

SUIVI ENVIRONNEMENTAL ICPE

PARC EOLIEN DE BOUHY

Commune de Bouhy et
Dampierre-Sous-Bouhy (Nièvre - 58)

Janvier 2020



SEPE de Charsonville

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 SEPE de Charsonville pour réaliser ce suivi environnemental ICPE.

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 réglementaire de l'étude de suivi environnemental pour les projets éoliens	12
Partie 2 : Méthodologies	13
2.1 Méthodologie et démarche générale	15
2.2 Suivi d'activité des chiroptères	16
2.2.1 Objectif et paramètres à prendre en compte	16
2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire	16
2.3 Suivi de la mortalité	21
2.3.1 Principe et objectif	21
2.3.2 Protocole utilisé	21
2.3.3 Méthodes d'estimation de la mortalité	22
2.3.4 Synthèse des limites et de leur compensation	29
Partie 3 : Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères	31
3.1 Bilan des connaissances de l'étude d'impact	33
3.2 Suivi de l'activité des chiroptères	35
3.2.1 Suivi ultrasonique automatique permanent en nacelle d'éolienne	35
3.2.2 Comparaison qualitative et quantitative avec l'étude d'impact initiale	48
Partie 4 : Résultats et analyse 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 Surfaces prospectées et correction surfacique	54

4.2	Mortalité de l'avifaune	55
4.2.1	Bilan des connaissances sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien.....	55
4.2.2	Résultats globaux du suivi de l'avifaune.....	59
4.2.3	Synthèse et préconisations	59
4.3	Mortalité des chiroptères	60
4.3.1	Bilan des connaissances sur la mortalité des chiroptères liée à l'éolien	60
4.3.1	Résultats globaux du suivi des chiroptères.....	64
4.3.2	Synthèse et préconisations	64
	Table des illustrations.....	65
	Annexes.....	67
	Annexe 1 : Tableau des données brutes récoltées lors du suivi.....	67
	Annexe 2 : Mortalité aviaire, simplifiée, observée en France et en Europe au 2 Septembre 2019 (Source : Dürr, 2019)	69
	Annexe 3 : Mortalité des chauves-souris, simplifiée, observée en France et en Europe au 2 Septembre 2019 (Source : Dürr, 2019)	70
	Annexe 4 : Occupation des sols des surfaces théoriques de prospection	71

Partie 1 : Cadre général de l'étude

1.1 Maître d'ouvrage – exploitant

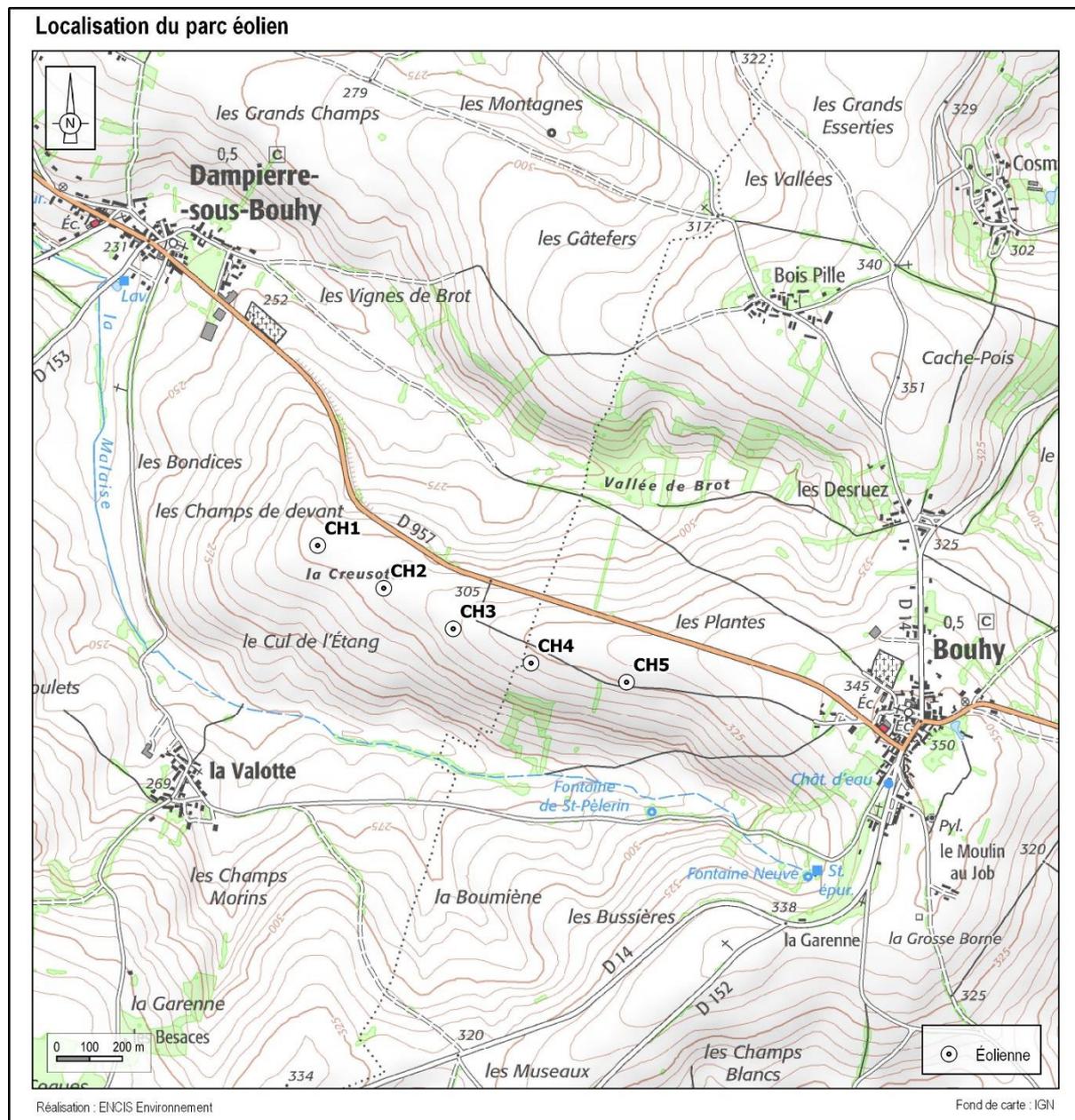
Destinataire	SEPE de Charsonville
Adresse	330 rue du Port Salut 60126 Longueil Sainte Marie
Interlocuteur	Adrien DANIEL - Chargé d'exploitation (Enercon)
Téléphone	02 23 30 61 12

1.2 Auteurs de l'étude

Structure	
Adresse	21 Rue de Columbia 87 068 LIMOGES
Téléphone	05 55 36 28 39
Coordination et rédaction de l'étude	Rémi TURBAN, Chargé d'études - Écologue
Suivi d'activité des chiroptères	Marie LABOURÉ, Responsable d'études - Chiroptérologue
Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères	Mathurin CARNET, Technicien d'études - Écologue
Validation	Pierre PAPON, Directeur du pôle Écologie
Version / date	Janvier 2020

1.3 Présentation du parc éolien étudié

Le parc éolien étudié est situé à cheval sur les communes de Bouhy et Dampierre-Sous-Bouhy, au nord-ouest du département de la Nièvre (carte suivante). Ce parc, d'une puissance nominale totale de 11 500 kW, est constitué de cinq éoliennes.



Carte 1 : Localisation du parc éolien

Les éoliennes sont implantées au sein d'un paysage de grandes cultures (carte suivante).



Carte 2 : Localisation du parc éolien 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 R.122-14 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 R.122-14 du code de l'environnement. Ce protocole a été actualisé en 2018.

Partie 2 : Méthodologies

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). Les résultats sont ensuite comparés avec les conclusions de cette évaluation préalable. 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'UICN. 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'UICN.

- La sensibilité d'une espèce 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 2004, 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 des deux suivis suivants :

- suivi de l'activité des chiroptères,
- suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères.

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 (richesse spécifique, activité d'une espèce donnée, etc.), le comportement des chauves-souris en vol, les périodes et conditions de présence des individus, etc.

2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire

D'après l'étude d'impact effectuée sur le parc éolien, il est recommandé de réaliser un suivi post-implantation durant 3 ans d'où la réalisation de cette étude avec un suivi d'activité chiroptérologique en hauteur et un suivi de mortalité réalisé en parallèle au sol. Il s'agit en 2019 de la troisième année de suivi de la mortalité après ceux réalisés en 2017 puis 2018.

Toutefois à titre de précaution lié au fait notamment de la présence d'un site d'hibernation du Petit rhinolophe à Dampierre-sous-Bouhy, et de la difficulté d'obtenir des données sur les migrations des chauves-souris en général - ce qui nous tenons à le rappeler représente la période la plus à risque et où l'on recense la plupart des cas de mortalité principalement pour les espèces de haut vol comme la Grande noctule - nous préconisons la réalisation d'un suivi post installation pendant trois ans afin de vérifier l'impact réel du parc éolien.

Figure 1 : Recommandation de suivi dans l'étude d'impact

2.2.2.1 Protocole d'étude utilisé

Le protocole d'écoute en 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 S+ de *BioAcousticTechnology*) est placé dans la nacelle de l'éolienne E3 et le microphone est inséré dans sa paroi (illustration suivante).



Figure 2 : 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 percé 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.

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 4 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.

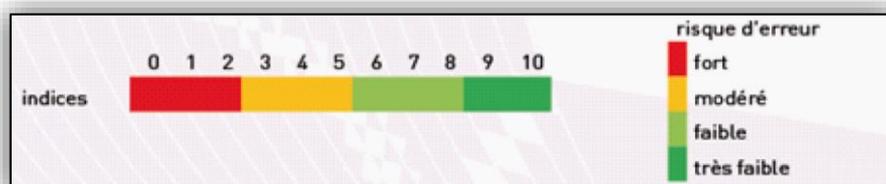


Figure 3 : Indices de confiance établis par Sonochiro® et risques d'erreurs associés

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 les cas des inventaires ultrasoniques automatiques permanents en hauteur, 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'évènement (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.

2.2.2.2 Localisation des protocoles effectués

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



Carte 3 : Localisation du dispositif BATmode pour l'inventaire des chiroptères

2.2.2.3 Calendrier des inventaires

Concernant les écoutes en nacelle d'éolienne, la période d'inventaire couvre la phase d'activité chiroptérologique maximale, à savoir les transits printaniers et la gestation (avril-mai), la mise-bas et l'élevage des jeunes (juin-juillet-août) et le swarming et transits automnaux (septembre-octobre). Ainsi le dispositif a été installé le 18 avril 2019 et est resté fonctionnel jusqu'au 5 novembre 2019.

Au total, 202 nuits d'écoute ont été réalisées, entre 1 h avant le coucher du soleil et 1 h après le lever du soleil.

