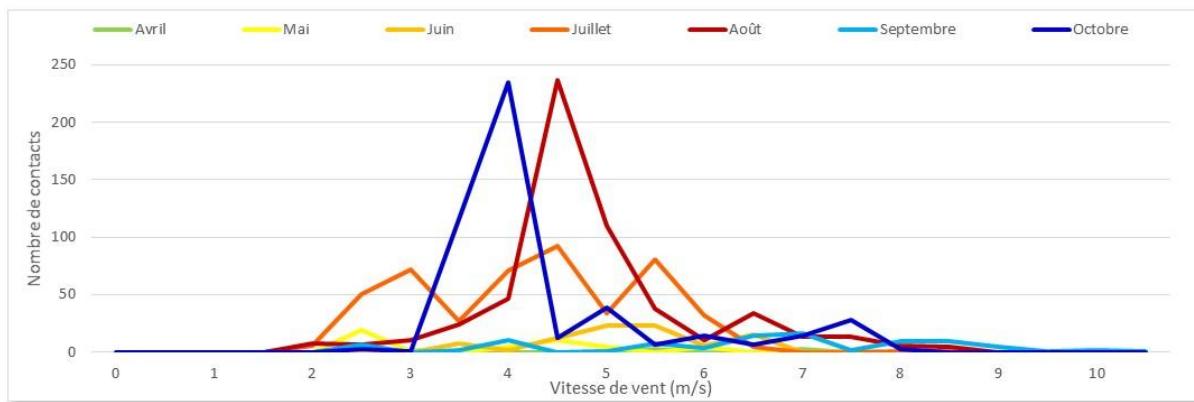


Figure 14 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

3.2.3 Synthèse des résultats du suivi comportement des chiroptères en nacelle

Au regard des analyses effectuées à partir des enregistrements en nacelle d'éolienne sur la période d'avril à novembre 2019, les principaux éléments suivants apparaissent :

- L'activité chiroptérologique enregistrée apparaît comme **modérée**.
- La diversité spécifique est de **six espèces confirmées** en hauteur dont six espèces pouvant évoluer en altitude (de haut vol ou généralistes), en cohérence avec les connaissances bibliographiques : la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Natusius et la Sérotine commune.
- **La Pipistrelle commune** a été la plus contactée (37 % de l'activité) devant la **Noctule de Leisler** (22 %) et la **Sérotine commune** (20 %).
- Une présence importante d'espèces de haut vol (Sérotines / Noctules) avec 57 % de l'activité.
- **L'activité chiroptérologique a été irrégulière**. Certaines nuits se démarquent avec un nombre de contacts assez important, notamment les nuits du 21, 23, 24 juillet, celle de 1er août et celles du 21 et du 23 octobre avec respectivement 164, 70, 87, 247, 231, et 147 contacts.
- Sur le site de Larré, l'activité des chiroptères est plus importante lors des trois premières heures de la nuit. On remarque cependant une activité plus éparses sur le reste de la nuit mais celle-ci reste constante jusqu'au lever du soleil.
- L'activité chiroptérologique est concentrée entre 9°C et 26°C.
- L'activité chiroptérologique **est plus forte pour des vitesses de vent comprises entre 2,5 et 5,5 m/s**. L'activité décroît ensuite mais reste tout de même non négligeable jusqu'à 7,5 m/s.

3.3 Analyse comparative avec l'étude d'impact

3.3.1 Diversité spécifique

Ce sont **17 espèces de chauves-souris** qui ont été recensées de manière certaine (dont un Oreillard sp.) sur le site au travers de ces différentes études (tableau suivant).

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Présence selon les études	
		Etude d'impact de 2012 ¹	Suivis post-implantation 2019
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	X	
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	X	
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	X	
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	X	
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	X	
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	X	
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	X	
Murin à moustache	<i>Myotis mystacinus</i>	X	
Murin à oreilles échancrees	<i>Myotis emarginatus</i>	X	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>		X
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>		X
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	X	
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X	X
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	X	X
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	X	X
<i>Recensements n'ayant pas pu être déterminés à l'espèce</i>			
Oreillard sp.	<i>Plecotus sp.</i>	X	
Sérotines / Noctules sp.	<i>Eptesicus / Nyctalus / Vespertilio</i>		X
Total des espèces	17	14 (15)	6 (7)

Tableau 6 : Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le site

L'étude d'impact de 2013 incluant les résultats des inventaires chiroptérologiques a permis d'inventorier 14 espèces certaines, contre six pour les inventaires de 2019.

Les protocoles menés sur les deux années d'études étant différents, il apparaît peu pertinent de les comparer, en effet :

- En 2011 et 2012 : des inventaires au sol ont été menés, comprenant un cortège chiroptérologique plus large mais où généralement peu d'espèces de haut vol sont contactées
- En 2019 : des inventaires sur nacelle d'éolienne ont eu lieu ne permettant de détecter que les espèces de chauves-souris capables d'évoluer en hauteur.

¹ Calidris, 2012

Cependant, en cumulant les différents types d'inventaires, le parc éolien de Larré témoigne d'une diversité spécifique globale jugée forte.

Parmi les espèces présentes, des cortèges de lisières sont notables en 2011 et 2012 avec les protocoles au sol (Murin de Natterer, Murin à oreilles échancrées, rhinolophes, etc.) contre davantage d'espèces de haut-vol avec les protocoles d'écoute sur nacelle de 2019 (noctules, Sérotine commune et pipistrelles).

Au vu des différents protocoles mis en place durant les deux études, il apparaît donc ici une certaine cohérence dans les cortèges présents entre les résultats de l'étude d'impact de 2013 et les cortèges observés lors des inventaires de l'année de suivi post-implantation de 2019.

3.3.2 Activité recensée

Les phases de mise-bas et d'élevage des jeunes ainsi que celle de transits automnaux et swarming semblent être des phases particulièrement propices à l'activité chiroptérologique, ce qui corrobore les données bibliographiques. Les analyses d'activité montrent une proportion plus importante de contact aux mois de juillet, août et octobre pouvant résulter d'une activité de reproduction à proximité du site et d'une activité migratrice ou de swarming.

3.3.3 Principaux éléments à retenir du suivi 2019

Le cortège des espèces de haut-vol ou capables d'évoluer en hauteur (sensibles à l'éolien) est bien présent sur le site de Larré. Au vu de la concordance des résultats de l'étude d'impact avec ceux de la présente étude, nous pouvons conclure que le site reste fréquenté par les chiroptères. Cependant, il est impossible de confirmer une modification de la fréquentation du site par les populations locales de 2013 (protocoles différents).

On notera que l'activité est plus importante lors des mois de juillet, août et octobre, ceci pouvant être interprété par de l'activité de parturition et un comportement migratoire ou de swarming.

Partie 4 : Résultats du suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères

4.1 Résultats des tests et paramétrage des méthodes d'estimation

4.1.1 Efficacité du chercheur

Le test de détection a pour but de déterminer l'efficacité du chercheur afin d'inclure ce paramètre dans l'estimation de la mortalité. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Chercheur	Période	Cadavres trouvés (d_i)	Cadavres total (d_T)
Thomas LEROY	Juin 2019	18	23
Thomas LEROY	Septembre 2019	21	27

Tableau 7 : Résultats des tests de détection

L'efficacité du chercheur est de : $d = 0,78$

4.1.2 Persistance des cadavres

Le test de prédation a pour but de déterminer le taux de persistance des cadavres lié notamment au prélèvement par les charognards. Ce paramètre est ensuite inclus dans l'estimation de la mortalité. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Test	Date	Nombre de cadavre déposés	Nombre de cadavres restant à J+1	Nombre de cadavres restant à J+3	Nombre de cadavres restant à J+6	Nombre de cadavres restant à J+9	Nombre de cadavres restant à J+13	Nombre de cadavres restant à J+15
Test 1	Juin	23	15	6	1	0	0	0
Test 2	Septembre	27	17	8	0	0	0	0
Total	-	50	32	14	1	0	0	0

Tableau 8 : Résultats des tests de prédation

Le taux de prédation est de : $z = 0,72$

La durée moyenne de persistance des cadavres est de : $t = 3,2$

4.1.3 Coefficient surfacique

Lors de chaque sortie, les surfaces prospectées sont relevées afin d'obtenir le pourcentage de la surface prospectée. Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des surfaces prospectée du suivi de 2019.

	Date	Eolienne 1 (m ²)	Eolienne 2 (m ²)	Eolienne 3 (m ²)	Eolienne 4 (m ²)	Total (m ²)	% surface prospectée
Sortie 1	13/05/2019	9 631	1 451,31	7 252,7	4 942,2	23 276,51	0,582
Sortie 2	24/05/2019	9 631	1 451,31	7 252,7	4 942,2	23 276,51	0,582
Sortie 3	28/05/2019	9 631	1 451,31	7 252,7	4 942,2	23 276,51	0,582
Sortie 4	04/06/2019	9 631	1 451,31	2 590,84	4 942,2	18 984,35	0,465
Sortie 5	13/06/2019	9 631	1 451,31	2 590,84	4 942,2	18 984,35	0,465
Sortie 6	17/06/2019	9 631	1 451,31	2 590,84	4 942,2	18 984,35	0,465
Sortie 7	24/06/2019	9 631	1 451,31	2 590,84	4 942,2	18 984,35	0,465
Sortie 8	02/07/2019	4 580,9	1 451,31	2 590,84	4 942,2	13 565,25	0,339
Sortie 9	08/07/2019	4 580,9	1 451,31	2 590,84	4 942,2	13 565,25	0,339
Sortie 10	17/07/2019	4 580,9	1 451,31	7 252,7	4 942,2	18 226,41	0,456
Sortie 11	24/07/2019	4 580,9	1 451,31	7 252,7	4 942,2	18 226,41	0,456
Sortie 12	31/07/2019	4 580,9	1 451,31	7 252,7	4 942,2	18 226,41	0,456
Sortie 13	05/08/2019	4 580,9	10 000	7 252,7	4 942,2	26 775,1	0,669
Sortie 14	08/08/2019	4 580,9	10 000	7 252,7	4 942,2	26 775,1	0,669
Sortie 15	20/08/2019	4 580,9	10 000	7 252,7	4 942,2	26 775,1	0,669
Sortie 16	27/08/2019	4 580,9	10 000	7 252,7	4 942,2	26 775,1	0,669
Sortie 17	05/09/2019	4 580,9	10 000	7 252,7	4 942,2	26 775,1	0,669
Sortie 18	12/09/2019	4 580,9	10 000	7 252,7	4 942,2	26 775,1	0,669
Sortie 19	18/09/2019	4 580,9	10 000	7 252,7	4 942,2	26 775,1	0,669
Sortie 20	24/09/2019	4 580,9	10 000	7 252,7	4 942,2	26 775,1	0,669

Tableau 9 : Résultats des surfaces prospectées par éolienne



Carte 4 : Habitats de l'aire de prospection de E1

Au niveau de l'aire à prospector de l'éolienne E1, deux haies, disposées de chaque côté de l'entrée de la plateforme n'étaient pas prospectables. La parcelle de grande culture, plantée en maïs n'a pas été prospectable de la sortie 8 jusqu'à la sortie 20.



Carte 5 : Habitats de l'aire de prospection de E2

Au niveau de l'aire à prospector de l'éolienne E2, la parcelle de grande culture, plantée en blés n'a pas pu être prospectée jusqu'à la sortie 12.



Carte 6 : Habitats de l'aire de prospection de E3

Au niveau de l'aire à prospector de l'éolienne E3, la parcelle de pâturage et la zone rudérale n'était pas prospectables de la sortie 4 à la sortie 9. Le pâturage était occupé par un troupeau de bovins dont un taureau et la végétation était trop haute au niveau de la zone rudérale.

Habitats de l'aire de prospection de E4



Carte 7 : Habitats de l'aire de prospection de E4

Au niveau de l'aire à prospecter de l'éolienne E4, la moitié de la surface étant une zone forestière et non prospectable, la surface prospectée tout au long du suivi a été constante.

4.2 Bilan de la mortalité avifaune

4.2.1 Bilan des connaissances sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien

4.2.1.1 Les principaux facteurs de mortalité de l'avifaune

A l'exception des parcs éoliens denses et situés dans des zones particulièrement riches en oiseaux, la mortalité par collision est généralement faible par rapport aux autres activités humaines. Le taux de mortalité varie selon les parcs de 0 à 60 oiseaux par éolienne et par an (programme « éolien biodiversité » - parcs européens). Ces chiffres dépendent de la configuration du parc éolien, du relief, de la densité des oiseaux qui fréquentent le site, des caractéristiques topographiques et paysagères (présence de voies de passage, de haies, de zones d'ascendance thermique) et des caractéristiques des oiseaux. A titre de comparaison, le réseau routier serait responsable de la mort de 30 à 100 oiseaux par km/an, le réseau électrique de 40 à 120 oiseaux par km/an...

Cause de mortalité	Commentaires
Ligne électrique haute tension (> 63 kV)	80 à 120 oiseaux/km/an (en zone sensible) ; réseau aérien de 100 000 km
Ligne moyenne tension (20 à 63 kV)	40 à 100 oiseaux/km/an (en zone sensible) ; réseau aérien de 460 000 km
Autoroute, route	Autoroute : 30 à 100 oiseaux/km/an ; réseau terrestre de 10 000 km
Chasse (et braconnage)	Plusieurs millions d'oiseaux chaque année
Agriculture	Evolution des pratiques agricoles, pesticides, drainage des zones humides.
Urbanisation	Collision avec les bâtiments (baies vitrées), les tours et les émetteurs.
Eoliennes	0 à 10 oiseaux / éolienne / an ; 2456 éoliennes en 2008, environ 10000 en 2020

Tableau 10 : Cause de mortalité des oiseaux
(Guide de l'étude d'impact des parcs éoliens 2010, d'après à partir de données LPO, AMBE)

Les différentes espèces interagissent différemment face à un parc éolien :

- Les espèces plus sensibles à l'effarouchement (limicoles, anatidés, grues, aigles...), plus méfiantes vis-à-vis des éoliennes en mouvement, sont par conséquent moins sensibles au risque de collision ;
- Les espèces moins farouches seront potentiellement plus sensibles à la mortalité par collision avec les pales (milans, buses, Faucon crécerelle, busards, martinets, hirondelles...).