Thème	Dates
Installation	18 avril 2019
1 ^{ère} données enregistrées	20 avril 2019
Phase d'analyse des données	Du 18 avril au 5 novembre 2019
Dernière donnée enregistrée	5 novembre 2019

Tableau 1 : Calendrier des inventaires dédiés aux chiroptères

2.3 Suivi de la mortalité

2.3.1 Principe et objectif

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

Le nombre de visites est variable selon les sites et la période. Cette pression d'inventaire et l'organisation vis-à-vis de la phénologie des espèces constituent les éléments clés, jouant sur la précision des évaluations. L'adaptation des protocoles doit également tenir compte des résultats de l'étude d'impact et des enjeux identifiés sur le site.

La méthode proposée s'inspire du « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » de novembre 2015 (révisé en 2018) ainsi que du document « Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères » actualisé en 2016 par la SFPEM.

Le suivi de la mortalité permet de vérifier que les populations d'oiseaux et de chiroptères présentes au niveau du parc éolien ne sont pas affectées de manière significative par le fonctionnement des aérogénérateurs. L'objectif est de s'assurer que l'estimation effectuée dans l'étude d'impact du projet en termes de risques de mortalité n'est pas dépassée.

2.3.2 Protocole utilisé

2.3.2.1 Pression d'inventaires

La pression d'inventaire a été définie pour répondre aux exigences de l'arrêté du 26 août 2011, et notamment au travers du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres révisé en mars 2018. Ce dernier prévoit un minimum de 20 prospections entre les semaines 20 et 43 (mi-mai à mi-octobre).

Ce protocole est appliqué selon ces conditions sur le parc éolien de Bouhy.

Au total sur l'année 2019, 20 prospections sont réalisées dans le cadre du suivi de la mortalité à raison d'une prospection par semaine, entre les semaine 20 et 43.

Les dates, conditions météorologiques et caractéristiques des prospections sont synthétisées en Annexe I.

2.3.2.2 Surface et méthode d'échantillonnage

Dans le cadre du suivi, la surface échantillonnée théorique correspond à un carré de 100 mètres de côté autour de chaque éolienne, soit des surfaces de 10 000 m². Le chercheur détermine un transect à suivre et l'utilise invariablement lors de chaque prospection. L'espacement entre les transects est limité à 15 mètres, soit la distance maximale de perception des cadavres par un observateur. Sur ce site, les transects seront espacés de 10 mètres. Le schéma théorique suivant présente la méthode mise en place dans le cadre d'un suivi de la mortalité au pied d'une éolienne.

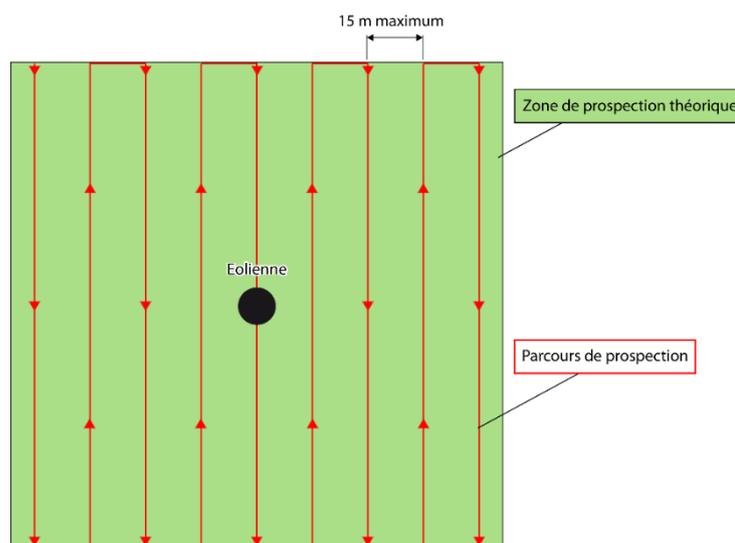


Figure 4 : Schéma théorique de parcours au pied d'une éolienne

Au cours de chaque prospection du suivi mortalité une fiche de données est complétée par le chercheur. De plus, à chaque découverte de cadavre, celui-ci est localisé par GPS, photographié et déterminé, puis, fait l'objet d'une fiche détaillée définie par le Ministère en charge des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). 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'éviter des biais méthodologiques. Ainsi, cette estimation peut être calculée par plusieurs formules mathématiques (Winkelmann, 1989 ; Erikson, 2000 ; Jones, 2009 ; Huso, 2010 ; Korner, 2011 ; Etterson, 2013). D'une manière générale, outre le nombre de cadavres trouvés, plusieurs variables sont à intégrer :

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

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 : $I = 7,37$ jours

2.3.3.2 Test de détection

Ce test a pour but de déterminer l'efficacité du chercheur afin d'inclure ce paramètre dans l'estimation de la mortalité.

Un minimum de 15 cadavres de poussins et/ou de souris de tailles variées est déposé par une tierce personne sous les éoliennes du parc afin de simuler les oiseaux et chiroptères morts. Ces cadavres sont déposés de manière à couvrir différents types de végétation sur le parc (hors zones non-prospectées). Le chercheur effectue ensuite son parcours habituel. Le nombre de cadavres retrouvés est alors comptabilisé.

Le facteur de correction lié à l'efficacité des chercheurs (d) correspond à la proportion de cadavres trouvés par rapport au nombre de cadavres déposés, soit :

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

Où : - d_t : nombre de cadavres trouvés par chercheur
- d_T : nombre de cadavres déposés

Les paramètres des deux tests effectués sur l'année de suivi sont synthétisés dans le tableau suivant.

Test	Date	Nombre cadavres déposés		
		Petit (souris)	Gros (poussins)	Total
Test 1	25 juin 2019	25	10	35
Test 2	10 septembre 2019	27	18	45

Tableau 2 : Paramètres des tests de détection effectués sur l'année de suivi

2.3.3.3 Test de prédation

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

A la suite du test de détection, les cadavres leurre sont laissés sur place. Plusieurs prospections ont lieu les jours suivants, à J+1, J+3, J+6, J+9, J+13 et jusqu'à la disparition totale des cadavres. Cela permet de connaître la durée de persistance des cadavres avant leur prélèvement.

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

- **Le taux de prédation (z)**, utilisé dans 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 persistance des cadavres (t)**, utilisée dans les méthodes d'Erickson, de Jones et d'Huso, 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 : nombre de cadavres utilisés pour le test

La durée moyenne de persistance des cadavres est de : t = 2,11

- **Les taux de persistance des cadavres (d), de Jones et de Huso**, qui seront détaillés dans la partie traitant des méthodes d'estimation de la mortalité (2.3.3.5 - Protocoles « Jones » et « Huso »).

2.3.3.4 Correction surfacique

L'observateur calcule, lors de 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 ou 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.

Pour pallier le biais induit par les surfaces non-prospectables, un facteur de correction surfacique est intégré à l'estimation de mortalité. Il est calculé comme suit :

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

Où : - A_{Th} : surface théorique
- A_p : surface prospectée

Étant donnée l'évolution de la végétation au cours des saisons, un facteur de correction surfacique est calculé pour chaque prospection.

2.3.3.5 Estimation de la mortalité

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

Protocole « Winkelmann »

Le protocole « Winkelmann » se base sur une 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. Les résultats obtenus sont d'une très grande variabilité. Cette formule tend à les surestimer en cas de forte prédation et/ou d'une efficacité chercheur faible.

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

Où : - N : mortalité estimée
- C : nombre de cadavres trouvés durant le suivi
- z : taux de prédation, soit le nombre de cadavres disparus 3 jours après leur dépôt, divisé par le nombre de cadavres initiaux
- d : efficacité du chercheur
- A : coefficient de correction surfacique

Protocole « Erickson »

En 2000, Erickson intègre au calcul une nouvelle variable, la durée moyenne de persistance des cadavres. L'avantage de cette formule est qu'elle fonctionne même lorsque la durée de persistance des cadavres est nulle. 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 : mortalité estimée
 - I : durée moyenne (en jours) de l'intervalle entre deux prospections
 - C : nombre de cadavres trouvés durant le suivi
 - t : durée moyenne de persistance des cadavres
 - d : 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 : mortalité estimée
 - C : nombre de cadavres trouvés durant le suivi
 - d : efficacité du chercheur
 - p : taux de persistance (voir calcul ci-dessous « Jones » ou « Huso »)
 - ê : coefficient correcteur de l'intervalle (voir ci-dessous)
 - A : coefficient de correction surfacique

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

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

- Où :
- I : durée moyenne (en jours) de l'intervalle entre deux prospections
 - Î : intervalle effectif, soit : $-\log(0,01) * t$
 - t : durée moyenne de persistance des cadavres

« Jones »

En 2009, Jones et *al.* proposent une méthode intégrant un taux de persistance et un coefficient correcteur de l'intervalle. 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 prospections
- t : durée moyenne de persistance d'un cadavre

D'où :

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

Le taux de persistance selon Jones est de : p = 0,17

« 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.

Ainsi, Huso définit le taux de persistance comme suit :

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

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

D'où :

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

Le taux de persistance selon Huso est de : p = 0,28

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.

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

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

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

- l : durée moyenne (en jours) de l'intervalle entre deux prospections
- n : nombre de recherches pendant l'étude
- i : numéro de la recherche
- d : efficacité du chercheur

Protocole « Etterson »

En 2013, « Etterson » publie une nouvelle formule pour estimer la mortalité. Cette formule tend à être plus adaptée lorsque les recherches sont irrégulières. La formule mathématique n'est pas développée ici. L'estimation sera calculée par l'intermédiaire du logiciel R et du package « carcass ».

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.

Les quatre derniers protocoles décrits dans cette partie (Huso, Jones, Korner et Etterson) sont les plus récents et intègrent des variables permettant de réduire les biais méthodologiques. La moyenne de ces quatre estimateurs sera utilisée pour estimer la mortalité.

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.

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 prédation 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 prédation 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 « j » (Le temps au-delà duquel la probabilité de persistance est inférieure à 1%)	Pris en compte (Durée de persistance) Suppose que la prédation 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 prédation 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.

Il est à prendre en compte que la formule de Winkelmann (1989) tend à surestimer la mortalité réelle, notamment lorsque la durée de persistance des cadavres est faible. A l'inverse, la formule d'Erickson (2000) tend à sous-estimer la mortalité réelle, notamment lorsque la durée de persistance des cadavres est importante. Comme mentionné précédemment, ces deux formules sont donc données seulement à titre indicatif afin de permettre une comparaison avec d'autres parcs éoliens.

2.3.4 Synthèse des limites et de leur compensation

Les résultats de l'inventaire sont des résultats bruts. Plusieurs variables sont 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 alors être comptabilisés. Ce biais reste limité grâce à une forte pression d'inventaire ainsi qu'à l'utilisation d'un coefficient de persistance des cadavres.
- L'efficacité des chercheurs ainsi que la visibilité liée aux couvertures végétales sous les éoliennes créent un biais de détection. Ce biais est cependant compensé par le coefficient de détection qui détermine le pourcentage de cadavres découverts par un observateur sur les différentes couvertures végétales.
- Le prélèvement des cadavres est fluctuant d'un parc à un autre et d'une éolienne à une autre. Les tests de prédation sont effectués sous plusieurs éoliennes avec des leurres de différentes tailles afin d'améliorer la précision de l'estimation de la prédation sur l'ensemble du parc.
- La surface prospectée autour d'une éolienne est rarement exhaustive à cause de la hauteur et de la densité du couvert végétal qui rend impossible la détection de cadavres. Ce biais est corrigé par le coefficient de correction surfacique qui intègre la surface prospectée lors de chaque passage. Cette correction se base sur l'hypothèse que les cadavres se répartissent de façon homogène sous l'éolienne.