Situations et facteurs risques

De manière générale, certaines situations peuvent accroître les risques de choc avec les pales.

Les principaux critères sont :

- les hauteurs et types de vol des espèces,
- le comportement de chasse pour les rapaces,
- les phénomènes de regroupement pour les espèces en migration, principalement pour les migrateurs nocturnes,
- les conditions de brouillard ou de nuages bas et les vents forts de face.

Espèces sensibles

Il est possible de calculer un indice de sensibilité des espèces d'oiseaux vis-à-vis du risque de collision en se basant sur les cas de mortalité recensés en Europe (Dürr, 2019) et l'abondance des espèces (Birdlife International, 2017) ; un niveau de sensibilité de 0 à 4 a ainsi été attribué à chaque espèce européenne.

À la suite de cette analyse, trois rapaces ont été définies comme les plus sensibles (niveau4). Il s'agit du Vautour fauve, du Milan royal et du Pygargue à queue blanche. Il y a 13 espèces dont le Circaète Jean-le-Blanc, le Milan noir, le Grand-Duc d'Europe, le Balbuzard pêcheur, le faucon pèlerin et le Faucon crécerelle qui atteignent le niveau de sensibilité 3 ;

En France, les espèces les plus impactées sont les suivantes (Dürr, 2019) : le Roitelet à triple-bandeau, le Martinet noir, le Faucon crécerelle, l'Alouette des champs, la Buse variable, la Mouette rieuse, l'Etourneau sansonnet, le Rougegorge familier, etc.

Espèces les plus impactées

Les rapaces et migrants nocturnes sont des espèces généralement considérées comme les plus exposées au risque de collision avec les turbines (Impact des éoliennes sur les oiseaux – ONCFS-2014).

Certains rapaces, en particulier les espèces à tendance nécrophage tels que les milans, la Buse variable ou encore les busards, peuvent être attirés sur les parcelles cultivées lors des travaux agricoles (notamment la fauche des prairies au printemps et les moissons en été) et par l'ouverture des milieux liée au défrichement.

Pendant les migrations, les impacts semblent survenir plus particulièrement la nuit. Les espèces qui ne migrent que de jour (rapaces, cigognes, fringilles, etc.) sont capables d'adapter leurs trajectoires à distance. En effet, comme cela a été démontré dans l'étude d'Abies (2002), 88 % des oiseaux changent leur trajectoire à la vue des éoliennes. Ces comportements d'anticipation participent à la réduction des situations à risques. Les petits oiseaux volent à faible hauteur, et les grands oiseaux migrent très haut dans le ciel, bien plus haut que les éoliennes : comme les Grues, les Cigognes et certains rapaces. Le risque de collision est peu important.

4.2.1.2 Bilan national de la mortalité de l'avifaune

Le bilan suivant s'appuie sur le rapport « le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune, LPO, 2017 ».

En France, 5 156 éoliennes étaient déjà construites et en fonctionnement en avril 2016, et 1 017 autres ont obtenu un permis de construire et d'exploitation. Les parcs en France ont en moyenne 7,7 machines d'une hauteur moyenne de 139 mètres en bout de pale. Sur l'ensemble des éoliennes seulement 645 ont fait l'objet d'un suivi de la mortalité soit 12,5 % des éoliennes en France.

Parmi les suivis réalisés, seuls 80 % ont été effectués sur une surface d'au moins 1 ha. Le nombre de prospections est variable, allant d'un passage à l'année à plusieurs passages par semaine tout au long de l'année. Au total 37 839 prospections ont été réalisées, le plus souvent au printemps, en été et en automne.

D'un point de vue qualitatif (cf. Annexe 5 : Mortalité aviaire, simplifiée, observée en France et en Europe au 2 Septembre 2019 (Source : Dürr, 2019)), les groupes d'espèces les plus impactés par ordre décroissant sont les Passereaux puis les Rapaces, ensuite les Laridés et enfin les Apodiformes (Martinet noir notamment).

Au total, 31 parcs possèdent un suivi acceptable (au moins 26 semaines de suivi avec un passage par semaine). Lors de ces suivis, 485 cadavres ont été notés sur 189 éoliennes soit environ 1,24 oiseau/éolienne/an.

Si l'on se concentre sur les neuf parcs ayant fait l'objet d'un suivi plus robuste (au moins une sortie par semaine pendant 48 semaines lors d'une année sur une surface d'au moins 50 mètres autour de l'éolienne), on dénombre 293 cadavres d'oiseaux pour 49 éoliennes soit un ratio de 2,15 oiseaux/éolienne/an. Remarque : « [...] les neufs parcs évoqués ci-dessus se trouvent soit en ZPS (pour cinq d'entre eux) soit à proximité immédiate (476 m, 574 m, 1 027 m et 1 874 m de la ZPS la plus proche) [...] ». Ainsi en fonction des parcs et des suivis, la **mortalité brute varie entre 1,24 à 2,15 oiseaux/éolienne/an**.

Pour finir, huit parcs ont fait l'objet d'estimation selon les quatre méthodes préconisées soit 1,38 % des éoliennes françaises. Ces parcs possèdent une sensibilité : proximité d'une ZPS, forêt de feuillus ou mosaïque de milieux. Les estimations sont comprises entre 0,3 et 26,8 oiseaux/éolienne/an. Toutefois si l'on enlève le parc comprenant une forte mortalité de pigeons (présence d'un silo à grain à proximité) cela nous donne pour huit parcs une **mortalité estimée de 0,3 à 7,6 oiseaux/éolienne/an avec en moyenne 4,2 et 3,6 en médiane**.

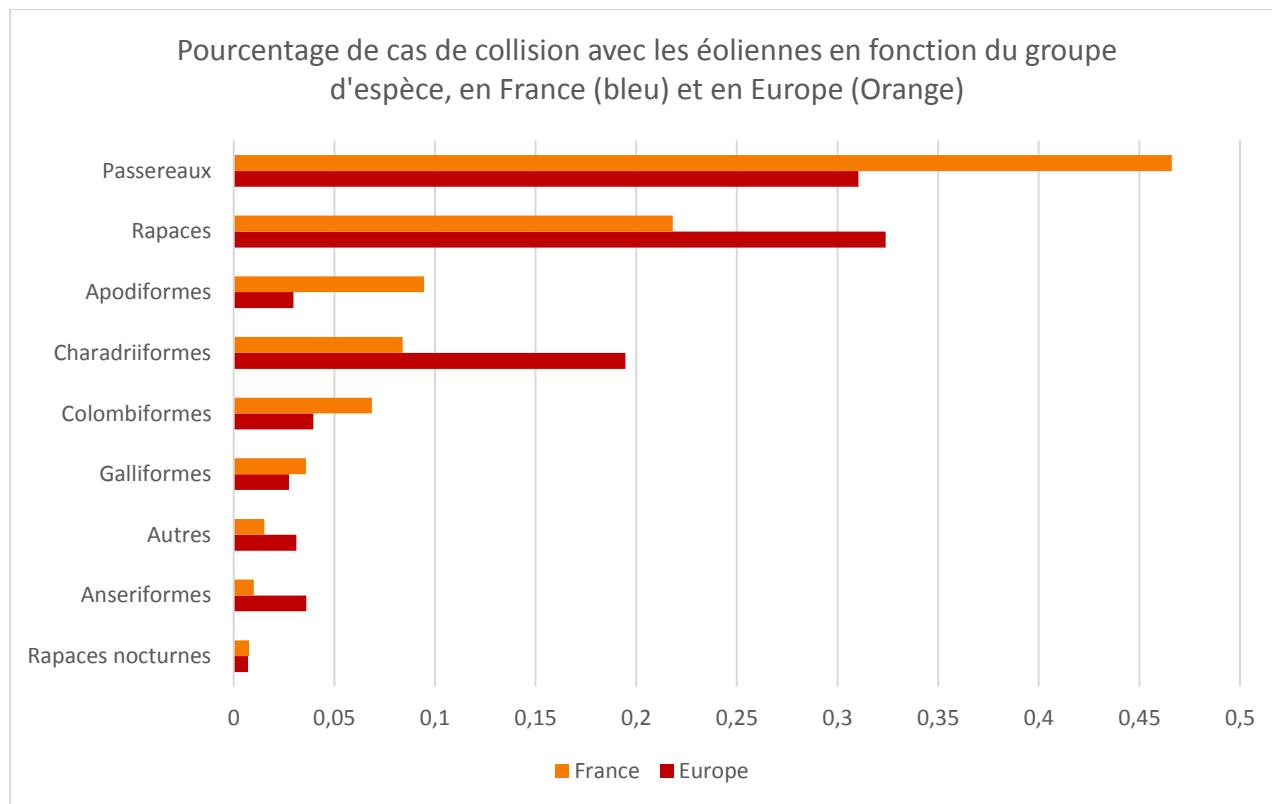


Figure 15 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce en France et en Europe
(source, Dürr, 2019)

4.2.2 Résultats quantitatifs globaux du suivi de l'avifaune en 2019

4.2.2.1 Mortalité brute

Résultats sur le parc éolien de Larré

Sur le parc de Larré, trois cadavres d'oiseaux ont été retrouvés, ce qui représente une mortalité brute de 0,75 cadavre/éolienne pour une période de cinq mois consécutifs. L'espèce la plus impactée est le Martinet noir (n=2). Par ailleurs, un autre cadavre non identifiable a été retrouvé (Oiseau sp).

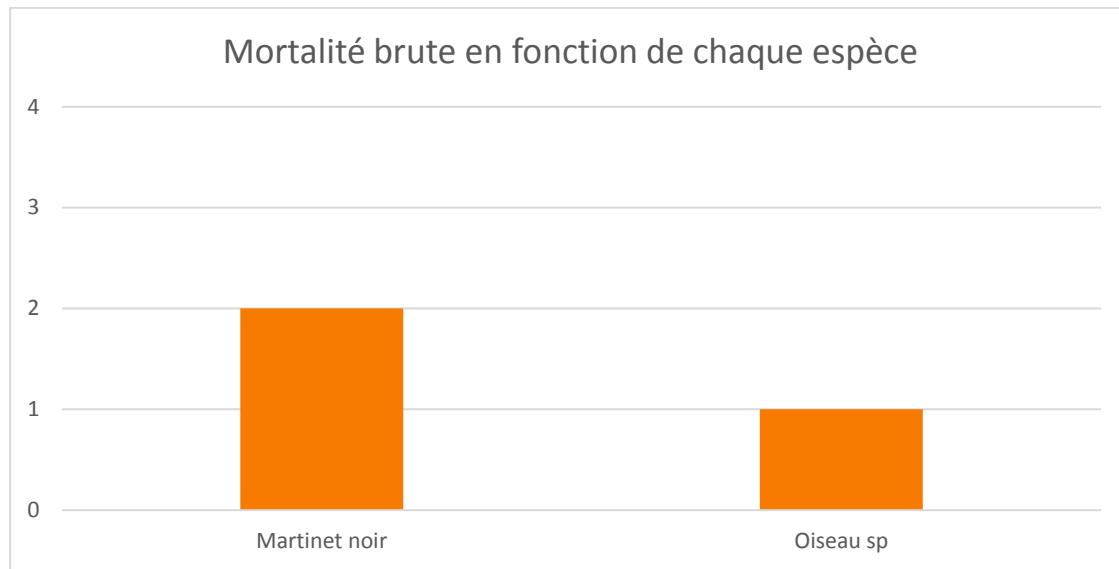


Figure 16 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque espèce

La mortalité brute sur le parc de Larré est de 0,75 cadavre par éolienne, pour la période de suivi. L'espèce la plus impactée avec deux individus est le Martinet noir.

Comparaison de la mortalité brute avec celles d'autres parcs éoliens

Parc éolien	Nombre d'éoliennes	Nombre de mois de suivi	Nombre de sortie	Surface théorique prospection	Nombre de cadavres d'oiseaux	Nombre de cadavre/éolienne/sortie
Bouin 2004 (85)	8 éoliennes	12	1 sortie/ semaine	1 ha	22	0,053
Bouin 2005 (85)		12	1 sortie/ semaine	1 ha	15	0,036
Bouin 2006 (85)		12	1 sortie/ semaine	1 ha	23	0,055
Bouin 2009 (85)		12	1 sortie/ semaine	1 ha	-	-
Benet 2008 (85)	5 éoliennes	12	1 sortie/ semaine	1 ha	14	0,054
Benet 2009 (85)		12	1 sortie/ semaine	1 ha	3	0,012
Le Bernard 2008 (85)	5 éoliennes	12	1 sortie/ semaine	1 ha	9	0,035
Le Bernard 2009 (85)		12	1 sortie/ semaine	1 ha	6	0,023
Le Bernard 2010 (85)		12	1 sortie/ semaine	1 ha	9	0,035
Le Bernard 2011 (85)		12	1 sortie/ semaine	1 ha	8	0,031
Mas de Leuze 2009 (13)	9 éoliennes	8,5	1.65 sortie/ semaine	1 ha	15	0,03
Mas de Leuze 2011 (13) **	8 éoliennes	3	2,4 sorties/ semaine	0,5 ha	13	0,058
Mas de Leuze 2012 (13) **	8 éoliennes	3	2,4 sorties/ semaine	0,5 ha	11	0,049
Bollène 2009 à 2012	3 éoliennes	40	3,8 sorties/ semaine	2,25 ha	44	0,024
Larré 2019 (56)	4 éoliennes	5	1 sortie/semaine	1 ha	3	0,038

** : Mise en place d'un bridage

Tableau 11 : Comparaison de la mortalité brute entre le parc de Larré et d'autres parcs en France

La mortalité brute observée sur le parc de Larré (cadavres/éolienne/sortie) fait partie des résultats modérés des parcs présentés dans le tableau ci-dessus.