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

- La surface de prospection est un carré englobant la totalité de la zone de survol des pales, 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 « crippling loss », un biais peu étudié et non pris en compte dans les différentes méthodes d'estimations.
- Les pratiques agricoles peuvent faire disparaître des cadavres (par enfouissement, etc.). Si les disparitions des cadavres sont censées être prises en compte par le coefficient de prélèvement, ces événements sont cependant ponctuels et donc difficilement intégrables à l'estimation.
- L'efficacité du chercheur peut être biaisée en fonction des conditions météorologiques. Ce biais est réduit car les prospections sont 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

D'après les résultats présentés dans l'étude d'impact du parc éolien de Bouhy, les études effectuées sur les chiroptères ont été réalisées par Intervent, avec trois soirées d'écoutes sur le terrain et un pré-diagnostic réalisé par la Société d'Histoire Naturelle d'Autun. Les inventaires de l'étude d'impact présentent un faible nombre de nuits d'écoute (3 soirées) ainsi que des données récoltées au sol, alors que le suivi de 2019 a été effectué à hauteur de nacelle, afin d'obtenir des résultats les plus représentatifs de l'activité de ces derniers.

Par conséquent, seul un comparatif des espèces rencontrées pourra être effectué, en prenant en compte le fait que le cortège des espèces de haut-vol est bien moins diversifié que celui des espèces volant à faible hauteur.

Compte tenu de ces informations, les analyses de l'évolution des populations et de leurs comportements vis-à-vis du parc éolien ne pourront être menées finement.

Directive européenne « Habitats-Faune-Flore » (DHFF)																																					
Espèces d'intérêt communautaire en annexe II :																																					
<ul style="list-style-type: none"> - Grand murin - Petit rhinolophe - Grand rhinolophe - Barbastelle d'Europe - Vespertilion de Bechstein - Vespertilion à oreilles échanquées 																																					
<u>Liste rouge nationale</u>																																					
<p>Espèces vulnérables (V) : Espèces dont les effectifs sont en forte régression du fait de facteurs extérieurs défavorables. Ces espèces sont susceptibles de devenir en danger si les facteurs responsables de leur vulnérabilité continuent d'agir.</p> <p>Espèces à surveiller (S) : Cette catégorie correspond aux espèces sensibles, sans être toujours menacées, elles méritent une attention particulière.</p>																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Espèces vulnérables</th> <th>V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Petit rhinolophe</td><td></td></tr> <tr><td>Grand rhinolophe</td><td></td></tr> <tr><td>Vespertilion à oreilles échanquées</td><td></td></tr> <tr><td>Vespertilion de Bechstein</td><td></td></tr> <tr><td>Grand murin</td><td></td></tr> <tr><td>Noctule de Leisler</td><td></td></tr> <tr><td>Barbastelle d'Europe</td><td></td></tr> <tr> <th>Espèces à "surveiller"</th> <th>S</th> </tr> <tr><td>Vespertilion de Daubenton</td><td></td></tr> <tr><td>Vespertilion à moustaches</td><td></td></tr> <tr><td>Vespertilion de Natterer</td><td></td></tr> <tr><td>Sérotine commune</td><td></td></tr> <tr><td>Pipistrelle commune</td><td></td></tr> <tr><td>Pipistrelle de Nathusius</td><td></td></tr> <tr><td>Pipistrelle de Kuhl</td><td></td></tr> <tr><td>Oreillard roux</td><td></td></tr> <tr><td>Oreillard gris</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Espèces vulnérables	V	Petit rhinolophe		Grand rhinolophe		Vespertilion à oreilles échanquées		Vespertilion de Bechstein		Grand murin		Noctule de Leisler		Barbastelle d'Europe		Espèces à "surveiller"	S	Vespertilion de Daubenton		Vespertilion à moustaches		Vespertilion de Natterer		Sérotine commune		Pipistrelle commune		Pipistrelle de Nathusius		Pipistrelle de Kuhl		Oreillard roux		Oreillard gris	
Espèces vulnérables	V																																				
Petit rhinolophe																																					
Grand rhinolophe																																					
Vespertilion à oreilles échanquées																																					
Vespertilion de Bechstein																																					
Grand murin																																					
Noctule de Leisler																																					
Barbastelle d'Europe																																					
Espèces à "surveiller"	S																																				
Vespertilion de Daubenton																																					
Vespertilion à moustaches																																					
Vespertilion de Natterer																																					
Sérotine commune																																					
Pipistrelle commune																																					
Pipistrelle de Nathusius																																					
Pipistrelle de Kuhl																																					
Oreillard roux																																					
Oreillard gris																																					

Figure 5 : Richesse spécifique des chiroptères et espèces patrimoniales inventoriées (Intervent)

Sur l'aire d'étude, au vu des effectifs et des espèces présentes, **les principaux enjeux concernent :**

- 5 colonies de mise bas de Grand murin (espèce impactée par les éoliennes)

A 12 km du projet, **2 colonies** sont présentes avec respectivement **80 et 184** individus.

A 16 km à l'ouest du projet, 1 colonie de mise bas de **130** Grands murins est présente.

A 18 km, 2 colonies de **200 et 230** Grands murins sont présentes.

Dans un rayon de 18 km autour du projet, **824 Grands murins** sont présent en mise bas (sans les jeunes). Ces colonies font parties des sites majeurs pour la conservation de l'espèce au niveau régional et du Grand Est. Au vu des effectifs, les individus couvrent de grands territoires de chasse et des échanges entre populations sont possibles (ce phénomène a déjà été observé sur d'autres sites de la région).

- 5 sites d'hibernation

A 16 km, un complexe de cavités accueille plus de 700 chauves-souris chaque hiver pour l'hibernation. Ces cavités représentent un fort intérêt régional au vu des effectifs présents. La sensibilité s'explique par le déplacement important d'individus en périphérie et entre les sites lors du transit printanier et automnal avec des individus qui parcourent de longues distances (de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de kilomètres) pour rejoindre ces sites souterrains.

Figure 6 : Enjeux et recommandations lors du pré-diagnostic de l'étude d'impact (SHNA)

En conclusion, un site est connu pour l'accueil des chiroptères pendant la période d'hibernation à Dampierre-sous-Bouhy. Il peut accueillir une centaine de Petits rhinolophes. Par ailleurs, cinq colonies de mise à bas de Grand murin sont recensées dans un périmètre de 12 à 18 kilomètres autour du site et un complexe de cavités à 16 kilomètres au nord du site peut accueillir plus de 700 chauves souris chaque hiver.

Le projet d'implantation des éoliennes est localisé sur la crête d'une petite colline où l'agriculture extensive est pratiquée. Lors des différentes soirées d'écoutes, **aucun contact n'a pu être établi sur le site a proprement dit**. Ceci est lié au fait que le site est exposé aux vents, où peu d'insectes sont présents et qui plus est dans un secteur dénué de structures végétales propices aux déplacements des chauves-souris.

Le secteur qui semble le plus intéressant pour les chiroptères est de loin le petit vallon au Sud du site. En effet, le sous-sol étant calcaire, aucun point d'eau n'est présent sur le plateau. Cependant arrivant au niveau des couches géologiques plus argileuses, l'eau ressort, ce qui concourt à la présence d'un ruisseau et deux lavoirs.

Quelques contacts ont ainsi été établis avec des chauves-souris dans ces secteurs sans présenter toutefois de fréquentation forte. Ces différents éléments nous permettent de conclure à l'absence d'enjeux importants pour ce qui concerne les chiroptères sur le projet étudié.

Toutefois à titre de précaution lié au fait notamment de la présence d'un site d'hibernation du Petit rhinolophe à Dampierre-sous-Bouhy, et de la difficulté d'obtenir des données sur les migrations des chauves-souris en général - ce qui nous tenons à le rappeler représente la période la plus à risque et où l'on recense la plupart des cas de mortalité principalement pour les espèces de haut vol comme la Grande noctule - nous préconisons la réalisation d'un suivi post installation pendant trois ans afin de vérifier l'impact réel du parc éolien.

Figure 7 : Conclusion de l'analyse des données chiroptères de l'étude d'impact (Intervent)

3.2 Suivi de l'activité des chiroptères

3.2.1 Suivi ultrasonique automatique permanent en nacelle d'éolienne

Les résultats présentés dans cette partie, correspondent aux inventaires réalisés à l'aide d'un détecteur automatique. Ces inventaires sont réalisés durant plusieurs mois consécutifs. À la différence de la méthode par échantillonnage, les enregistrements sont concentrés en un point mais le temps d'inventaire est plus long. La technique d'enregistrement étant différente des inventaires par échantillonnage, les résultats ne peuvent pas être interprétés de la même manière. C'est pourquoi ils font l'objet d'une analyse séparée.

Pour rappel, un dispositif BATmode a été installé dans la nacelle de l'éolienne CH3 du parc de Bouhy. La nacelle, positionnée à 107 mètres du sol, est équipée d'instruments de mesure météorologique afin de connaître les ressources en vitesses de vent et températures sur le site.

Le dispositif BATmode a effectué des enregistrements automatiques durant 202 nuits.

3.2.1.1 Richesse et activité spécifique enregistrée

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

Le tableau suivant présente les résultats issus des analyses du logiciel Sonochiro®. Ces données ont été vérifiées par un chiroptérologue afin d'obtenir une liste d'espèces dont la présence est certifiée. Tous les contacts ne peuvent être vérifiés en raison d'un trop grand nombre de séquences, mais plusieurs d'entre elles sont contrôlées pour chaque espèce et pour chaque indice de confiance. Par cette méthode, les résultats présentés dans le tableau suivant constituent une base de données jugée fiable.

Genre	Espèces	Total estimé
<i>Eptesicus</i>	Sérotine commune	94
<i>Nyctalus</i>	Noctule commune	423
	Noctule de Leisler	278
<i>Pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	368
	Pipistrelle de Kuhl	231
	Pipistrelle de Nathusius	35
Total		1 429

Tableau 3 : Répartition du nombre de contacts par espèce

La richesse spécifique inventoriée par le protocole d'écoute permanente en nacelle d'éolienne est de 6 espèces. Cette diversité observée est cohérente avec les résultats attendus à une hauteur de 107 mètres. En effet, les inventaires sont réalisés en un point fixe et à une hauteur où une plus faible proportion de chiroptères est susceptible de voler.

D'un point de vue de la répartition de l'activité par espèce (figure suivante), certaines disparités apparaissent, corroborant la bibliographie relative à l'écologie des espèces.