Le nombre de cadavre par éolienne par sortie est de 0,038. Ce résultat fait partie des valeurs moyenne comparé à d'autres parcs français. L'exemple des parcs de Bouin 2004 et 2006, de Benet 2008 et du Mas de Leuze 2011 et 2012 présentant une mortalité brute plus forte, montre que le parc éolien de Larré se situe bien parmi les parcs à mortalité moyenne. Néanmoins, quelques parcs possèdent une mortalité plus faible, à l'instar du parc de Bollène 2009 à 2012, de Benet en 2009, de Bouin en 2005 et de le Bernard en 2009. La figure ci-dessous présente le nombre de cadavres par sortie par éolienne en fonction de différents parcs éoliens.

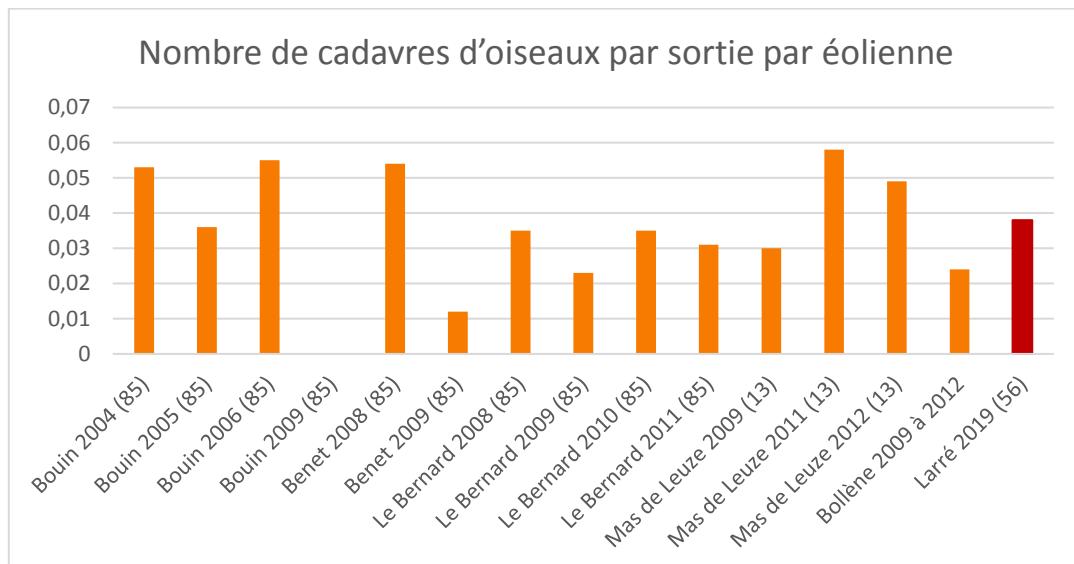


Figure 17 : Nombre cadavres d'oiseaux par sortie par éolienne en fonction de chaque parc

Avec 0.038 cadavre/éolienne/sortie, la mortalité brute de l'avifaune sur le parc de Larré fait partie des valeurs moyennes enregistrées parmi les parcs éoliens français utilisés pour comparaison.

4.2.2.2 Mortalité estimée

Résultats sur le parc de Larré

Le tableau suivant présente la mortalité estimée pour le parc éolien sur une période de cinq mois consécutifs en fonction de différentes méthodes (Huso, Jones, Korner, Etterson etc.).

Méthodes	Parc éolien Larré	
	Huso	Jones
Korner	18,40	
Etterson	18,86	
Winkelmann	8,80	
Erickson	14,27	

Tableau 12 : Estimation de la mortalité avifaune sur le parc selon différentes méthodes

Selon les quatre méthodes les plus fiables (Huso, Jones Korner et Etterson) les estimations varient de 16 à 20 individus pour les quatre éoliennes pour cinq mois consécutifs. Les estimations de Winkelmann et d'Erickson sont respectivement de neuf et 15 individus pour les quatre éoliennes et pour la période de suivi. Ces deux derniers estimateurs sont connus pour souvent surestimer (Winkelmann) et sous-estimer (Erickson). Notons que dans ce cas précis, cela n'apparaît pas comme tel. La moyenne des quatre premiers estimateurs est de 18,2 cadavres pour le parc pour les cinq mois consécutifs de suivi, ce qui représente une mortalité estimée d'environ 4,55 cadavres/éolienne pour la période de réalisation du protocole (5 mois).

La moyenne des quatre estimations les plus fiables est de 18,2 cadavres pour l'ensemble du parc sur la période de suivi.

Comparaison de la mortalité estimée avec celles d'autres parcs éoliens

Parc éolien	Surface théorique prospection	Nombre de cadavres d'oiseaux	Estimation (oiseaux/éolienne/an)			
			Huso	Jones	Erickson	Winkelmann
			Oiseau	Oiseau	Oiseau	Oiseau
Bouin 2004 (85)	1 ha	22	8	7,9	3,8	11,8
Bouin 2005 (85)	1 ha	15	6	6,2	3,7	7
Bouin 2006 (85)	1 ha	23	8,2	9,7	6,4	6
Bouin 2009 (85)	1 ha	-	-	-	-	-
Benet 2008 (85)	1 ha	14	5	5,3	3,6	5,2
Benet 2009 (85)	1 ha	3	1	1,1	0,8	0,9
Le Bernard 2008 (85)	1 ha	9	4,	4,6	3	5,6
Le Bernard 2009 (85)	1 ha	6	3,5	3,6	2,3	3,3
Le Bernard 2010 (85)	1 ha	9	4	4,1	2,8	3
Le Bernard 2011 (85)	1 ha	8	3,7	3,9	2,8	4
Bollène 2009 à 2012	2,25 ha	44	16,21 à 19,56	16,89 à 20,39	10,24 à 12,36	51,23 à 61,83
Larré 2019 (56)	1 ha	3	9,62	11,68	11,04	11,30

Tableau 13 : Comparaison de la mortalité estimée entre le parc de Larré et d'autres parcs en France

Avec une valeur rapportée sur une année, la mortalité estimée sur le parc de Larré fait partie des valeurs hautes des mortalités estimées sur les autres parcs français. Les valeurs présentées dans le

tableau ci-dessus (cadavres/éolienne/an) sont également rapportées à l'année.

En outre, le rapport de la LPO en juin 2017 mentionne, en se basant sur huit rapports avec estimations, que la mortalité estimée se situe entre 0,3 à 7,6 oiseaux/éolienne/an avec en moyenne 4,2 et 3,6 en médiane. Le parc de Larré se situe très au-dessus de la moyenne annoncée avec 10,92 oiseau/éolienne/an. Ces résultats importants à l'échelle du parc peuvent être expliqués par un fort pourcentage de correction surfacique (dû en partie au positionnement de E3 et E4 en milieu forestier) qui a pour conséquence d'augmenter les valeurs de la mortalité estimée.

Si l'on compare la mortalité des éoliennes à d'autres infrastructures (tableau suivant), on remarque que cette dernière est bien inférieure aux lignes électriques, autoroutes, urbanisation etc.

Cause de mortalité	Commentaires
Ligne électrique haute tension (> 63KV)	80 à 120 oiseaux/km/an (en zone sensible) ; réseau aérien de 100 000km
Ligne moyenne tension (20 à 63 KV)	40 à 100 oiseaux/km/an (en zone sensible) ; réseau aérien de 460 000km
Autoroute, route	Autoroute : 30 à 100 oiseaux/km/an ; réseau terrestre de 10 000km
Chasse (et braconnage)	Plusieurs millions d'oiseaux chaque année
Agriculture	Évolution des pratiques agricoles, pesticides, drainage des zones humides
Urbanisation	Collision avec les bâtiments (baies vitrées), les tours et les émetteurs
Éolienne	0 à 10 oiseaux/éolienne/an ; 2456 éoliennes en 2008, environ 10 000 en 2020

Tableau 14 : Guide de l'étude d'impact des parcs éoliens 2010, d'après à partir de données LPO, AMBE

Comparativement aux données de la LPO, la mortalité estimée est dans les valeurs hautes de la fourchette annoncée. **Ce résultat est à nuancer et n'est présent qu'à titre d'indication puisque le protocole de suivi des cadavres au sol a été réalisé sur une période de cinq mois et le résultat obtenu, afin d'être comparé aux autres parcs, est exprimé en année.**

Par ailleurs, comparée à d'autres infrastructures, la mortalité est très largement inférieure.

4.2.3 Résultats saisonniers globaux du suivi de l'avifaune

4.2.3.1 Mortalité brute

Sur l'année 2019, les cadavres d'oiseaux ont été retrouvés lors des mois de juin et juillet. La mortalité a été d'un cadavre en juin (13/06/2019) et de deux en juillet (02/07/2019 et 17/07/2019). On peut observer qu'une mortalité aux mois de juin et juillet correspond à la période de reproduction des oiseaux.

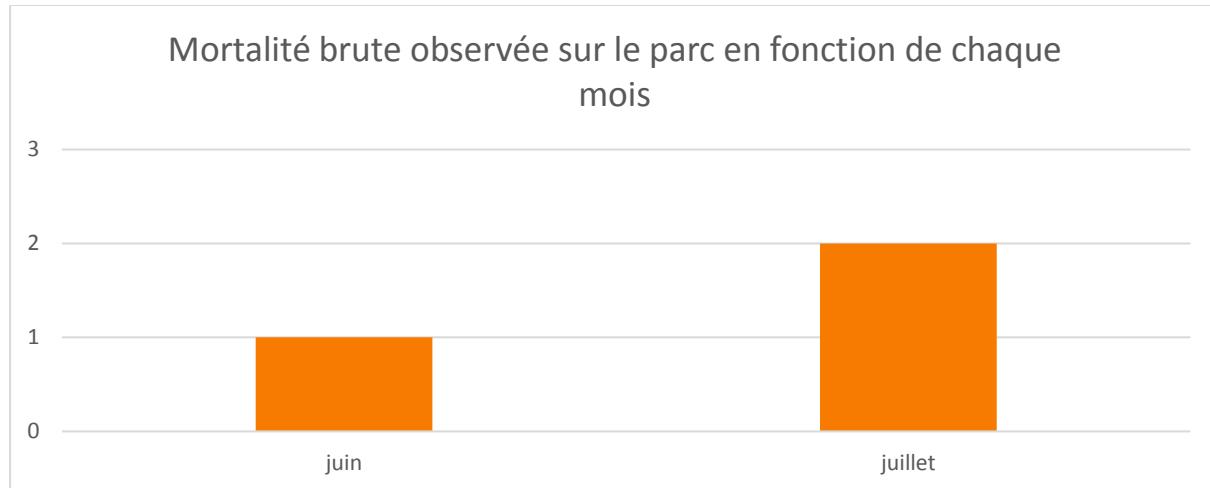


Figure 18 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois

4.2.3.2 Mortalité estimée

Le tableau ci-dessous, présente les estimations de la mortalité des oiseaux en fonction des différentes périodes du cycle biologique des oiseaux.

Méthodes	Reproduction (mai à mi-juillet, 9 visites)	Migration postnuptiale (mi-juillet à septembre, 11 visites)
Huso	12,44	4,65
Jones	15,04	5,63
Korner	14,27	5,33
Etterson	14,06	5,46
Winkelmann	6,85	2,56
Erickson	11,02	4,12

Tableau 15 : Mortalité estimée pour le parc en fonction de la saison

Les périodes de nidification et de migration postnuptiale présentent une mortalité estimée moyenne de 14,09 et 5,27 individus.

Ces résultats sont à nuancer car le nombre de visites entre les différentes phases est différent. En effet, neuf visites lors de la période de reproduction et 11 visites lors de la migration postnuptiale. Nous pouvons palier ce biais en ramenant les estimations à une mortalité par visite, soit 1,56 en reproduction et 0,47 lors de la période de migration postnuptiale. Ainsi la mortalité en phase de migration postnuptiale serait moins importante en comparaison de celle en nidification.

La mortalité estimée lors de la période de reproduction est de 14,09 et de 5,27 pour la période de migration postnuptiale.

4.2.4 Résultats spatialisés par éolienne

4.2.4.1 Mortalité brute par éolienne

Les trois cadavres ont été retrouvés sous les éoliennes E3 (n=1) et E4 (n=2). Ces deux éoliennes sont situées dans la zone boisée du parc. *A contrario*, on ne remarque aucune mortalité brute, aux pieds des éoliennes E1 et E2 qui sont installées dans une zone plus agricole. Le graphique ci-dessous présente le nombre de cadavres retrouvés pour chaque éolienne.