Les noctules et plus particulièrement la Noctule commune affichent des proportions élevées avec 30 % et 19 % des contacts respectivement pour la Noctule commune et la Noctule de Leisler.

La Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl affichent également des proportions notables de contact avec respectivement 26 % et 16 % des enregistrements.

Ces quatre espèces sont les plus fréquemment contactées en hauteur étant donnée leur écologie. La Sérotine commune est toujours bien présente à cette hauteur avec 7 % des contacts totaux.

Enfin, la Pipistrelle de Nathusius affiche 2 % des contacts, ce qui est remarquable pour cette espèce rare et migratrice.

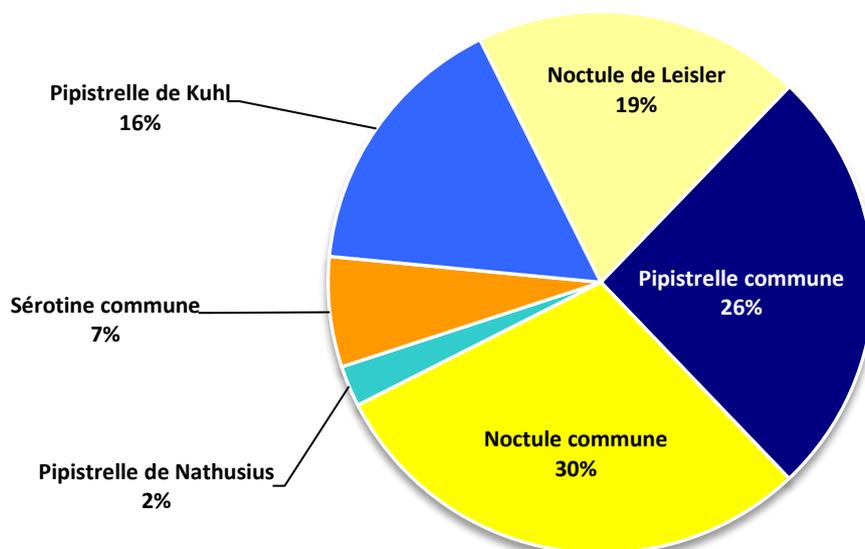


Figure 8 : Répartition des contacts par espèce sur l'ensemble de la période d'étude

La Noctule commune, la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler sont les trois espèces les plus contactées sur le site de Bouhy.

Répartition du nombre de contacts enregistrés

Activité chiroptérologique journalière

Le graphique suivant illustre l'activité chiroptérologique par nuit d'inventaire. Ainsi, l'activité inter-journalière des chauves-souris est très irrégulière. Pour plus de lisibilité, les nuits n'ayant pas recensé de contact de chiroptère sont représentées par un point rouge. L'activité enregistrée par nuit varie ainsi de 0 à 425 contacts. Durant la période inventoriée, une nuit se détache avec le maximum de contacts le 1^{er} septembre. Plusieurs nuits durant la même période affichent une activité supérieure aux autres. Dans un second temps, quelques autres nuits regroupent une cinquantaine de contacts le 20 et 21 août ainsi que le 21 octobre.

Sur l'ensemble de la période d'étude, le nombre de contacts par nuit est irrégulier. **Cette variabilité journalière est particulièrement complexe à anticiper**, dépendant de multiples facteurs, à l'exemple des conditions météorologiques, de la présence de ressources alimentaires, des phases du cycle des chauves-souris, etc.

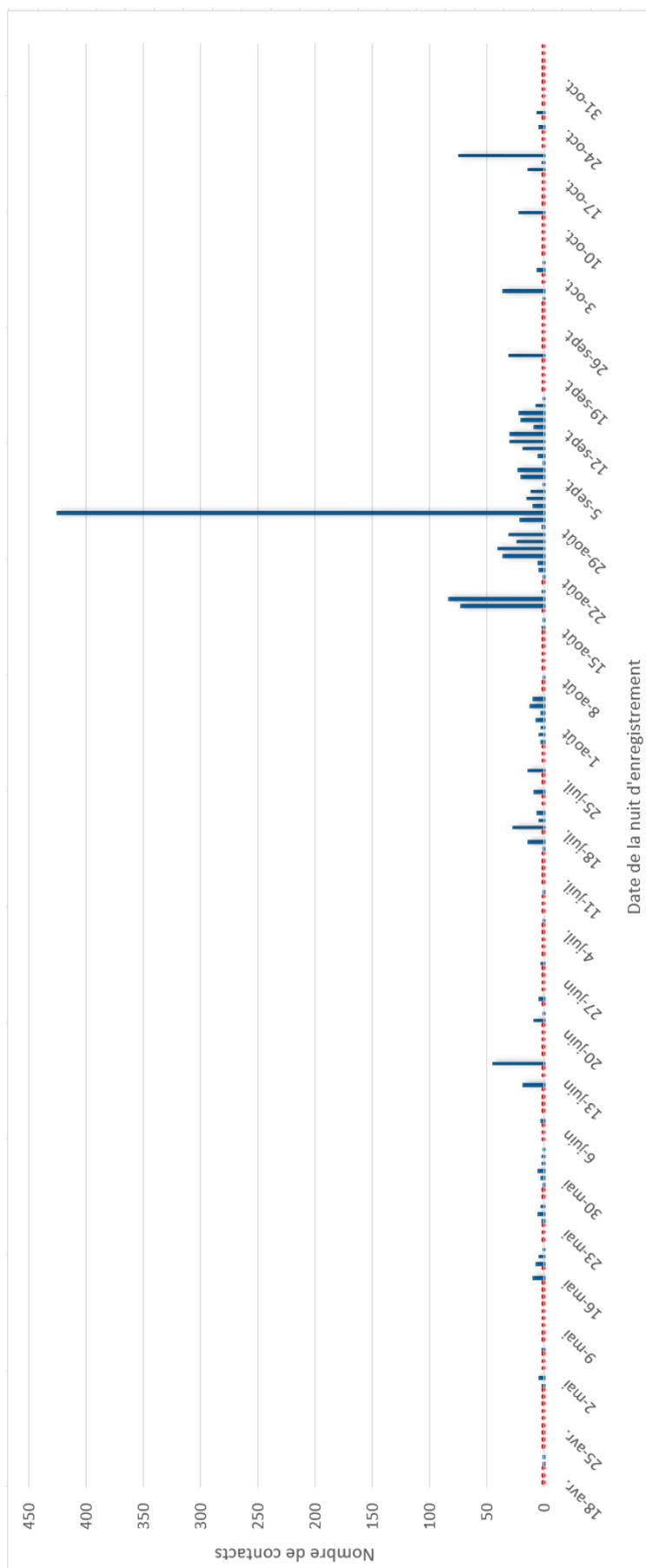


Figure 9 : Répartition du nombre de contacts par nuit durant la période de suivi

Résultats obtenus en fonction des mois d'inventaire

Le graphique suivant illustre le nombre de contacts enregistrés par espèce et par mois. Ils ont également été ramenés au nombre de nuits d'écoute, permettant une comparaison des activités moyennes par nuit dans le tableau ci-après.

Ainsi, l'activité chiroptérologique est progressive au cours d'avril à septembre où est atteint le maximum de 693 contacts enregistrés, puis cette activité se réduit de façon nette au mois d'octobre.

Plusieurs phénomènes sont marqués :

- Une activité des noctules supérieure à celle des pipistrelles sur la majorité des mois d'inventaires, hormis lors du mois de juin. Cette tendance démontre une fréquentation régulière du parc éolien par ces espèces tout au long de l'année.
- La présence marquée de la Pipistrelle de Nathusius au mois de septembre qui corrobore le caractère migrateur de cette espèce.

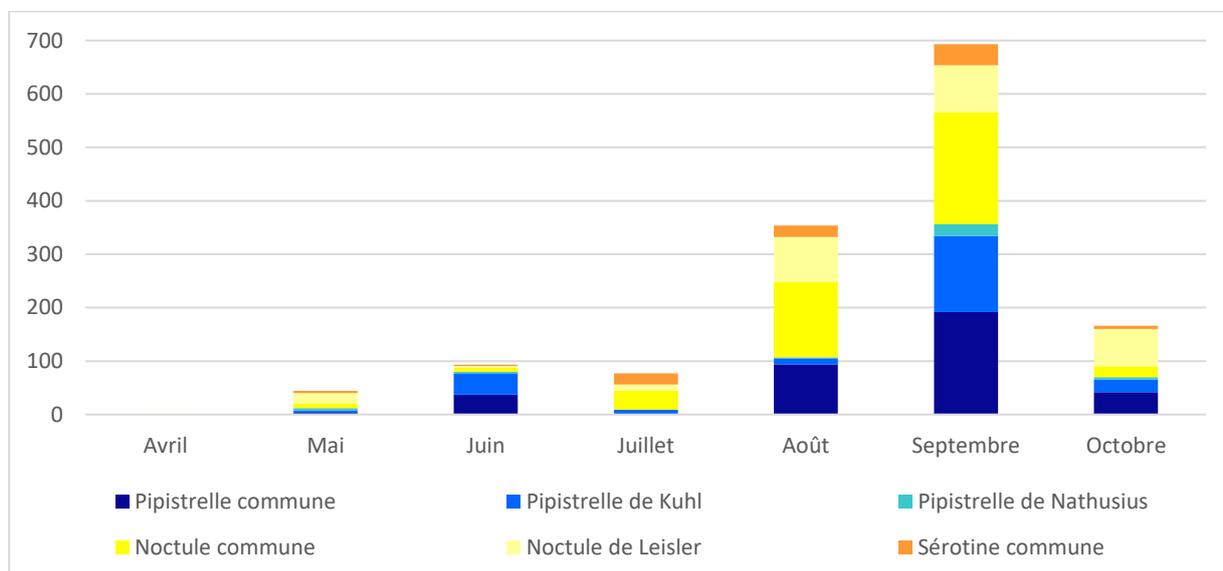


Figure 10 : Répartition des contacts par espèce et par mois sur l'ensemble de la période d'étude

Le tableau suivant permet de valider la forte activité observée aux mois d'août et de septembre qui regroupent 73 % des contacts enregistrés lors de ces inventaires. L'activité par nuit reste cependant très faible à modérée sur l'ensemble des mois d'enregistrement.

	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Total
Nombre de contacts	2	44	93	77	354	693	166	0	1 429
Pourcentage des contacts	0%	3%	7%	5%	25%	48%	12%	0%	100%
Nombre de nuits d'enregistrement	13	31	30	31	31	30	31	5	202
Moyenne du nombre de contacts par nuit	0,2	1,4	3,1	2,5	11,4	23,1	5,4	0,0	7,1

Tableau 4 : Répartition du nombre de contacts par mois

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 d'écoute, permettant une comparaison des activités moyennes par nuit.