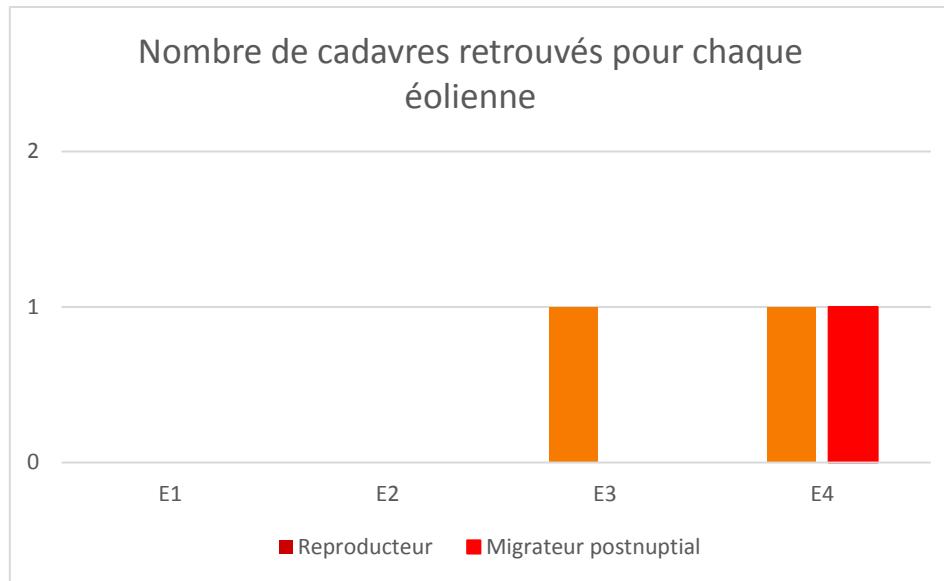
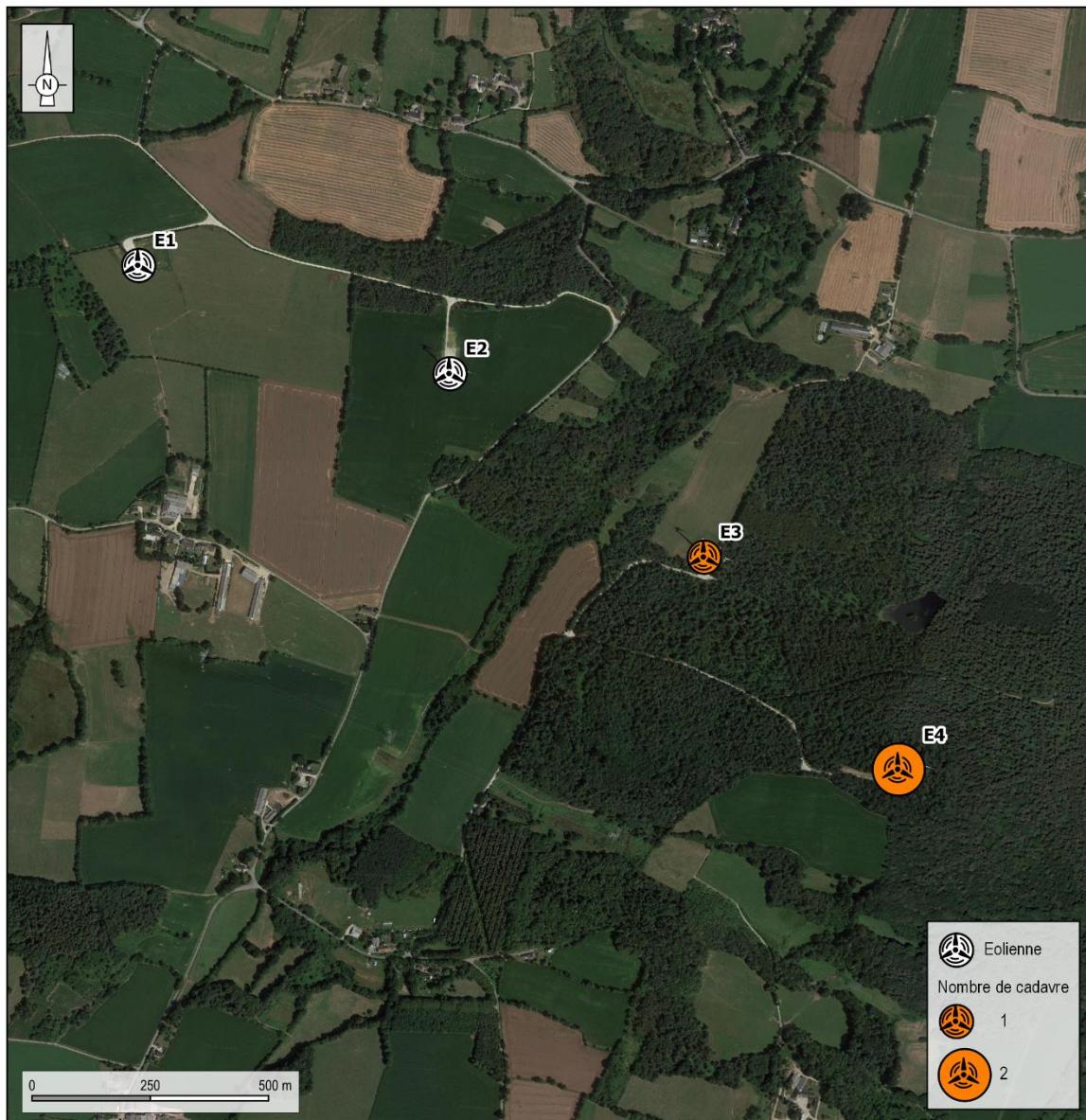


Figure 19 : Mortalité brute pour chaque éolienne

La carte suivante renseigne le nombre de cadavres retrouvés sous chaque éolienne.

Nombre de cadavres d'oiseaux trouvés par éolienne



Carte 8 : Localisation des cadavres retrouvés sous les éoliennes

4.2.4.2 Mortalité estimée par éolienne

Le tableau suivant présente la mortalité estimée par éolienne en fonction de différents estimateurs. Les éoliennes où la mortalité estimée est la plus élevée sont les mêmes que celle où la mortalité brute est la plus importante, soit en premier lieu E4 avec en moyenne 14,5 cadavres, bien que ne comptant que deux cas de mortalité. E3 quant à elle, possède une moyenne de 4,8 cadavres avec un seul cas de mortalité brute.

La valeur de la mortalité estimée pour E4 est trois fois plus élevée que celle de E3 alors que la mortalité brute ne diffère que d'un cadavre. Cette différence importante peut s'expliquer par une valeur du coefficient de correction surfacique élevée pour E4 (influencée par sa position en contexte boisé). En effet, les prospections sous E4 ont été effectuées sur moins de la moitié de la surface à prospecter selon le protocole de suivi (1 ha). L'observation de cadavres sur cette surface restreinte additionnée à un facteur de correction surfacique élevé lié au contexte boisé, explique le résultat élevé de la mortalité estimée sous E4.

Méthodes	E1	E2	E3	E4
Huso	0,00	0,00	4,28	12,76
Jones	0,00	0,00	5,19	15,47
Korner	0,00	0,00	4,9	14,62
Etterson	0,00	0,00	5,02	14,98
Winkelmann	0,00	0,00	2,34	6,99
Erickson	0,00	0,00	3,08	11,33

Tableau 16 : Estimation de la mortalité pour chaque éolienne pour l'année

Les éoliennes les plus mortifères sont E3 et E4. Les éoliennes les moins impactantes sont les éoliennes E1 et E2 puisqu'aucun cas de mortalité n'a été observé.

4.2.5 Analyse qualitative de la mortalité

4.2.5.1 Analyse qualitative globale

Il est important de noter qu'il est difficile de comparer les résultats nationaux et européens avec ceux du parc du fait d'un échantillonnage beaucoup plus faible et d'un nombre de cadavre restreint sur le parc éolien.

Les comparaisons sont, ici, données à titre d'indications. Néanmoins, pour trois cadavres retrouvés, la plus forte proportion de collisions est avec les Apodiformes (ici, deux individus de Martinet noir) avec plus de 66 %. Comparé aux données nationales et européennes, le pourcentage de collision avec ce groupe d'oiseaux est six à sept fois plus élevé pour le parc éolien de Larré. Un oiseau sp a également été observé sous E3, rapportant le pourcentage de collision des oiseaux sp à environ 33 %.

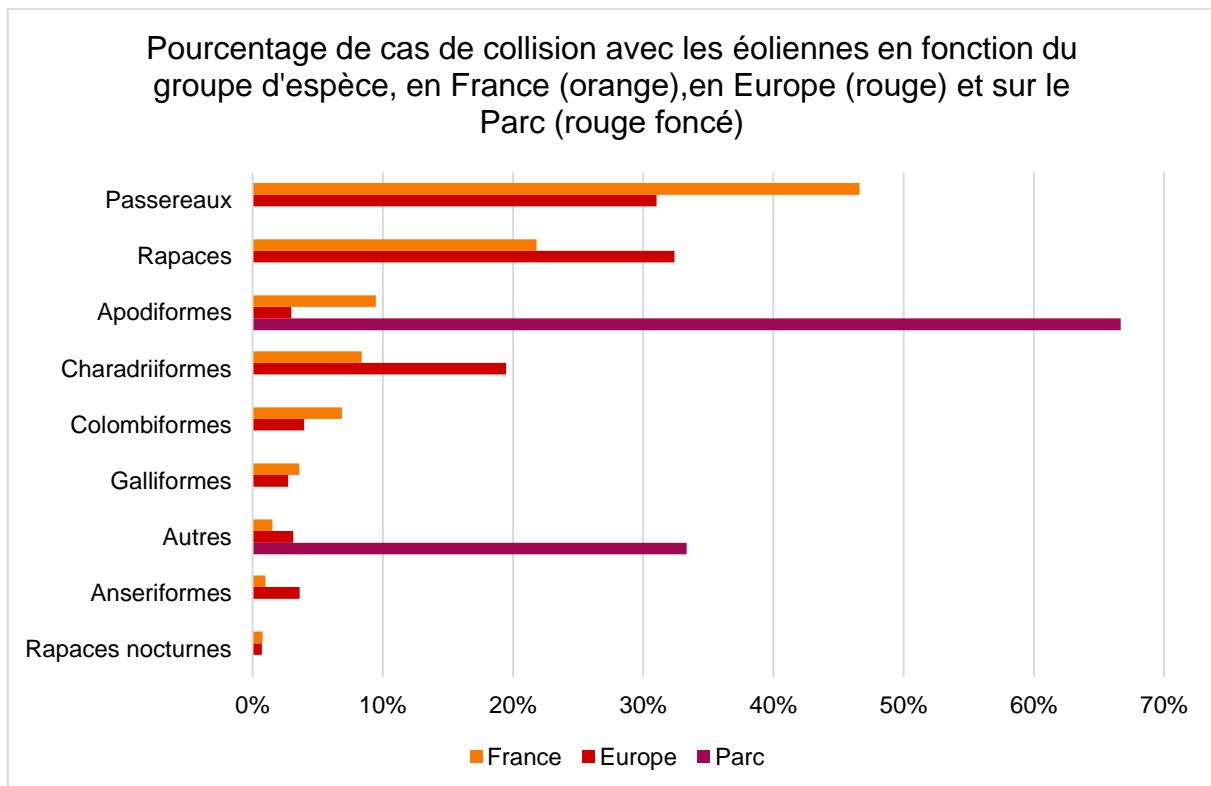


Figure 20 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce en France, en Europe et sur la SEPE du Rocher Breton (source, Dürr, 2019)

Sur le parc éolien de Larré, les Apodiformes sont le groupe d'oiseaux le plus impacté et les proportions dans lesquelles ils le sont, sont plus importantes que les données nationales et européennes. On notera toutefois, qu'au vu du faible nombre de cadavres retrouvés, ces comparaisons présentent un certain nombre de limites.

4.2.5.2 Saisonnalité

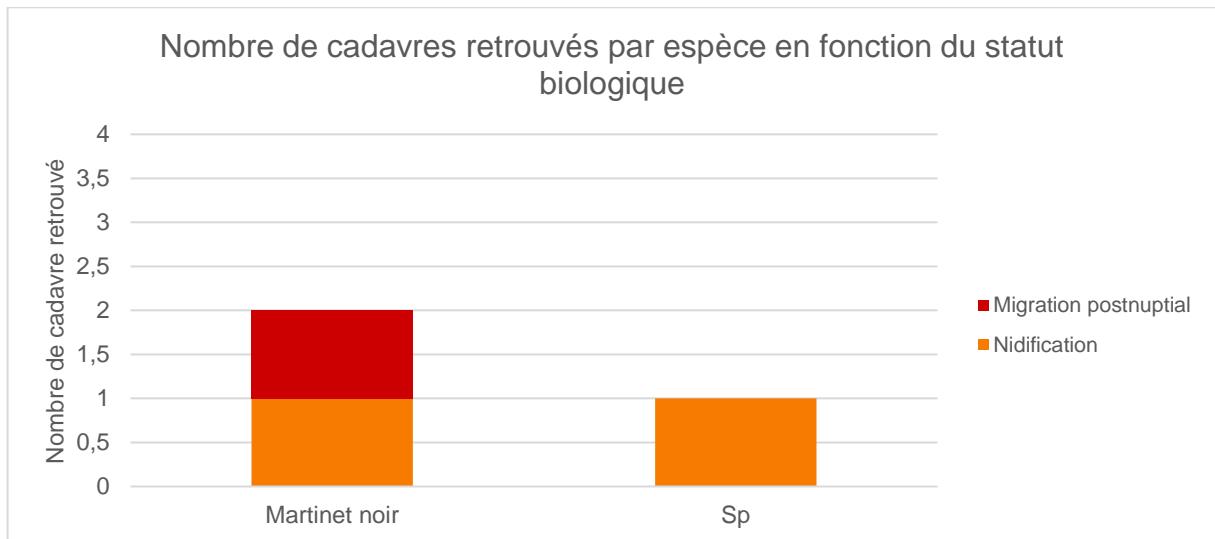


Figure 21 : Nombre de cadavres retrouvés par espèce en fonction du statut biologique

Les trois cadavres retrouvés sur le parc éolien de Larré l'ont tous été entre le mois de juin et le mois de juillet. Deux individus (Martinet noir et oiseau sp) ont été retrouvés en période de nidification. Le deuxième Martinet noir a été récupéré après la première quinzaine de juillet, ce qui correspond à la période de migration postnuptiale.

Les différentes espèces retrouvées lors de ce suivi de mortalité ont été impactées au cours de deux cycles biologiques, la reproduction et la migration postnuptiale.

4.2.5.3 Spatialisation

Le graphique suivant montre le nombre de cadavres retrouvés par éolienne en fonction du statut biologique de chaque cadavre.

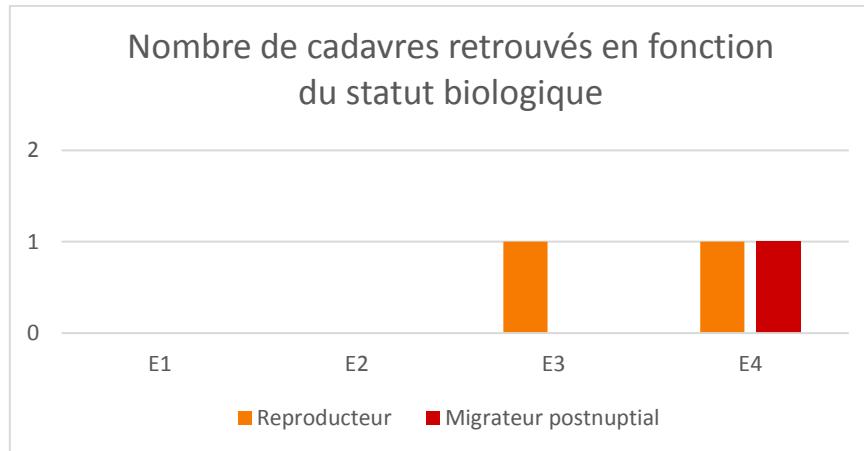


Figure 22 : Nombre de cadavres retrouvés par éolienne en fonction du statut biologique

On observe que seule l'éolienne E4 a impacté deux espèces lors de périodes différentes, la reproduction et la migration postnuptiale. L'éolienne E3 a impacté un individu lors de la période de reproduction. Il n'y a pas de constat de mortalité pour les éoliennes E1 et E2.

Cette mortalité peut être expliquée par la présence d'éléments du paysage qui peuvent parfois favoriser des situations à risque. Les haies et bosquets ou boisements à proximité des éoliennes (E3 et E4 spécialement) peuvent présenter des conditions favorables à la reproduction des oiseaux ou leur servir de corridor pour la migration.

4.2.5.4 Causalité

Le tableau ci-dessous précise le numéro de l'éolienne, la date de découverte, le sexe, l'âge, la présence de blessure ainsi que le statut pour chaque cadavre retrouvé.

Eolienne	Date	Espèce	Sexe	Âge	Blessure	Statut
E4	13/06/2019	Oiseau sp	-	Ad	-	Reproducteur
E4	02/07/2019	Martinet noir	-	Ad	-	Reproducteur
E3	17/07/2019	Martinet noir	-	Ad	-	Migrateur postnuptial

Tableau 17 : Précisions sur chaque cadavre découvert

Les éoliennes E3 et E4 comptent chacune un Martinet noir. Un oiseau sp a également été retrouvé sur E4. Uniquement des plumées ont pu être observées sur le site, aucun cadavre entier n'a été trouvé. Il n'est donc pas possible de sexer et d'établir un constat sur le type de blessure.

4.2.5.5 Conclusion sur la mortalité de l'avifaune

Sur le parc éolien de Larré, la mortalité est répartie de manière distincte avec trois cadavres retrouvés en milieu boisé (E3 et E4) et aucun dans un contexte plus agricole (E1 et E2). Pour E4, la mortalité brute est de deux cadavres et la mortalité estimée est en moyenne de 14,5 individus. Pour E3, la mortalité brute est d'un seul cadavre et la mortalité estimée est en moyenne de 4,8 individus. Le Martinet noir est l'espèce la plus impactée sur le parc avec deux cadavres sur les trois retrouvés.

4.2.6 Incidences du parc éolien sur l'avifaune

4.2.6.1 Patrimonialité des espèces

Le tableau suivant fait la synthèse des statuts de protection et de conservation des espèces ayant été directement impactées par le parc éolien de Larré.

Groupe	Espèce	Statut de protection		Statut de conservation Statut national*	Sensibilité à l'éolien	Effectifs
		Directive oiseaux	Oiseaux protégés France			
Apodiformes	Martinet noir	-	-	NT	1	2

* : statut national correspondant à la phase du cycle biologique de découverte du cadavre
■ : Eléments de patrimonialité
 NT : Quasi menacée

Tableau 18 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées

Sur les trois cadavres retrouvés, deux sont des Martinets noirs dont le statut de conservation national est considéré comme « quasi menacé ». Le niveau de vulnérabilité est jugé faible pour cette espèce.

L'unique espèce ayant pu être identifiée sur le parc éolien de Larré est le Martinet noir. Cette espèce possède un statut de conservation considéré comme « quasi menacé » au niveau national en phase de nidification.

4.2.6.2 Incidences sur les populations d'espèces

Au regard du statut de conservation national correspondant à la phase du cycle biologique à laquelle chaque individu a été trouvé, le Martinet noir présente un statut de conservation défavorable au niveau national en période de nidification. La population nicheuse en France (estimée entre 100 000 et 1 000 000 de couples pour FIERS *et al.*, (1997) et plus de 2 000 000 pour DUBOIS *et al.*, (2000)) et de la tendance d'évolution des effectifs de cette espèce suivie par le programme de Suivi Temporel des Oiseaux Communs depuis 1989 (considérée comme stable), il apparaît que les cas de mortalité identifiés sur le parc éolien de Larré en 2019 ne sont pas de nature à affecter de manière significative les populations de l'espèce.

Le nombre de cadavre retrouvé sur le site et les résultats de la mortalité estimée ne sont pas de nature à impacter les populations régionales et nationales de Martinet noir.

En l'état actuel des connaissances aucune mesure spécifique de réduction de la mortalité ne semble nécessaire. En particulier, au vu de ces résultats, il n'est pas nécessaire de mettre en place un plan de programmation préventive des éoliennes.

4.3 Bilan de la mortalité des chiroptères

4.3.1 Bilan des connaissances sur la mortalité des chiroptères liée à l'éolien

4.3.1.1 Les principaux facteurs de la mortalité des chiroptères

La mortalité des chauves-souris peut être liée à différents facteurs : collision directe, barotraumatisme, écrasement dans les mécanismes de rouage, intoxication à la suite de l'absorption d'huile de rouage, etc.

La mortalité par contact direct ou indirect avec les aérogénérateurs reste l'impact le plus significatif des parcs éoliens sur les chiroptères (Brinkmann *et al.* 2011). Ces collisions ont pour conséquence des blessures létales ou sublétale (Grodsy *et al.* 2011).

La synthèse bibliographique récente d'Eva Schuster (Schuster *et al.* 2015) s'est appuyée sur plus de 220 publications scientifiques dans le but de dresser un état des lieux des connaissances en la matière et de confronter ces différentes hypothèses. Cette publication sert de base à la synthèse suivante.

Mortalité indirecte

Outre la mortalité la plus évidente résultant de la collision directe des chauves-souris avec les pales des éoliennes, d'autres cas de mortalité indirecte sont documentés :

- Un phénomène de pression/décompression lors du passage des pales devant le mât a lieu lors de la rotation des pales. La chute brutale de la pression de l'air pourrait impliquer de sérieuses lésions internes des individus passant à proximité des pales, nommés barotraumatismes,
- La rotation des pales d'éoliennes pourrait provoquer un vortex (tourbillon d'air) susceptible de piéger les chauves-souris passant à proximité (Horn *et al.* 2008)
- Les courants d'air créés par la rotation des pales seraient susceptibles d'entrainer des torsions du squelette des chiroptères passant à proximité des pales ce qui pourrait aboutir à des luxations ou des fractures des os alaires (Grodsy *et al.* 2011). Enfin, Horn *et al.* (2008)
- Les collisions sublétale où des individus percutés par des pales ont continué à voler maladroitement. Ce type de collision aboutissant certainement au décès des individus en question ne serait ainsi pas comptabilisé dans les suivis de mortalité opérés dans un certain rayon autour des éoliennes puisque les cadavres se trouveraient alors à bonne distance du site.

La saisonnalité, les conditions météorologiques ou le type d'habitat, comme facteurs de mortalité par collision fortuite

La majorité des auteurs s'accordent sur le fait que la **saisonnalité** joue un rôle prépondérant sur la mortalité des chiroptères par collision avec des aérogénérateurs : l'activité chiroptérologique et donc la mortalité sont les plus élevées en fin d'été-début d'automne (Arnett *et al.* 2006 ; Dürr 2002 ; Doty and Martin 2012 ; Hull and Cawthen 2013 ; Brinkmann *et al.* 2006, 2011 ; Grodsy *et al.* 2012 ; etc.).

Les **conditions météorologiques** influent directement ou indirectement sur la disponibilité en ressource alimentaire (insectes majoritairement pour les chauves-souris européennes) et sur les

conditions de vol des chiroptères, donc sur le taux de mortalité par collision (Baerwald and Barclay 2011).

Le paramètre le plus influent semble être la vitesse de vent. Rydell *et al.* (2010) ont noté des activités maximales pour une vitesse de vent entre 0 et 2 m/s puis, de 2 à 8 m/s, une activité diminuant pour devenir inexiste au-delà de 8 m/s. Behr *et al.* (2007) arrivèrent aux mêmes conclusions pour des vitesses de vent supérieures à 6,5 m/s

La température semble également jouer un rôle sur l'activité chiroptérologique. Si plusieurs auteurs concluent à une corrélation positive entre augmentation de la température et activité (Redell *et al.* 2006 ; Arnett *et al.* 2006, 2007 ; Baerwald and Barclay 2011...), d'autres ne considèrent pas ce paramètre en tant que facteur influant indépendamment sur l'activité chiroptérologique (Horn *et al.* 2008 ; Kerns *et al.* 2005). La pression atmosphérique (Cryan and Brown 2007 ; Kern *et al.* 2005), le rayonnement lunaire (Baerwald and Barclay 2011 ; Cryan *et al.* 2014) et l'hygrométrie (Behr *et al.* 2011) pourraient également influer sur l'activité chiroptérologique. Il semble toutefois plus vraisemblable que ces paramètres influent de manière concomitante sur l'activité des chiroptères (ce qui serait aussi le cas de la température) comme le montrent Behr *et al.* (2011), ou sur l'abondance d'insectes (Corten and Veldkamp 2001).

Le nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes varie également en fonction de l'**environnement immédiat** du parc, de la configuration des aérogénérateurs (distance entre le mât et les structures arborées) et de leurs caractéristiques (hauteur du moyeu et longueur des pales).

Des comportements à risques de collision, facteurs de mortalité

Comme nous l'avons vu précédemment, la saisonnalité joue un rôle particulier dans le niveau d'activité des populations de chiroptères. Les plus forts taux de mortalité sont ainsi généralement recensés en fin d'été-début d'automne, ce qui sous-entend un lien entre mortalité et migration automnale.

Lors des **migrations**, les chauves-souris traversent des zones moins bien connues que leurs territoires de chasse et/ou n'émettent que peu ou pas d'émissions sonar lors de ces trajets, elles seraient ainsi moins à même de repérer les pales en mouvement (Bach 2001 in Behr *et al.* 2007 ; Johnson *et al.* 2003).

Les **comportements de chasse, de reproduction ou de swarming** sont vraisemblablement également des comportements à risque de collision. Horn *et al.* (2008) mettent ainsi en évidence une corrélation positive entre activité d'insectes et de chauves-souris dans les deux premières heures de la nuit.

En période de reproduction ou lors de recherches de gîtes de mise-bas ou de transit, les chiroptères arboricoles recherchent des cavités, des fissures, et des décollements d'écorce où s'installer. La silhouette d'une éolienne pourrait ainsi être confondue avec celle d'un arbre en contexte ouvert (Cryan *et al.* 2014 ; Kunz *et al.* 2007), entraînant une exploration de l'ensemble de la structure par les chauves-souris et augmentant ainsi le risque de collision.

Enfin, à proximité des gîtes de mise-bas ou de lieux de swarming, des regroupements importants de chiroptères peuvent avoir lieu, résultant en une augmentation conséquente du nombre d'individus et de l'activité autour du site et en un rassemblement d'individus volant autour des entrées. Cela implique nécessairement un risque accru de mortalité par collision.

La **morphologie et les spécificités écologiques** de certaines espèces semblent être un facteur important dans le risque de collision. Cela paraît évident au vu de la fréquence de mortalité de certaines espèces face aux éoliennes. Hull et Cawthen (2013) et Rydell *et al.* (2010) ont ainsi démontré les similarités entre espèces sensibles à l'éolien telles que les noctules, les pipistrelles et les sérotines en Europe. Il s'agit d'espèces glaneuses de plein air aux ailes longues et effilées, adaptées à ce type de vol et utilisant des signaux à faible largeur de bande et à forte intensité. Rydell *et al.* (2010) ont conclu que 98 % des espèces victimes de mortalité par collision sont des espèces présentant ces caractéristiques morphologiques et écologiques.

4.3.1.2 Bilan chiffré de la mortalité des chiroptères en 2019

Environ 2 800 cas de collision avec les éoliennes ont été recensés en France au 02/09/2019². L'espèce la plus fortement impactée (environ 35 %) est de loin la Pipistrelle commune. La Pipistrelle de Natusius, la Pipistrelle de Kuhl et les Pipistrelles indéterminées sont retrouvées dans de plus faibles proportions (environ 8 à 11 % pour chaque espèce). Enfin, dans des proportions encore plus faibles, la Pipistrelle pygmée (6 %), la Noctule de Leisler (5 %), la Noctule commune (4 %), la Vesper de Savi (2 %) et la Sérotine commune (1 %) sont identifiées. Il est précisé que 16 % des chauves-souris retrouvées restent indéterminées.

Au niveau européen, la Pipistrelle commune est aussi l'espèce la plus impactée, suivie par la Pipistrelle de Natusius, la Noctule commune et les Pipistrelles indéterminées.