	Transits printaniers et gestation	Mise-bas et élevage des jeunes	Transits automnaux et swarming	Cycle complet
Nombre de contacts	46	213	1 170	1 429
Nombre de nuits d'enregistrement	44	76	82	202
Pourcentage des contacts	3,2 %	14,9 %	81,9 %	100,0 %
Moyenne du nombre de contacts par nuit	1	2,8	14,3	7,1

Tableau 5 : Répartition du nombre de contacts en fonction des saisons

L'activité sur le cycle complet est de 1 429 contacts soit une moyenne de 7,1 contacts par nuit, ce qui représente une activité plutôt faible.

L'activité en transits printaniers et gestation affiche 46 contacts soit 1 contact par nuit en moyenne ce qui correspond à une activité très faible.

En phase de mise-bas et d'élevage des jeunes, 213 contacts ont été inventoriés soit près de 15 % des contacts totaux. Cette activité, de 2,8 contacts par nuit, est considérée comme faible.

Enfin, l'activité en transits automnaux et swarming est de 1 170 contacts, soit 14,3 contacts par nuit, ce qui représente une activité modérée. Cette phase affiche ainsi près de 82 % des contacts totaux, ce qui fait de ce site une zone de transits automnaux et/ou swarming importante.

La période automnale regroupe le plus de contacts (82 %), pour une activité modérée durant cette phase. L'activité au printemps et en été, est beaucoup moins marquée avec une activité moyenne faible, présentant un maximum de 2,8 contacts par nuit.

3.2.1.2 Activité chiroptérologique en fonction des facteurs astronomiques et météorologiques

Activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

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

La répartition du nombre de contacts en fonction des heures de la nuit et de la période de l'année est représentée dans le graphique suivant. Ainsi, ce graphique est présenté sous la forme d'une carte de chaleur affichant la densité de contacts chiroptérologiques. Pour rappel, les aplats de couleurs représentent l'intensité de l'activité chiroptérologique, répartie entre les heures de la nuit (heure astronomique et non civile) en ordonnées, et les jours de l'année en abscisses. La couleur blanche correspond à l'absence de contact.

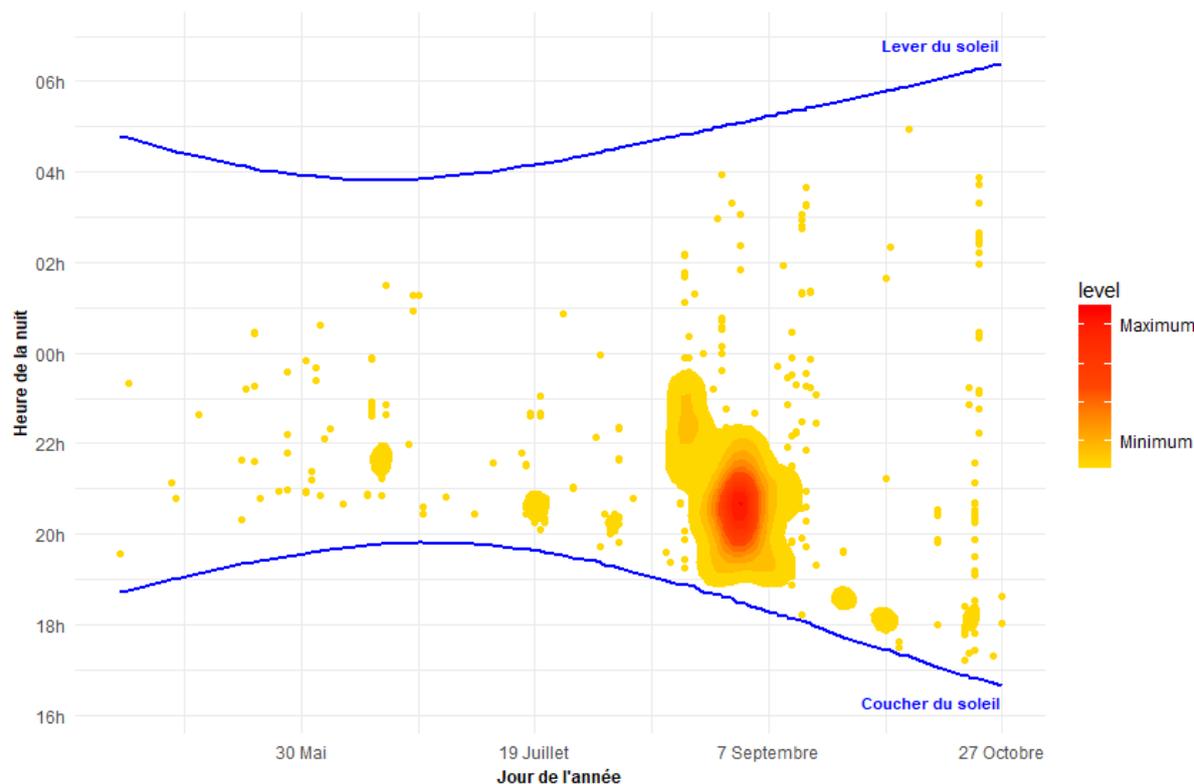


Figure 11 : Activité des chiroptères en fonction du cycle circadien

Le carte de chaleur ci-dessus affiche une activité chiroptérologique concentrée en période automnale et particulièrement marquée vers fin-août / début-septembre. En période printanière, des contacts épars de chiroptères sont observables mais aucune concentration d'activité ne se distingue.

En période estivale, de légères densifications d'activité sont remarquables, principalement dans les deux premières heures après le coucher du soleil aux alentours de mi-juin, mi-juillet et début-août.

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. La chute d'activité intervient généralement dans les 3 à 4 heures après le coucher du soleil. Ainsi, la carte de chaleur ci-dessus confirme en partie ces tendances, avec une **activité globalement concentrée dans les premières heures de la nuit sur la quasi-totalité du cycle d'activité chiroptérologique**. Suite à cette première partie de nuit caractérisée par

une forte activité chiroptérologique, une diminution progressive du nombre de contacts est visible, probablement en lien avec le remplacement des espèces crépusculaires telles que les pipistrelles et les sérotines (très souvent inventoriées par la méthode d'échantillonnage au sol), par des espèces plus nocturnes. Sur l'ensemble de la nuit, des contacts de chiroptères continuent d'être détectés, dans une moindre mesure, comme le montre les points jaunes éparses.

Une seconde tendance indique une activité marquée en milieu de nuit vers mi-août. **Ces zones de chaleur se dessinent à la mi-août, en milieu de nuit, et en fin-août / début-septembre en début de nuit.**

Deux hypothèses peuvent être émises vis-à-vis de l'activité automnale détectée :

- la présence d'une activité migratoire automnale,
- la présence d'une activité de swarming à l'intérieur ou à proximité de l'AEI.

L'activité est faible et éparse sur la presque totalité de la nuit en période printanière. En période estivale, elle est globalement concentrée dans les premières heures de la nuit notamment entre mi-juin et début-août, durant l'installation des colonies de reproduction (juillet). Des phases de concentration de l'activité se dessinent aux mois d'août et de septembre en milieu et début de nuit. Elles sont potentiellement dues à la présence d'une activité migratoire ou d'une activité de swarming à proximité du site d'étude.

Activité chiroptérologique en fonction de la température

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

La répartition du nombre de contacts en fonction des températures a été étudiée sur l'ensemble de la période suivie.

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 comme un facteur influant sur l'activité chiroptérologique (Horn *et al.*, 2008 ; Kerns *et al.*, 2005). En outre, Arnett *et al.* (2006) ont observé qu'au-dessus de 44 mètres d'altitude, l'activité n'était en rien affectée par la température. Les opinions sur les autres paramètres météorologiques sont encore plus mitigées. La pression atmosphérique (Cryan and Brown 2007 ; Cryan *et al.* 2014) et l'hygrométrie (Behr *et al.* 2011) pourraient agir sur l'activité chiroptérologique. Il semble toutefois vraisemblable que ces paramètres jouent un rôle concomitant sur l'activité des chiroptères (ce qui serait aussi le cas de la température) comme le montrent Behr *et al.* (2011). Ce même phénomène est observé sur l'abondance d'insectes (Corten and Veldkamp, 2001), qui sont des proies pour les chauves-souris. Enfin, l'expérience tend à indiquer que l'importance de la température sur l'activité chiroptérologique fluctue en fonction des saisons.

Le graphique suivant présente parallèlement les occurrences de températures nocturnes enregistrées par l'éolienne à 107 mètres de hauteur et le nombre de contacts de chiroptères en fonction de ces températures.

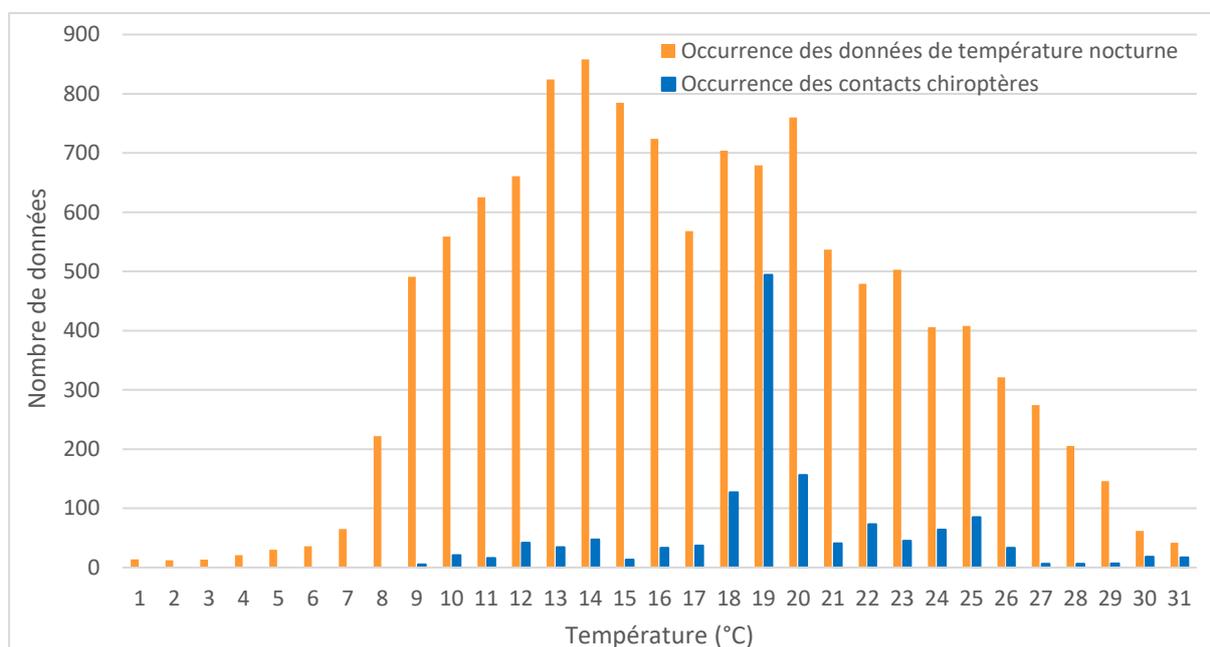


Figure 12 : Activité des chiroptères en fonction de la température

Résultats obtenus par analyse mensuelle

Le graphique ci-après illustre la répartition de l'activité mensuelle des chiroptères en fonction des températures.

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble du cycle, à savoir qu'un maximum d'activité est mesuré entre 14 et 25 °C. Le mois d'octobre concentre cependant son activité chiroptérologique entre 10 et 14 °C.

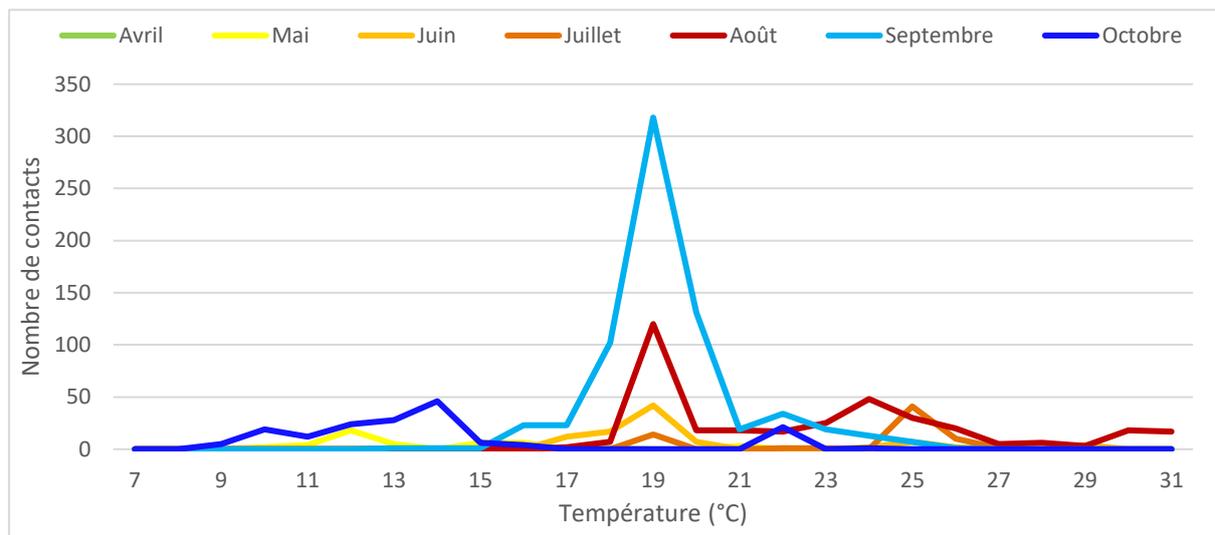


Figure 13 : Activité des chiroptères en fonction de la température par mois

Les inventaires réalisés sur le site démontrent ainsi un décalage entre les distributions de l'activité chiroptérologique et les occurrences de températures enregistrées. Ainsi, les chiroptères semblent concentrer leur activité entre 18 et 25 °C, délaissant les plages de températures inférieures à 9 °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 de vitesses de vent enregistrées par l'éolienne à 100 mètres de hauteur, et le nombre de contacts enregistrés par tranche de vitesse de vent (tranche de 0,5 m/s).

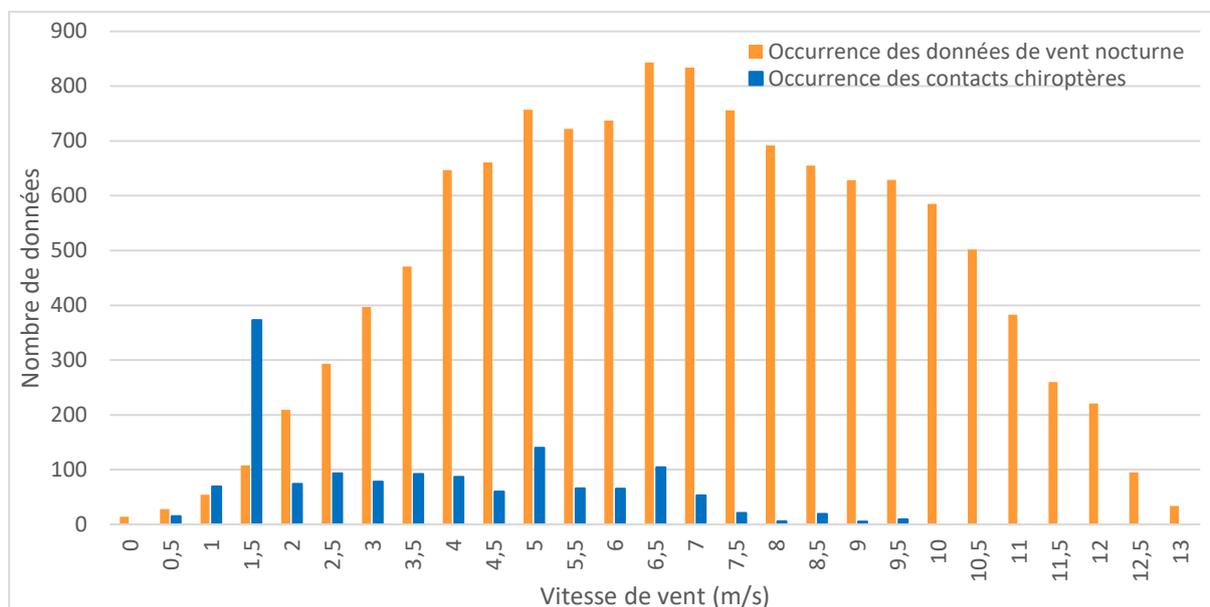


Figure 14 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

Ce graphique illustre un décalage de l'activité chiroptérologique sous les vitesses de vent les plus faibles de la répartition des occurrences.

L'activité chiroptérologique s'étale sous des valeurs de vent comprises entre 0,5 et 9,5 m/s à 107 mètres. **Globalement, au-delà d'une vitesse de 6,5 m/s, le nombre de contacts reste faible.**

Généralement, les espèces de grande taille, telles que les noctules, ont tendance à mieux supporter les vents forts que les petites espèces comme les pipistrelles. On le remarque ici par des valeurs de vents observées au-dessus des valeurs habituellement constatées pour des vols de chiroptères (de l'ordre de 5 à 6 m/s maximum), ce qui est dû à la forte proportion de ces espèces sur le site.

Résultats obtenus par analyse mensuelle

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble du cycle, à savoir qu'un maximum d'activité est mesuré entre 0 et 4 m/s de vitesse de vent à 107 mètres de hauteur.

Toutes proportions gardées entre les périodes qui n'ont pas le même nombre d'enregistrements, les vitesses de vent étant les plus favorables à l'activité chiroptérologique sont comprises entre 0 et 6,5 m/s. Un pic d'activité chiroptérologique est notable en septembre sous des vitesses de vent de 1 à 2 m/s.

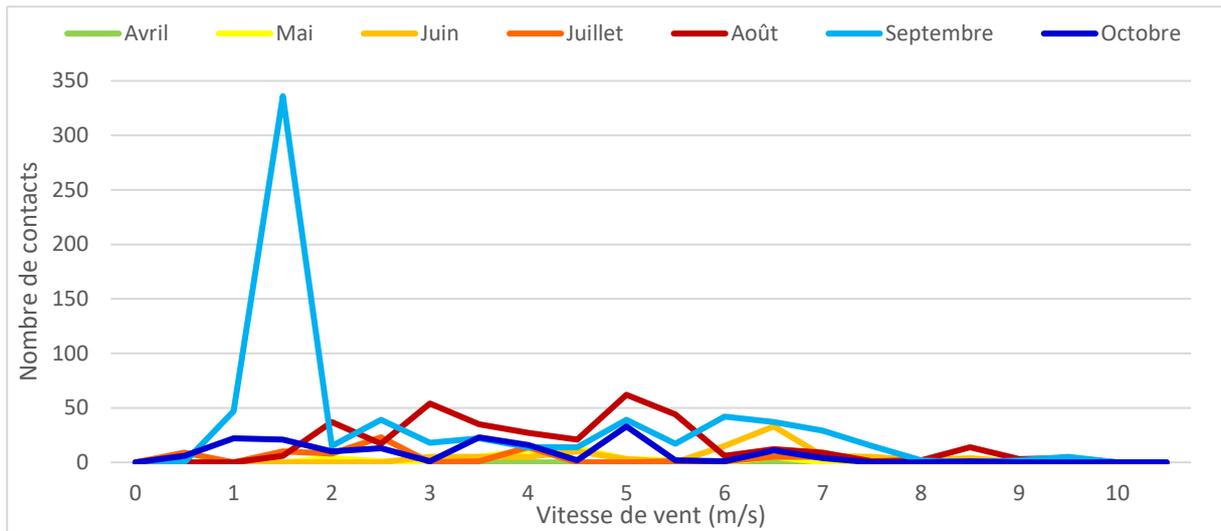


Figure 15 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent par mois

Les vols sous des vitesses de vent les plus fortes ont été enregistrés durant les mois de juin, août et septembre. Globalement, les chauves-souris semblent voler par des vitesses de vent inférieures à 6,5 m/s.

3.2.1.3 Synthèse des inventaires par détection automatique continue en nacelle

Au regard des analyses effectuées à partir des enregistrements en hauteur, les principaux éléments suivants sont à prendre en considération :

- la richesse spécifique est modérée pour une hauteur de 107 mètres avec six espèces confirmées comprenant la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune.

- le nombre de contacts varie selon les phases biologiques. Il représente 46 contacts en transits printaniers soit 3 % de l'activité annuelle. Par la suite, 213 contacts ont été recensés durant la phase de mise-bas et d'élevage des jeunes, soit 15 % des contacts totaux. Durant la phase de transits automnaux et de swarming, 1 170 contacts ont été enregistrés, soit 82 % des contacts totaux. Ainsi, l'activité est particulièrement remarquable en période automnale.

- l'activité chiroptérologique se concentre principalement au mois d'août et de septembre (73 % des contacts totaux) avec de fortes proportions de notules et la présence en période de migration de la Pipistrelle de Nathusius.

- l'activité est faible et éparse sur la presque totalité de la nuit en période printanière. En période estivale, elle est globalement concentrée dans les premières heures de la nuit, notamment entre mi-juin et début-août. Des phases de forte activité se dessinent également au mois d'août et de septembre en milieu et début de nuit.

- l'activité chiroptérologique est principalement enregistrée sous des températures comprises entre 14 à 25 °C et sous des vents inférieurs à 6,5 m/s à 107 mètres de hauteur.