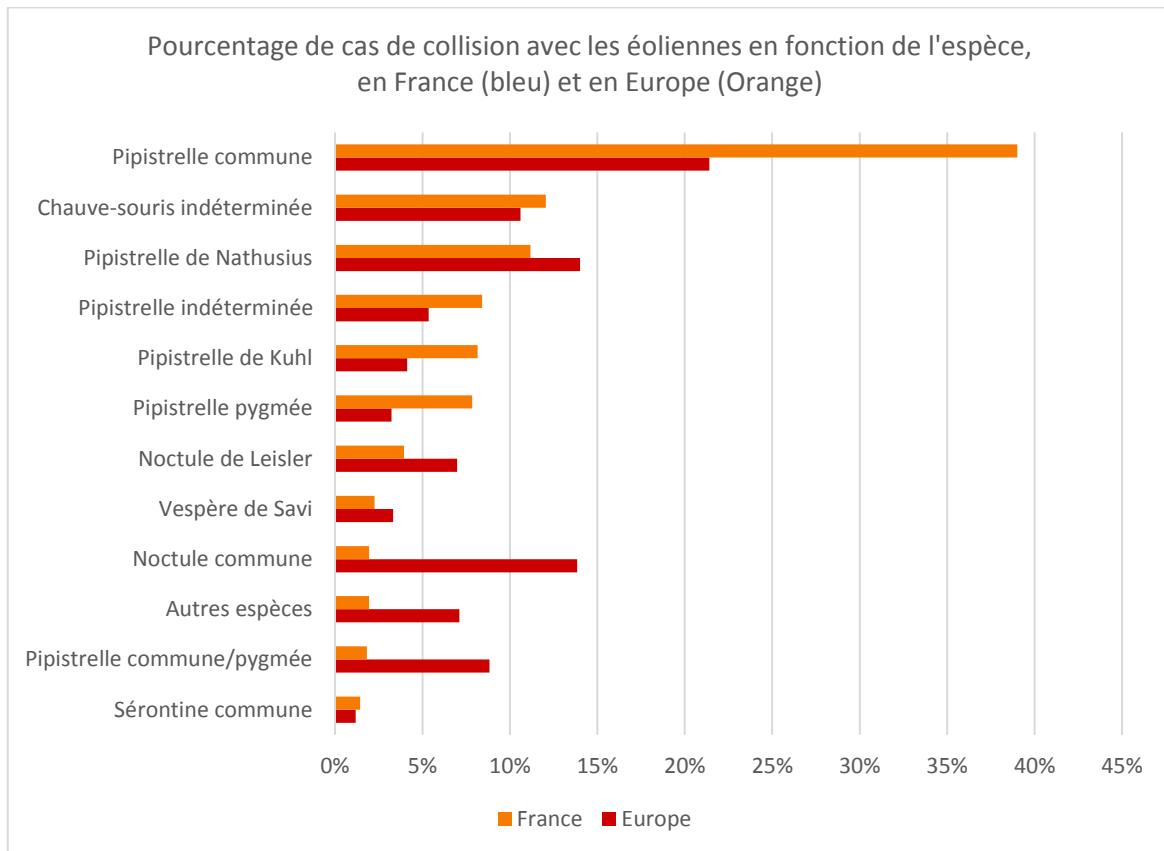


Figure 23 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce de chauve-souris en France et en Europe (source : Dürr, 2019)

² Dürr, 2019

4.3.2 Résultats quantitatifs globaux du suivi des chiroptères

4.3.2.1 Mortalité brute

Résultats sur le parc de Larré

Aucun cadavre n'a été retrouvé sur le parc lors de la période de prospection. Par conséquent, les estimations n'ont pas pu être réalisées.

Il est important de préciser que l'absence de cadavres retrouvés dans le cadre du protocole de suivi n'induit pas une mortalité nulle sur l'année. Il est possible que des chiroptères aient été percutés par les éoliennes du parc durant l'année 2019.

La mortalité brute observée dans le cadre du suivi sur le Parc de Larré est nulle pour la saison 2019.

4.3.3 Incidences du parc éolien sur les chiroptères

Au vu des résultats constatés, le parc éolien de Larré ne présente pas de mortalité des chiroptères et n'est donc pas de nature à remettre en cause la dynamique des populations locales.

En l'état actuel des connaissances, aucune mesure spécifique de réduction de la mortalité ne semble nécessaire. Il n'est donc pas nécessaire de mettre en place un plan de programmation préventive des éoliennes.

Partie 5 : Synthèse

5.1.1 Bilan avifaunistique

- **3 cadavres** ont été retrouvés sur le parc éolien de Larré.
- La mortalité estimée est de **18,2 cadavres** pour le parc sur la période de suivi.
- Les éoliennes les plus mortifères sont E3 et E4.

Au vu des résultats constatés par le protocole de suivi mis en place en 2019, le parc éolien de Larré présente peu de mortalité aviaire et n'apparaît pas comme une menace pour les populations d'oiseaux.

5.1.2 Bilan chiroptérologique

- L'activité chiroptérologique enregistrée apparaît comme **modérée**.
- La diversité spécifique est de **six espèces confirmées** en hauteur dont six espèces pouvant évoluer en altitude (de haut vol ou généralistes), en cohérence avec les connaissances bibliographiques : la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune.
- **La Pipistrelle commune** a été la plus contactée (37 % de l'activité) devant la **Noctule de Leisler** (22 %) et la **Sérotine commune** (20 %).
- Une présence importante d'espèces de haut vol (Sérotines / Noctules) avec 57 % de l'activité.
- **L'activité chiroptérologique a été irrégulière**. Certaines nuits se démarquent avec un nombre de contacts assez important, notamment les nuits du 21, 23, 24 juillet, celle de 1er août et celles du 21 et du 23 octobre avec respectivement 164, 70, 87, 247, 231, et 147 contacts.
- Sur le site de Larré, l'activité des chiroptères est plus importante lors des trois premières heures de la nuit. On remarque cependant une activité plus éparses sur le reste de la nuit mais celle-ci reste constante jusqu'au lever du soleil.
- L'activité chiroptérologique est concentrée entre 9°C et 26°C.
- L'activité chiroptérologique **est plus forte pour des vitesses de vent comprises entre 2,5 et 5,5 m/s**. L'activité décroît ensuite mais reste tout de même non négligeable jusqu'à 7,5 m/s.
- **Aucun cadavre** de chauve-souris n'a été observé sur le parc de Larré lors du suivi.

Au vu des résultats constatés par les protocoles de suivi mis en place en 2019, le parc éolien de Larré présente une mortalité des chiroptères nulle et n'apparaît pas comme une barrière à la présence d'espèce patrimoniale dans le secteur. Il n'est donc pas de nature à remettre en cause la dynamique des populations locales.

5.1.3 Bilan général

A la suite des suivis réalisés lors de l'année 2019, il ressort que le parc éolien de Larré n'est pas de nature à inquiéter les populations d'oiseaux et de chauve-souris. Ainsi, aucune mesure spécifique de réduction de la mortalité ne semble recommandée. Il n'est donc pas nécessaire de mettre en place un plan de programmation préventive des éoliennes.

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Dispositif installé dans la nacelle d'éolienne (copyright : B.A.T.).....	19
Figure 2 : Indices de confiance établis par Sonochiro® et risques d'erreurs associés	20
Figure 3 : Schéma théorique de parcours au pied d'une éolienne.....	24
Figure 4 : Enjeux liés aux espèces de chiroptères – étude d'impact du Parc éolien de Larré – 2013	36
Figure 5 : Impacts direct sur les populations de chiroptères – étude d'impact du Parc éolien de Larré – 2013	37
Figure 6 : Impacts indirect sur les populations de chiroptères – étude d'impact du Parc éolien de Larré – 2013.	38
Figure 7 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces.....	40
Figure 8 : Répartition du nombre de contacts par nuits sur la période d'inventaire	41
Figure 9 : Répartition mensuel du nombre de contacts par espèces.....	42
Figure 10 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien	44
Figure 11 : Activité des chiroptères en fonction de la température pour E3	45
Figure 12 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température.....	46
Figure 13 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent pour E3	47
Figure 14 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la vitesse du vent	48
Figure 15 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce en France et en Europe (source, Dürr, 2019)	61
Figure 16 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque espèce	62
Figure 17 : Nombre cadavres d'oiseaux par sortie par éolienne en fonction de chaque parc	63
Figure 18 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois	66
Figure 19 : Mortalité brute pour chaque éolienne	67
Figure 20 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce en France, en Europe et sur la SEPE du Rocher Breton (source, Dürr, 2019)	70
Figure 21 : Nombre de cadavres retrouvés par espèce en fonction du statut biologique	71
Figure 22 : Nombre de cadavres retrouvés par éolienne en fonction du statut biologique	71
Figure 23 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce de chauve-souris en France et en Europe (source : Dürr, 2019)	76

Tableaux

Tableau 1 : Pression d'inventaire du suivi des chiroptère en fonction de la vulnérabilité des espèces	18
Tableau 2 : Calendriers des inventaires dédiés aux chiroptères	22
Tableau 3 : Facteur de correction lié à l'efficacité de chaque chercheur à trouver des cadavres.....	25
Tableau 4 : Répartition du nombre de contacts par espèce	39
Tableau 5 : Répartition mensuelle et saisonnière du nombre de contacts en hauteur	43
Tableau 6 : Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le site.....	49
Tableau 7 : Résultats des tests de détection.....	53
Tableau 8 : Résultats des tests de préation.....	53
Tableau 9 : Résultats des surfaces prospectées par éolienne	54
Tableau 10 : Cause de mortalité des oiseaux	59
Tableau 11 : Comparaison de la mortalité brute entre le parc de Larré et d'autres parcs en France	62
Tableau 12 : Estimation de la mortalité avifaune sur le parc selon différentes méthodes	64

Tableau 13 : Comparaison de la mortalité estimée entre le parc de Larré et d'autres parcs en France	64
Tableau 14 : Guide de l'étude d'impact des parcs éoliens 2010, d'après à partir de données LPO, AMBE	65
Tableau 15 : Mortalité estimée pour le parc en fonction de la saison	66
Tableau 16 : Estimation de la mortalité pour chaque éolienne pour l'année	69
Tableau 17 : Précisions sur chaque cadavre découvert	72
Tableau 18 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées	73

Cartes

Carte 1 : Localisation du parc éolien de Larré	10
Carte 2 : Localisation du parc éolien de Larré sur photographie aérienne	11
Carte 3 : Localisation de l'éolienne équipée du dispositif	21
Carte 4 : Habitats de l'aire de prospection de E1	55
Carte 5 : Habitats de l'aire de prospection de E2	56
Carte 6 : Habitats de l'aire de prospection de E3	57
Carte 7 : Habitats de l'aire de prospection de E4	58
Carte 8 : Localisation des cadavres retrouvés sous les éoliennes	68

Annexes

Annexe 1 : Fiche de données remplie à chaque sortie mortalité

Date	Observateur	Parc éolien	Heure début	Heure fin	Température	Temps	Vent	Eol. en marche (O/N)	Orientation éolienne	Autres remarques :		
Notes météo jours précédents :												
Type (O/C)	N°	Espèce	Sexe	Age	Point GPS X	Y	Etat sex	Mesure AB	Etat cadavre	Blessure	Codes photos	Végétation
Remarque :												
Remarque :												
Remarque :												

Age : Adulte (Ad) ; Immature (Im) ; juvénile (juv)
Etat sex : Post-lactante (PL= télines visibles) ; Epididymes et/ou gonades gonflées (EG/GG) ; Non reproductrice (NR) ; Epididymes/gonades non gonflées (ENG/GNG)
Etat cadavre : Frais (F) ; Avancé (Av) ; Décomposé (Dé) ; Sec (S)

Annexe 2 : Fiche de saisie standardisée de la mortalité

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien :			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
Localisation :			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte			
Latitude : Longitude : Numéro de l'éolienne la plus proche : Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) :			
N° de photos :			
Description et identification :			
Taille de l'oiseau (ailes déployées) :			
Particularités (couleur, forme quelconque) :			
Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu :			
<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)		<input type="checkbox"/> Mort	
<input type="checkbox"/> Fragment			
Etat du cadavre :			
<input type="checkbox"/> Frais		<input type="checkbox"/> Avancé	
<input type="checkbox"/> Décomposé		<input type="checkbox"/> Sec	
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :			
COMMENTAIRES :			

Annexe 3 : Sorties mortalité réalisées en 2019

Chercheurs	Période cycle biologique avifaune	Période cycle biologique chiroptère	Date	Heure début	Heure fin	Température	Temps	Vent	Eol. En marche (O/N)	Orientation éolienne
T LEROY	Nidification (1er mai - 15 septembre)	Transits printaniers (15 mars - 15 mai)	13/05/2019	11h22	13h00	13°C	Ensoleillé	20km/h	O	SE
T LEROY			24/05/2019	10h50	12h00	17°C	Ciel Bleu	5 km/h	O	NE
T LEROY			28/05/2019	10h45	12h15	19°C	Nuageux	20km/h	O	N
T LEROY			04/06/2019	13h00	16h00	17°C	Pluvieux	30km/h	O sauf E4	SO
T LEROY			13/06/2019	10h20	13h00	14°C	Nuageux	25km/h	O sauf E1	SO
T LEROY			17/06/2019	14h00	15h35	24°C	Ensoleillé	5km/h	O sauf E1	NO
T LEROY		Mise-bas / Elevage des jeunes (15 mai - 15 août)	24/06/2019	10h20	11h40	26°C	Nuageux	20km/h	O sauf E1	N
T LEROY			02/07/2019	11h15	13h00	25°C	Ensoleillé	30km/h	O	S
T LEROY			08/07/2019	14h00	15h40	24°C	Ensoleillé	40km/h	O	E
T LEROY			17/07/2019	10h30	12h00	27°C	Ensoleillé	5km/h	O	N
T LEROY			24/07/2019	10h30	12h00	30°C	Ensoleillé	0km/h	O	SE
T LEROY			31/07/2019	10h30	12h00	25°C	Nuageux	35km/h	O	S
T LEROY			05/08/2019	10h30	12h00	25°C	Pluvieux	40km/h	O	SO
T LEROY			08/08/2019	10h30	12h00	32°C	Ensoleillé	10km/h	O	SE
T LEROY	Migrations postnuptiales (15 juillet - 1er décembre)	Transits automnaux / Swarming (15 août - 15 novembre)	20/08/2019	13h30	15h15	29°C	Ensoleillé	20km/h	O	O
T LEROY			27/08/2019	10h30	12h10	24°C	Ensoleillé	10km/h	O	SO
T LEROY			05/09/2019	10h30	12h20	20°C	Pluvieux	10km/h	O	NO
T LEROY			12/09/2019	10h30	12h15	21°C	Nuageux	15km/h	O	N
T LEROY			18/09/2019	10h30	12h15	19°C	Ensoleillé	35km/h	O	NO
T LEROY			24/09/2019	10h30	12h15	18°C	Pluvieux	45km/h	O	O

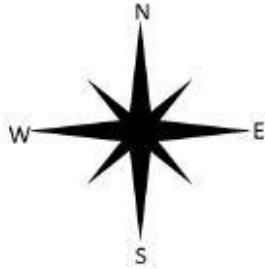
Annexe 4 : Mortalité des chauves-souris, simplifiée, observée en France et en Europe au 2 Septembre 2019 (Source : Dürr, 2019)