3.2.2 Comparaison qualitative et quantitative avec l'étude d'impact initiale

Au total, 17 espèces de chauves-souris ont été recensées de manière certaine sur le site au travers de ces différentes études (tableau suivant). Cette grande richesse spécifique est le résultat des données bibliographiques associées à des campagnes de terrain dans le périmètre rapproché du site.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Présence selon les études	
		Étude d'impact de 2009 ¹	Suivis post-implantation 2019
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastellus barbastellus</i>	X	
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	X	
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	X	
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	X	
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	X	
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	X	
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	X	
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	X	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>		X
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	X	X
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	X	
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</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>Pipistrelle de nathusii</i>	X	X
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	X	X
Total des espèces	17	16	6

■ : espèce présente durant les deux périodes d'études

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

L'étude d'impact de 2009, incluant les résultats des inventaires chiroptérologiques, a permis d'inventorier 16 espèces de façon certaine à l'échelle du périmètre rapproché, contre six pour les inventaires de 2019 à hauteur de nacelle d'éolienne. Cinq des six espèces sont communes aux deux périodes d'inventaires mais il est important de considérer qu'il ne s'agit pas des mêmes protocoles (au sol pour 2009 et en hauteur en 2019).

Ceci témoigne d'une richesse spécifique globale forte. De plus, cinq espèces sont présentes durant chacune des phases inventoriées, ce qui atteste de leur occupation régulière du site. Quatre de ces espèces sont parmi les plus communes en Europe : la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Sérotine commune. La Pipistrelle de Nathusius, quant à elle, est

¹ Intervent, 2009

une espèce migratrice plus rare. Seule la Noctule commune n'avait pas été inventoriée en 2009 lors de l'étude d'impact.

Parmi les espèces contactées, les cortèges de lisières et boisements sont plus présents en 2009 avec les protocoles effectués au sol (murins, oreillards, rhinolophes, etc.) contre davantage d'espèces d'altitude avec le protocole d'écoute de 2019 réalisé en nacelle (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 2009 et les cortèges observés lors des inventaires de la première année de suivi en nacelle post-implantation de 2019.

La synthèse de l'état initial de l'étude d'impact de 2009 du parc éolien de Bouhy stipule un cortège d'espèces sensibles à l'impact ou déjà retrouvées mortes sous des aérogénérateurs. Parmi ces espèces, les cinq communes aux deux suivis de 2009 et 2019 sont citées. Cependant, l'enjeu relevé lors de l'étude d'impact de 2009 sur le risque de mortalité du Grand Murin n'a pas été vérifié lors des inventaires en hauteur étant donnée l'absence de contact de cette espèce.

Les résultats présentés dans ce rapport démontrent que ce cortège de haut vol est bien présent sur le site en 2019, complété par la Noctule commune. Les analyses d'activité démontrent la présence d'une majorité de contacts au mois de septembre et dans une moindre mesure au mois d'août, pouvant résulter d'une activité migratrice.

Le cortège des espèces de haut-vol, sensibles à l'éolien, est toujours présent et est, par ailleurs, caractérisé comme étant plus diversifié en raison d'un protocole d'inventaire différent, spécifique à ces espèces (écoute en nacelle d'éolienne à 107 mètres de hauteur). Au vu de la concordance des résultats de l'étude d'impact avec ceux de la présente étude, ce site est toujours fréquenté par les chiroptères. Cependant, il est impossible d'évaluer la présence d'un impact sur la fréquentation du site par les populations locales (protocoles différents).

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

4.1 Résultats des tests et paramétrage des méthodes d'estimation

Pour rappel, la durée moyenne de l'intervalle est de : $l = 7,37$ jours

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.

Test	Date	Nombre de cadavres déposés (d_T)	Nombre de cadavres trouvés (d_t)
Test 1	25 juin 2019	35	26
Test 2	10 septembre 2019	45	35
Total	2019	80	61

Tableau 7 : Résultats des tests de détection

L'efficacité du chercheur est de : $d = 0,87$

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 cadavres 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+10	Nombre de cadavres restant à J+13
Test 1	Juin 2019	35	14	6	3	2	0
Test 2	Septembre 2019	45	11	1	0	0	0
Total	2019	80	25	7	3	2	0

Tableau 8 : Résultats des tests de prédation

Le taux de prédation est de : $z = 0,91$

La durée moyenne de persistance des cadavres est de : $t = 2,11$

4.1.3 Surfaces prospectées et correction surfacique

La correction surfacique appliquée à l'estimation de la mortalité est calculée d'après les surfaces prospectées sur le terrain (tableau suivant). Celle-ci varie ainsi au cours du suivi en fonction de l'occupation des sols et de leur gestion. Pour rappel, la surface théorique de prospection est de 10 000 m². **La correction surfacique moyenne sur l'ensemble du parc et des prospections est de : A = 1,46.**

Prospection	Date	Surface prospectée / Éolienne (m)					Moyenne sur l'ensemble du parc	
		CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	Surface prospectée (m)	A (Surface prospectée / Surface théorique)
1	21/05/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
2	27/05/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
3	03/06/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
4	11/06/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
5	17/06/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
6	25/06/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
7	01/07/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
8	08/07/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
9	16/07/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
10	23/07/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
11	01/08/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
12	05/08/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
13	12/08/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
14	19/08/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
15	26/08/2019	2500	2500	7500	8000	2500	4600	2,174
16	11/09/2019	10000	10000	10000	8000	2500	8100	1,235
17	16/09/2019	10000	10000	10000	8000	2500	8100	1,235
18	23/09/2019	10000	10000	10000	8000	2500	8100	1,235
19	30/09/2019	10000	10000	10000	8000	2500	8100	1,235
20	08/10/2019	10000	10000	10000	8000	2500	8100	1,235
Moyenne sur l'ensemble des prospections	Surface prospectée (m)	4375	4375	8125	8000	2500		
	A (Surface théorique / Surface prospectée)	2,29	2,29	1,23	1,25	4,00		

Tableau 9 : Synthèse des surfaces prospectées et des facteurs de correction surfacique associés

L'occupation des sols des quadrats prospectés pour chaque éolienne a été cartographiée (Annexe 4).

4.2 Mortalité de l'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 (tableau suivant). 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 et 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, à partir de données de la LPO, AMBE)

Les espèces interagissent différemment face à un parc éolien :

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

Situations et facteurs risques

De manière générale, certaines situations peuvent accroître les risques de collision. Les principaux critères sont :

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

Sensibilité et vulnérabilité des espèces

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 sur l'abondance des espèces (BirdLife International, 2017). Un niveau de sensibilité de 0 à 4 a ainsi été attribué à chaque espèce européenne. A la suite de cette analyse, trois rapaces ont été définis comme les plus sensibles (niveau 4). Il s'agit du Vautour fauve, du Milan royal et du Pygargue à queue blanche. Treize 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 atteignent le niveau de sensibilité 3.

Un **indice de vulnérabilité** peut être calculé en fonction de la sensibilité au risque de collision et du statut UICN national. Ceci est détaillé dans la figure suivante, issue du « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » de novembre 2015.

Indice de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces

IV. Enjeux de conservation	III. Sensibilité à l'éolien				
	0	1	2	3	4
Espèce non protégée	0.5				
DD, NA, NE =1	0,5	1	1,5	2	2,5
LC = 2	1	1,5	2	2,5	3
NT = 3	1,5	2	2,5	3	3,5
VU = 4	2	2,5	3	3,5	4
CR-EN = 5	2,5	3	3,5	4	4,5

DD : Données insuffisantes, **NA** : Non applicable, espèce non soumise à l'évaluation car : introduite après l'année 1500 ; présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année en métropole ; régulièrement présente en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative ; ou régulièrement présente en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis, **NE** : Non évaluée : espèce n'ayant pas été confrontée aux critères de l'UICN, **LC** : préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible), **NT** : quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises), **VU** : vulnérable, **EN** : en danger, **CR** : en danger critique

Figure 16 : « Indice de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces » (Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, novembre 2015)

Espèces les plus impactées

Les rapaces et migrateurs nocturnes (roitelets, martinets etc.) sont des espèces généralement considérées comme les plus exposées au risque de collision (« Impact des éoliennes sur les oiseaux », ONCFS, 2014).

Certains rapaces, en particulier les espèces à tendance nécrophage tels 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.) ont le plus souvent la possibilité 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.

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 (Annexe 2 et figure suivante), les groupes d'espèces les plus impactés par ordre décroissant sont les Passereaux, puis, les Rapaces, les Laridés et enfin les Apodiformes dont, notamment, le Martinet noir.

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

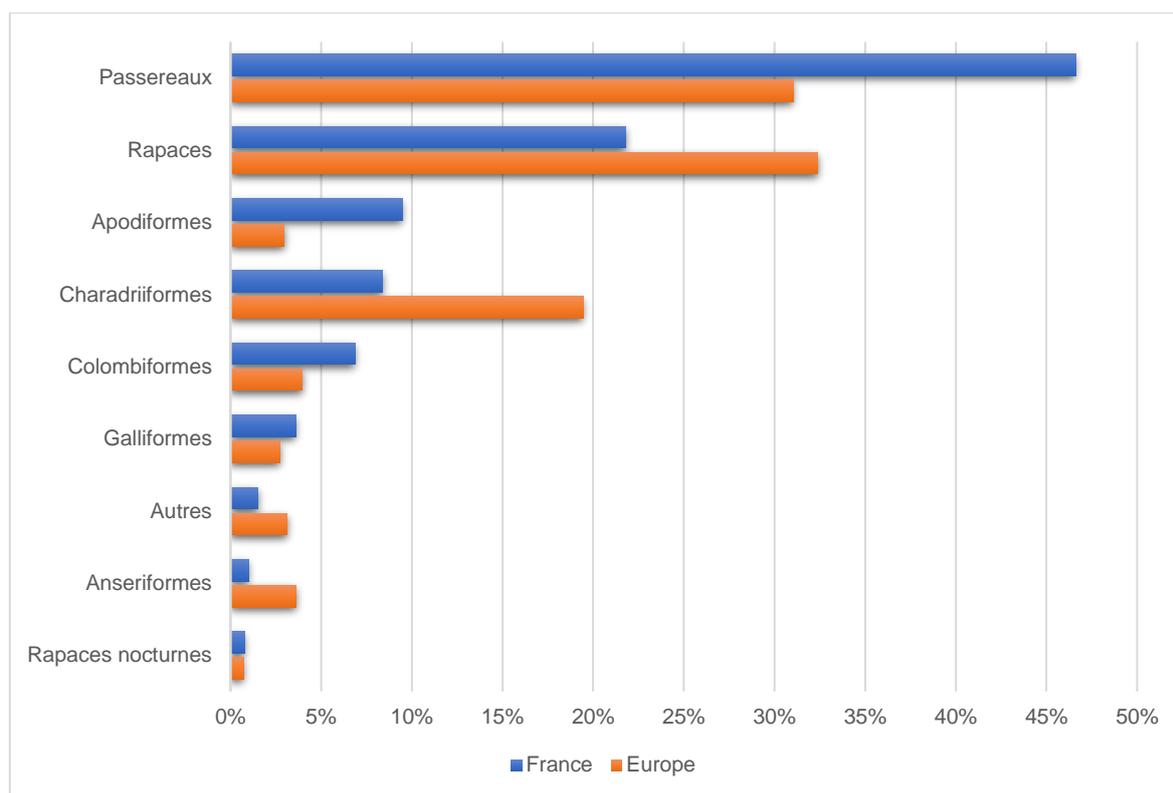


Figure 17 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce en France et en Europe (Dürr, 2019)

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 découverts sur 189 éoliennes soit environ 1,24 oiseau/éolienne/an.