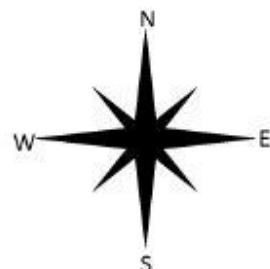
Espèces	France	Europe
Noctule commune	104	1538
Noctule de Leisler	153	711
Grande Noctule	10	41
Noctule indéterminée	1	22
Pipistrelle commune	979	2362
Pipistrelle de Kuhl	219	469
Pipistrelle de Nathusius	260	1564
Pipistrelle pygmée	176	439
Pipistrelle indéterminée	303	733
Barbastelle d'Europe	4	6
Sérotine commune	29	116
Sérotine bicolore	11	213
Murin de Bechstein	1	1
Grand Murin	3	7
Murin à moustaches	1	5
Petit Murin	1	7
Murin indéterminé	1	10
Murin à oreilles échancreées	3	5
Minioptère de Schreiber	7	13
Molosse de Cestoni	2	71
Vespère de Savi	57	344

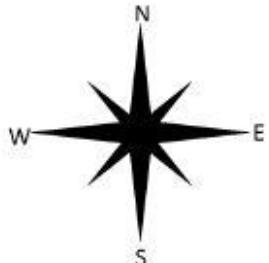
Annexe 5 : Mortalité aviaire, simplifiée, observée en France et en Europe au 2 Septembre 2019 (Source : Dürr, 2019)

Groupe	France	Europe
Rapaces	286	4929
Rapaces nocturnes	10	107
Passereaux	612	4594
Charadriiformes	110	2752
Colombiformes	90	571
Apodiformes	124	441
Autres	20	519
Anseriformes	13	506
Galliformes	47	403

Annexe 6 : Fiches de saisie standardisées de la mortalité du parc éolien de Larré

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien : Larré			
Point n° 1	Date : 13/06/2019	Heure : 10:25	Nom du découvreur : Thomas LEROY
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 474846,7 Longitude : 290745,5 Numéro de l'éolienne la plus proche : E4 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 32 m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : E Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Végétation rudérale			
 N° de photos :			
Description et identification : Sp Taille de l'oiseau (ailes déployées) :			
Particularités (couleur, forme quelconque) :			
Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu : <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment </div>			
Etat du cadavre : <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec </div>			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...): Collision probable			
COMMENTAIRES : Seule une plumée a été observée sur le terrain			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien : Larré			
Point n° 2	Date : 02/07/2019	Heure : 11:15	Nom du découvreur : Thomas LEROY
Localisation :			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte			
Latitude : 46748488,11			
Longitude : 290728,9			
Numéro de l'éolienne la plus proche : E4			
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 19 m			
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NE			
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Végétation rudérale			
 N S E W			
N° de photos :			
Description et identification : Martinet noir			
Taille de l'oiseau (ailes déployées) :			
Particularités (couleur, forme quelconque) :			
Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment			
Etat du cadavre : <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :			
Collision probable			
COMMENTAIRES : Seule une plumée a été observée sur le terrain			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien : Larré			
Point n° 3	Date : 17/07/2019	Heure : 10:30	Nom du découvreur : Thomas LEROY
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48748823,9 Longitude : 290295 Numéro de l'éolienne la plus proche : E3 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 7 m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : O Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Végétation rudérale			
			
N° de photos :			
Description et identification : Martinet noir			
Taille de l'oiseau (ailes déployées) :			
Particularités (couleur, forme quelconque) :			
Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu :			
<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)		<input type="checkbox"/> Mort	<input checked="" type="checkbox"/> Fragment
Etat du cadavre :			
<input type="checkbox"/> Frais		<input type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé
			<input checked="" type="checkbox"/> Sec
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :			
Collision probable			
COMMENTAIRES : Seule une plumée a été observée sur le terrain			

Bibliographie

- Actes du séminaire citoyen Lucéole (2012). Coexistence Milan royal et parc éolien – pour une compréhension ouverte d'un problème complexe.

- Albouy, S., Dubois, Y. & Picq, H. 2001. Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue-Haute (Aude). Rapport final, octobre 2001. ABIES/LPO Aude/ADEME, Gardouch – Gruissan. 56 p + annexes.
- Alcalde, J.T. (2003): Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. Barbastella 2: 3-6.
- Ahlén, I. (1997): Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. Zeitschrift für Säugetierkunde 62: 375-380.
- Ahlén, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. Fauna och Flora 97 (3): 14-22.
- Alhen I Bach L. Baagoe H.J. & Pettersson J. 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. The Swedish Environmental Protection Agency, Report 5571.
- Amorim F. Rebelo H. Rodrigues L. 2012. Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the Mediterranean region. Acta Chiropterologica 14(2): 439-457.
- André, Y. (2005): Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort, 21 pages.
- Arnett, E.B., technical editor (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 pp.
- Arnett E.B. Barclay R.M.R & Hein C.D. 2013a. Thresholds for bats killed by wind turbines. Frontiers in Ecology and the Environment 11: 171–171. doi:10.1890/15409295-11.4.171 & 2013a
- Arnett E.B. Huso M.M.P. Reynolds D.S. & Schirmacher M. 2007. Patterns of preconstruction bat activity at a proposed wind facility in northwest Massachusetts. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 35 p.
- Arnett, E.B., M.M.P. Huso, J.P. Hayes & M. Schirmacher (2010): Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.
- Arnett E.B. Huso M.M.P. Schirmacher M.& Hayes J.P. 2011. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. Front Ecol. Environ. 2011, 9(4): 209– 214.
- Arnett, E.B., G.D. Johnson, W.P. Erickson & C.D. Hein (2013c): A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Arnett, E.B., C.D. Hein, M.R. Schirmacher, M.M.P. Huso & J.M. Szewczak (2013b): Evaluating the Effectiveness of an Ultrasonic Acoustic Deterrent for Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines. PLoS ONE 8(6): e65794.
- Arnett E.B. Brown W.K. Erickson W.P. Fiedler J. Hamilton B.L. Henry T.H. Jain A. Johnson G.D. Kerns J. Koford R.R. Nicholson C.P. O'Connell T. Piorkowski M. & Ta,kersley R. 2008. Patterns

of fatality of bats at wind energy facilities in North America. *Journal of Wildlife Management* 72: in press

- Arnett, E.B., Baerwald, E.F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodriguez-Durán, A., Rydell, J., Villegas-Patraca, R. & Voigt, C. (2016) Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (C. Voigt and T. Kingston, eds.) pp. 295–323. Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland.
- Arthur L. & Lemaire M. 2015. *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Deuxième édition. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; Biotope, Mèze, 544 p. (Hors collection ; 38).
- Aulagnier S. 2005. France. in : R. Hutterer, T. Ivanova, C. Meyer-Cords & L. Rodrigues : Bat migrations in Europe. A review of banding data and literature. *Natursch. Biol. Vielf.*, 28 : 41-43.
- AVES environnement & GCP. 2010. Etude de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 17/03-27/11 2009. 38 p.
- Bach, L. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzungen von Fledermäusen am Beispiel des Windparks „Hohe Geest“, Midlum - Endbericht. – unpubl. report for Instituts für angewandte Biologie, Freiburg/Niederelbe: 46 pp.
- Bach L. & Niermann I. 2011 & 2013. Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Bericht 2012 – Überprüfung des Abschalt algorithmus. Unpubl.report to PNE Wind AG, 28 pages.
- Bach, P., L. Bach, K. Eckschmitt, K. Frey & U. Gerhardt (2013b): Bat fatalities at different wind facilities in northwest Germany. Poster at CWE2013, Stockholm, 5-7 February 2013 (Naturvardsverket rapport 6546:117) and 3rd International Bat Meeting, Berlin, 1-3 March 2013.
- Baerwald E.F. Barclay R.M.R. 2011. Patterns of activity and fatality of migratory bats at a wind energy facility in Alberta, Canada. *The Journal of Wildlife Management* 75: 1103-1114.
- Baerwald, E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18 (16): pR 695696.
- Barataud M. & Giosa S. 2012. Biodiversité des chiroptères et gestions forestières en Limousin : rapport. Groupe Mamm. Herpéto. Limousin, Limoges, 32 p
- Barclay R.M.R. 1991. Population Structure of Temperate Zone Insectivorous Bats in Relation to Foraging Behaviour and Energy Demand. *Journal of Animal Ecology* 60 (1): 165-178.
- Barclay RMR, Baerwald EF, Gruver JC (2007). Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities : assessing the effects of rotor size and tower height..
- Barre, K., L., Le Viol, I., Bas, Y., Julliard, R. & Kerbiriou, C. (2018) Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: implications for European siting guidance. *Biological Conservation*, 226, 205–214.
- Barrios L et al. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines.

- Bas, Y., A. Haquart, J. Tranchard & H. Lagrange (2014): Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure: évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. Symbioses, Actes des 14èmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM, Bourges mars 2012, 32: 83-87.
- Bastos, R., M. Santos & J.A. Cabral (2013): A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. Ecological Indicators, 34: 428–440.
- Bauer K. 1960. Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich), Bonn. Zool. Beitr. 11(2-4): 141-344.
- Behr, O. & O. von Helversen (2005): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark "Roßkopf" (Freiburg i. Br.). - Unpubl. report: 37 pp + maps.
- Behr, O. & O. von Helversen (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf“ (Freiburg i. Br.) im Jahre 2005. Unpubl. report for 2005 on behalf of Regiowind GmbH & Co. KG Freiburg, 32 pages + maps.
- Behr O. Brinkmann R. Niermann I. & Korner-Nievergelt F. 2011. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & M. Reich, (Hrsg.): Entwicklung
- Bernardino J., R. Bispo, H. Costa & M. Mascarenhas (2013): Estimating bird and bat fatalities at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. New Zealand Journal of Zoology 40 (1): 63-74.
- Bernardino, J., R. Bispo, R. Rebelo, M. Mascarenhas & H. Costa (2011): Enhancing carcass removal trials at three wind energy facilities in Portugal. Wildl. Biol. Pract. 7(2): 1-14.
- Beucher, Y., V. Kelm, F. Albespy, M. Geyelin, L. Nazon & D. Pick (2013): Parc éolien de Castelnau-Pegayrols (12): Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2001), 111 pages
- Bispo, R., G. Palminha, J. Bernardino, T. Marques, & D. Pestana (2010): A new statistical method and a web-based application for the evaluation of the scavenging removal correction factor. Proceedings of the VIII Wind Wildlife Research Meeting, Denver, USA.
- Brinkmann, R., H. Schauer-Weissahn & F. Bontadina (2006): Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany. Final report submitted by the Administrative District of Freiburg, Department of Conservation and Landscape management and supported by the foundation Naturschutzfonds
- Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (ed.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum 4, 457 pages
- Camina, A. (2012): Bat fatalities at wind farms in northern Spain – lessons to be learned. Acta Chiropterologica 14(1): 205-212

- Collins J. & Jones G. 2009. Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterol.*, 11(2): 343-350.
- Cornelis N, Strehler-Perrin C, Balsiger L et al. (2016). Evaluation des impacts résiduels cumulés des éoliennes du Jura vaudois et des régions limitrophes sur la faune ailée.
- Cornut, J. & S. Vincent (2010a): Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. GCRA & LPO Drôme, 42 pages
- Cornut, J. & S. Vincent (2010b): Suivi de la mortalité de chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. *Le Bièvre* 24: 51-57. Disponible sur : <http://coraregion.free.fr/images/bievre/bievre24.pdf>
- Cryan P.M. Gorrensen P.M. Hein C.D. Schirmacher M.R. Diehl R.H. Huso M.M. Hayman D.T.S. Fricker P.D. Bonaccorso F.J. Johnson D.H. Hesit. H. & Dalton D.C. 2014. Behavior of bats at wind turbines. *PNAS*. doi: 10.1073/pnas.1406672111
- De Lucas M et al, (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance.
- Dechmann, D.K.N., Wikelski, M., Ellis-Soto, D., Safi, K. & O'Mara, M.T. (2017) Determinants of spring migration departure decision in a bat. *Biology letters*, 13, 20170395.
- Dietz C. Von Helversen O. & Nill D. 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord : Biologie, caractéristiques, protection. Delachaux et Niestlé, Paris, France. 400 p.
- Drewitt AL et al. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. (p14).
- Dubourg-Savage M.-J., Bach L. & Rodriges L., 2009, Bat mortality in wind farms in Europe. 1st International Symposium on Bat Migration, Berlin, pp.16-18
- Dubourg-Savage, M.J., L. Rodrigues, H. Santos, P. Georgiakakis, E. Papadatou, L. Bach & J. Rydell (2011): Pattern of bat fatalities at wind turbines in Europe: comparing north and south. Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, NINA Report 693. Proceedings, poster abstract: 124
- Dulac, P. (2008): Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. 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, 106 pages
- Dürr, T. (2001): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10: 182.
- Dürr, T. 2007. Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg. *Nyctalus* (N.F.) 12 (2-3): 238-252
- Dürr, T. & L. Bach (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

- Ecosphere, Roue S, Thauront M, Jung, 2013. Suivis de mortalité : Protocoles, abaques, optimisation des fréquences de passage et collecte nationale de données.
- Endl, P., U. Engelhart, K. Seiche, S. Teufert & H. Trapp (2005): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen im Landkreis Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz Freistaat Sachsen. Unpubl. report for Staatliches Umweltfachamt Bautzen: 135 pp.
- Erickson, W. P. et al. 2004. Stateline wind project wildlife monitoring final report, July 2001 — December 2003. — Tech. Rep. peer-reviewed by and submitted to FPL Energy, the Oregon Energy Facility Siting Council, and the Stateline Technical Advisory Committee.
- Erickson et al. 2011. Avian and bat mortality associated with the Vansycle Wind Project, Umatilla County, Oregon: 1999 study year. WEST, Inc. for Umatilla County Department of Resource Services and Development, Pendleton, Oregon. 21 p.
- Erickson WP, Johnson GD, Strickland DM, Young DP Jr., Sernka KJ, Good RE (2001). Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States.
- Erickson WP, Johnson GD, Young DP Jr. (2005). A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions.
- Erkert H.G. 1982. Ecological aspects of bat activity rhythms, p. 201-242. In: T.H. Kunz (Ed.). Ecology of bats. New York, Plenum Press, XVIII+425p.
- Fielding AH et al. (2006). Spatial association as an indicator of the potential for future interactions between wind energy developments and golden eagles *Aquila chrysaetos* in Scotland.
- Frick, W.F., Baerwald, E.F., Pollock, J.F., Barclay, R.M.R., Szymanski, J.A., Weller, T.J., Russell, A.L., Loeb, S.C., Medellin, R.A. & McGuire, L.P. (2017) Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biological Conservation*, 209, 172–177.
- Fure, A. (2006): Bats and lighting. *The London Naturalist* 85: 1-20.
- Garcia DA, Canavero G, Ardenghi F, Zambon M (2015). Analysis of wind farm effects on the surrounding environment : Assessing population trends of breeding passerines.
- Gelman, A. and Pardoe, I. 2006. Bayesian measures of explained variance and pooling in multilevel (hierarchical) models. — *Techno metrics* 48: 241–251.
- Georgiakakis, P. Kret E. Cárcamo B. Doutau B. Kafkaleto-Diez A. Vasilakis D. & Papadatou E. 2012. Bat fatalities at wind farms in north-eastern Greece. *Acta Chiropterologica* 14 (2): 459-468.
- Gerell-Lundberg K. & Gerell R. 1994. The mating behaviour of the pipistrelle and the *Nathusius' pipistrelle* (Chiroptera) - A comparison. *Folia Zoologica* 43 (4): 315-324.
- Grindal, S.D. & R.M. Brigham (1998): Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. *J. Wildl. Manage* 62 (3): 996–1003.

- Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gandler, D. Drake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd & N.L. Walrath (2011): Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy* 92(5): 917–925.
- Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016. – Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères, Version 2 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 17 pages.
- Grünkorn, T., A. Diederichs, B. Stahl, D. Dörte & G. Nehls (2005): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergie-anlagen. Unpubl. report for Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein: 92 pp.
- Grünkorn T, von Rönn J, Blew J, Nehls G, Weitekamp S, Timmermann H, Reichenbach M, Coppack T (2016). Détermination des taux de collision des oiseaux (y compris rapaces) et principes fondamentaux pour prévoir et évaluer le risque de collision dans la conception des projets éoliens (projet de recherche PROGRESS). (p27).
- Hayes, M.A. (2013): Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. *BioScience* 63(12): 975-979.
- Hayes, M. A., L. A. Hooton, K. L. Gilland, C. Grandgent, R. L. Smith, S. R. Lindsay, J. D. Collins, S. M. Schumacher, P. A. Rabie, J. C. Gruver, and J. Goodrich-Mahoney. (2019) A smart curtailment approach for reducing bat fatalities and curtailment time at wind energy facilities. *Ecological Applications* 00(00):e01881.
- Hedenstrom A. 2009. Optimal migration strategies in bats. *Journal of Mammalogy*, 90(6):1298–1309, 2009
- Heim, O., Schröder, A., Eccard, J., Jung, K. & Voigt, C.C. (2016) Seasonal activity patterns of European bats above intensively used farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 233, 130–139.
- Hensen, von F. (2004): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. *Nyctalus (N.F.)* 9 (5): 427-435.
- Hodos W (2003). Minimization of Motion Smear: Reducing Avian Collisions with Wind Turbines. (p43).
- Horn J.W. Arnett E.B. & Kunz T.H. 2008. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *The Journal of Wildlife Management* 72(1): 123-132
- Holzhaider J. & Zahn A. 2001. Bats in the Bavarian Alps : species composition and utilization of higher altitudes in summer. *Z. Säugetierk.*, 66(2) : 144-154.
- Hötker H, Thomsen KM, Jeromin H (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. (p65).
- Hull C.L. & Cawthen L. 2013. Bat fatalities at two wind farms in Tasmania, Australia: Bat characteristics, and spatial and temporal patterns. *New Zealand Journal of Zoology* 40(1): 5–15.

- Huso, M.M.P. (2010): An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics: doi: 10.1002/env
- Huso, M. et al. 2012. Fatality estimator users guide. — US Geological Survey Data Series 729.
- Hutterer R. Ivanova T. Meyer-Cords C. & Rodrigues L. 2005. Bat migrations in Europe. A review of banding data and literature. *Natursch. Biol. Vielf.*, 28 : 3-162 + app.
- Jain, A. et al. 2007. Annual report for the Maple Ridge wind power project: post-construction bird and bat fatality study 2006. Final report. — L. Curry & Kerlinger. Syracuse, NY, Curry & Kerlinger, LLC: 53.
- Johnson G.D. Erickson W.P. Strickland M.D. Shepherd M.F. & Shepherd D.A. 2003. Mortality of bats at a Large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. — Am. Midl. Nat. 150: 332-342.
- Jones et al. (2009). Altamont Pass Wind Resource Area 48-Hour Search Interval Bird Fatality Study. (p22).
- Kaňuch P. and Krištín A. 2007. Factors influencing bat assemblages in forest parks. *Ekológia* (Bratislava)24:45–56.
- Kapfer G. & Aron S. 2007. Temporal variation in flight activity, foraging activity and social interactions by bats around a suburban pond. *Lutra*, 50(1) : 9-18.
- Kerns J. Erickson W.P. & Arnett E.B. 2005. Bat and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia in Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines, Pour Bat and Wind Energy Cooperative. E.B Arnett, ed. pp. 24-95.
- Körner-Nievergelt, F., Brinkmann R., I. Niermann & O. Behr (2013): Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. *PLoS ONE* 8 (7): e67997. doi: 10.1371/journal.pone.0067997
- Korner-Nievergelt, F., P. Korner-Nievergelt, O. Behr, I. Niermann, R. Brinkmann & B. Hellriegel (2011): A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildl. Biology* 17 (4): 350-363
- Kronwitter F. 1988. Population structure, habitat use and activity patterns of the Noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio-tracking. *Myotis*, 26: 23 -85.
- Krijgsveld KL et al. (2009). Collision risk of birds with modern large wind turbines. (p10).
- Krüger T, Garthe S (2001). Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. (p14).
- Kunz, T.H., Arnett E.B., Erickson W.P., Hoar A.R., Johnson G.D., Larkin R.P., Strickland M.D., R.W. Thresher & M.D. Tuttle (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs and hypotheses. *Frontiers in Ecology* 5: 315–324.

- Lagrange, H., E. Roussel, A.-L. Ughetto, F. Melki, G. Steinmetz & C. Kerbirou (2011): Chirotech, A Multi-Factorial Mitigation process to reduce Bat fatalities at wind energy facilities. In: Hutson A.M., P.H.C. Lina (eds.): XII European Bat Research Symposium - Programme, abstract, list of participants: 33.
- Lagrange, H., P. Rico, Y. Bas, A-L. Ughetto, F. Melki & C. Kerbirou (2013): Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted curtailment: results from 4 years of testing of CHIROTECH©. Presentation at the CWE in Stockholm 5-7 February 2013 and at the 16th International Bat Research Conference, Costa Rica.
- Le Campion T. & Dubos T. 2017. Etude la migration des chauves-souris en Bretagne 2013-2016 : rapport final mai 2017. G.M.B., 52 p.
- Lebreton, J.-D. et al. 1992. Modelling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. — *Ecol. Monogr.* 62: 67–118.
- Lehnert, L.S., Kramer-Schadt, S., Schönborn, S., Lindecke, O., Niermann, I. & Voigt, C.C. (2014) Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. *PLoS ONE*, 9, e103106.
- Limpens H.J.G.A. Boonman, M. Korner-Nievergelt F. Jansen E.A. Van der Valk M. La Haye M.J.J. Dirksen S. & Vreugdenhil S.J. 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013. 12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.
- Long, C. V., J.A. Flint & P.A. Lepper (2011): Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research* 57 (2), 323-331
- Loss SR, Will T, Marra PP (2013). Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. (p9).
- LPO (2016). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015.
- Madders M, Whitfield DP (2006). Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. (p14).
- Martin, C.M., Arnett, E.B., Stevens, R.D. & Wallace, M.C. (2017) Reducing bat fatalities at wind facilities while improving the economic efficiency of operational mitigation. *Journal of Mammalogy*, 98, 378–385.
- McAney C.M. & Fairley J.S. 1990. Observations at summer roosts of the lesser horseshoe bat in co clare. *Ir. Nat. J.* 23(1)
- MRNF. 2008. Protocole de suivi des mortalités d'oiseaux de proie et de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec – 8 janvier 2008. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec. 18 pages.
- Natural England (2007): Disturbance and protected species: understanding and applying the law in England and Wales. Natural England, 24/8/07, 30 pages. Available: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140605090108/http://www.naturalengland.org.uk/Images/esisgd_tcm6-3774.pdf

- Niermann, I., O. Behr & R. Brinkmann (2007): Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergiestandorten. *Nyctalus* (N.F.) 12 (2-3): 152-162
- Niermann I. Brinkmann R. Korner-Nievergelt F. Behr O. 2011. Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (ed.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. *Umwelt und Raum* 4: 40-115
- Norberg U.M. Rayner J.M.V. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 316: 335-427
- Parsons S. & Jones G. 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *J. exp. Biol.* 203: 2641±2656.
- Parsons, K.N., G. Jones, I. Davidson-Watts & F. Greenaway (2003): Swarming of bats at underground sites in Britain - implications for conservation. *Biol. Conservation* 111 (1): 63-70.
- Péron, G., J.E. Hines, J.D. Nichols, W.L. Kendall, K.A. Peters & D.S. Mizrahi (2013) Estimation of bird and bat mortality at wind-power farms with superpopulation models. *Journal of Applied Ecology* 50(4): 902-911.
- Pollock, R. 2007. Recommended formulas for adjusting fatality rates. California guidelines for reducing impacts to birds and bats from wind energy development. Final commission report. C. E. C. a. C. D. o. F. a. Game. — California Energy Commission, Renewables Committee, and Energy Facilities Siting Divisions, and California Dept of Fish and Game, Resources Management and Policy Division, pp. 117–118.
- Rachwald A. 1992. Habitat preference and activity of the noctule bat *Nyctalus noctula* in the Białowieża Primeval Forest. *Acta Theriol.* 37, 413-422.
- Redell D. Arnett E.B. Hayes J.P. & Huso M. 2006. Patterns of pre-construction bat activity at a proposed wind facility in south-central Wisconsin. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 52 p.
- Rico, P. & H. Lagrange (2011): Chirotech, Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Ma de Leuze (commune de Saint-Martin-de-Crau, 13) 2011. Rapport Biotope, contrat n°8 pour l'ADEME, 51 pages.
- Rodrigues L. Bach L. Dubourg-Savage M.-J. Goodwin J. & Harbush C. 2008. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series No. 3 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany
- Rodrigues, L. Bach, M-J. Dubourg-Savage, B.Karapandza, D.Kovac, T.Kervyn, J.Dekker, A.Kepel, P.Bach, J.Collins, C.Harbusch,K.Park, B.Micevski, J.Minderman (2015) Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens – Actualisation

2015. EUROBATS Publication Serie N° 6 (Version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133p.
- Rollins, K.E., D. K. Meyerholz, G.D. Johnson, A.P. Capparella & S.S. Loew (2012): A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? *Veterinary Pathology* 49 (2): 362-371
 - Russ J.M. 1999a. The bats of Britain and Ireland. Echolocation calls, sound analysis and species identification. Newtown: Alana Books. 102
 - Russ J.M. 1999b. The Microchiroptera of Northern Ireland: community composition, habitat associations and ultrasound. Unpubl. PhD thesis, The Queen's University of Belfast
 - Rydell J. Bach L. Dubourg-Savage M-J. Green M. Rodrigues L. & Hedenstrom A. 2010a. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2): 261-274
 - Rydell J. Bach L. Dubourg-Savage M-J. Green M. Rodrigues L. & Hedenstrom A. 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *Eur. J. Wildl. Res.*, 56(6) : 823-827.
 - Sané, F. (2012): Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Paou sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères : Bilan de 3 années de suivi (2008-2009-2010). ALEPE, unpublished report for EDF EN, 111 pages
 - Sattler T. & Bontadina F. 2005. Bases pour l'évaluation écologique de deux secteurs d'installations éoliennes en France sur la base de la diversité et l'activité des chauves-souris. — Compte-rendu succinct, SWILD, Zürich par ordre de Megawatt Eole, Stuttgart, 23p.
 - Schaub, A., J. Ostwald & B.M. Siemers (2008): Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology* 211 : 3174-3180
 - Seiche K. Endl P. & Lein M. 2007. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 170-181
 - Silva R. 2009. Effet des conditions météorologiques sur l'activité de chasse des Chiroptères. M.N.H.N., C.R.B.P.O., 36p.
 - Smallwood, K. 2007. Estimating wind turbine – Caused bird mortality. — *Journal of wildlife management* 71(8) : 2781-2791.
 - Stone, E.L., G. Jones & S. Harris (2009): Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Current Biology* 19(13): 1123-1127. Doi:10.1016/j.cub.2009.05.058
 - Swift S.M. 1980. Activity patterns of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) in north-east Scotland. *Journal of Zoology*, London, 190, 285-295.
 - Therkildsen OR, Elmeros M (2015). First year post-construction monitoring of bats and birds at wind turbine test Centre Østerild. (p128).
 - Thonnerieux Y - Natur'ailes (2005). Eoliennes et Oiseaux : quelles conséquences?. (p6).
 - Voigt, Ch.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann & S. Kramer-Schadt (2012): The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153: 80-86

- Warren-Hicks, W., J. Newman, R. Wolpert, B. Karas & L. Tran (2013): Improving methods for estimating fatality of birds and bats at wind energy facilities. Public Interest Energy Research (PIER) Program. Final Project Report. California Energy Commission. February 2013
- Whitaker J.O.Jr. 1998. Life history and roost switching in six summer colonies of eastern pipistrelles in buildings. *Journal of Mammalogy* 79 (2): 651-659.
- Young Jr DP, Erickson WP, Strickland MD, Good RE, Sernka KJ (2003). Comparison of avian responses to UV-Light-Reflective Paint on Wind Turbines. (p67).