Sur 9 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), 293 cadavres d'oiseaux ont été dénombrés pour 49 éoliennes, soit un ratio de 2,15 oiseaux/éolienne/an. Remarque : « [...] les 9 parcs évoqués ci-dessus se trouvent soit en ZPS (pour 5 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, 8 parcs ont fait l'objet d'estimation selon les 4 méthodes préconisées soit 1,38% des éoliennes françaises. Ces parcs possèdent tous une sensibilité : proximité d'une ZPS, de forêts de feuillus ou présence d'une mosaïque de milieux. Les estimations sont comprises entre 0,3 et 26,8 oiseaux/éolienne/an. Cependant, une fois exclu des calculs un parc comprenant une forte mortalité de pigeons (présence d'un silo à grain à proximité), la **mortalité estimée de 0,3 à 7,6 oiseaux/éolienne/an, soit une moyenne de 4,2 et une médiane de 3,6**.

4.2.2 Résultats globaux du suivi de l'avifaune

4.2.2.1 Mortalité brute

Aucun cadavre d'oiseau n'a été trouvé lors du suivi de la mortalité sur le site de Bouhy.

4.2.2.2 Mortalité estimée

Sans mortalité brute observée, aucune estimation ne peut être effectuée.

4.2.3 Synthèse et préconisations

4.2.3.1 Synthèse

L'absence de cadavre d'oiseau observé lors du suivi sur le site de Bouhy ne permet pas d'effectuer une estimation de la mortalité réelle liée au parc.

Si cela ne permet pas de conclure sur une absence totale d'impact sur l'avifaune, celui-ci est probablement très réduit.

4.2.3.2 Préconisations

En l'état actuel des connaissances, sans indice indiquant un impact majeur sur une ou plusieurs espèces, aucune mesure spécifique de réduction de la mortalité n'est à envisager.

4.3 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 suite à 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 conséquences des blessures létales ou sublétales (Grotsky *et al.*, 2011).

La synthèse bibliographique 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** se produit lors de la rotation des pales et de leur passage devant le mat. 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'entraîner des torsions du squelette des chiroptères passant à proximité, ce qui pourrait aboutir à des luxations ou des fractures des os alaires (Grotsky *et al.*, 2011) ;
- les **collisions sublétales** où des individus percutés par des pales pourraient survivre pendant un temps. Ce type de collision aboutit potentiellement au décès des individus mais pourraient ne pas être comptabilisé lors des suivis si ceux-ci ont pu s'éloigner du rayon de recherche entre-temps.

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 & Martin, 2012 ; Hull & Cawthen, 2013 ; Brinkmann *et al.*, 2006, 2011 ; Grotsky *et al.*, 2012 ; etc.).

Les **conditions météorologiques** influent directement ou indirectement sur la disponibilité en ressources alimentaires (notamment les insectes pour les chauves-souris européennes) et sur les conditions de vol des chiroptères, donc sur le taux de mortalité par collision (Baerwald & Barclay, 2011).

Le paramètre le plus influent semble être la vitesse du 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 inexistante 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 & Barclay, 2011 ; etc.), d'autres ne considèrent pas ce paramètre en tant que facteur influant de manière indépendante sur l'activité chiroptérologique (Horn *et al.*, 2008 ; Kerns *et al.*, 2005). La pression atmosphérique (Cryan & Brown, 2007 ; Kern *et al.*, 2005), le rayonnement lunaire (Baerwald & Barclay, 2011 ; Cryan *et al.*, 2014) et l'hygrométrie (Behr *et al.*, 2011) pourraient également influencer 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 & 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 détaillé 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 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 milieu 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, ainsi qu'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. Hull et Cawthen (2013) et Rydell *et al.* (2010) ont ainsi mis en évidence des 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.

Sensibilité et vulnérabilité des espèces

Il est possible de calculer un **indice de sensibilité** (SFEPM, 2012) des espèces de chiroptères par le rapport entre le nombre de cas de mortalité connus pour une espèce en Europe et le nombre total de cas de mortalité toutes espèces confondues (Dürr, 2019). Un niveau de sensibilité de 0 à 4 a ainsi été attribué à chaque espèce européenne. A la suite de cette analyse, quatre espèces ont été définies comme les plus sensibles (niveau 4). Il s'agit de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler, de la Pipistrelle de Nathusius et de la Pipistrelle commune. Cinq autres espèces, telles que la Pipistrelle de Kuhl ou la Sérotine commune atteignent le niveau de sensibilité 3.

Un **indice de vulnérabilité** peut être calculé en fonction de la sensibilité au risque de collision et du statut UICN national. Ceci est détaillé dans la figure suivante, issue du « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » de novembre 2015.

Indice de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces

IV. Enjeux de conservation	III. Sensibilité à l'éolien				
	0	1	2	3	4
Espèce non protégée	0,5				
DD, NA, NE = 1	0,5	1	1,5	2	2,5
LC = 2	1	1,5	2	2,5	3
NT = 3	1,5	2	2,5	3	3,5
VU = 4	2	2,5	3	3,5	4
CR-EN = 5	2,5	3	3,5	4	4,5

DD : Données insuffisantes, **NA** : Non applicable, espèce non soumise à l'évaluation car : introduite après l'année 1500 ; présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année en métropole ; régulièrement présente en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative ; ou régulièrement présente en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis, **NE** : Non évaluée : espèce n'ayant pas été confrontée aux critères de l'UICN, **LC** : préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible), **NT** : quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises), **VU** : vulnérable, **EN** : en danger, **CR** : en danger critique

Figure 18 : « Indice de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces » (Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, novembre 2015)

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 2 septembre 2019 (Dürr, 2019). L'espèce la plus fortement impactée (environ 35%) est de loin la Pipistrelle commune (Annexe 3 et figure suivante). La Pipistrelle de Nathusius, 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%), le Vespère 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 Nathusius, la Noctule commune et les Pipistrelles indéterminées.

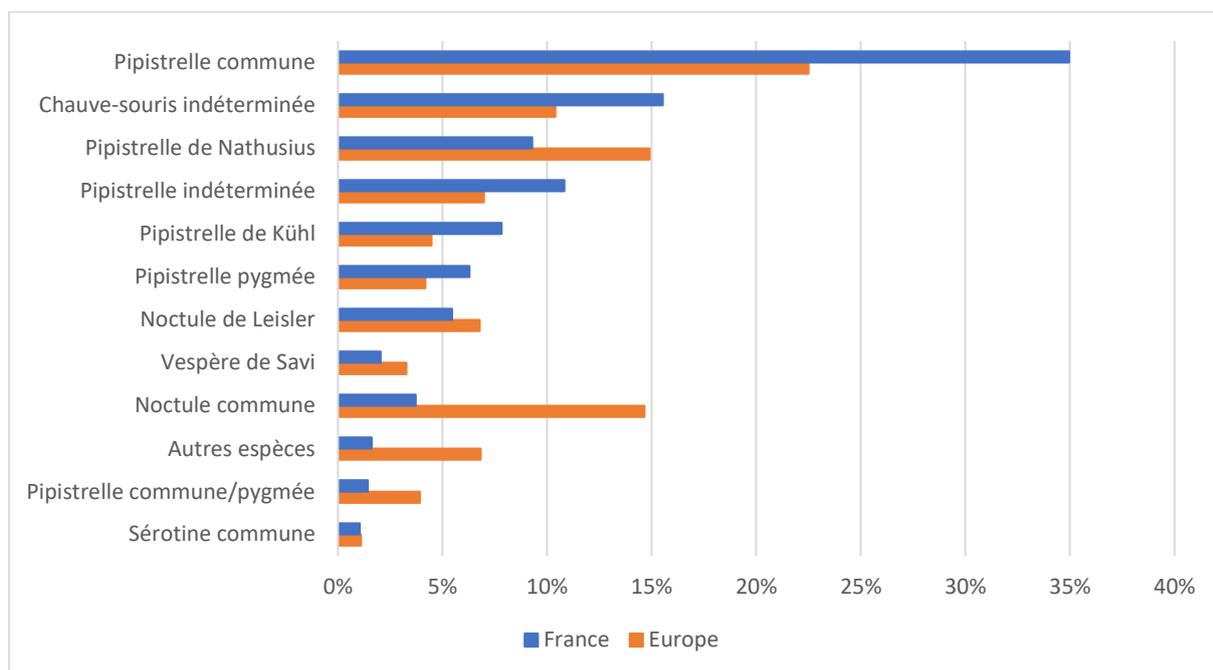


Figure 19 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce de chauve-souris en France et en Europe (Dürr, 2019)

4.3.1 Résultats globaux du suivi des chiroptères

4.3.1.1 Mortalité brute

Aucun cadavre de chiroptère n'a été trouvé lors du suivi de la mortalité sur le site de Bouhy.

4.3.1.2 Mortalité estimée

Sans mortalité brute observée, aucune estimation ne peut être effectuée.

4.3.2 Synthèse et préconisations

4.3.2.1 Synthèse

L'absence de cadavre de chiroptère observé lors du suivi sur le site de Bouhy ne permet pas d'effectuer une estimation de la mortalité réelle liée au parc.

Si cela ne permet pas de conclure sur une absence totale d'impact sur les chiroptères, celui-ci est probablement très réduit.

4.3.2.2 Préconisations

En l'état actuel des connaissances, sans indice indiquant un impact majeur sur une ou plusieurs espèces, aucune mesure spécifique de réduction de la mortalité n'est à envisager.

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Recommandation de suivi dans l'étude d'impact	16
Figure 2 : Dispositif installé dans la nacelle d'éolienne (copyright : B.A.T.).....	17
Figure 3 : Indices de confiance établis par Sonochiro® et risques d'erreurs associés	18
Figure 4 : Schéma théorique de parcours au pied d'une éolienne	22
Figure 5 : Richesse spécifique des chiroptères et espèces patrimoniales inventoriées (Intervent).....	33
Figure 6 : Enjeux et recommandations lors du pré-diagnostic de l'étude d'impact (SHNA) ...	34
Figure 7 : Conclusion de l'analyse des données chiroptères de l'étude d'impact (Intervent) .	35
Figure 8 : Répartition des contacts par espèce sur l'ensemble de la période d'étude	37
Figure 9 : Répartition du nombre de contacts par nuit durant la période de suivi	38
Figure 10 : Répartition des contacts par espèce et par mois sur l'ensemble de la période d'étude	39
Figure 11 : Activité des chiroptères en fonction du cycle circadien	41
Figure 12 : Activité des chiroptères en fonction de la température.....	43
Figure 13 : Activité des chiroptères en fonction de la température par mois	44
Figure 14 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent	45
Figure 15 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent par mois.....	46
Figure 16 : « Indice de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces » (Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, novembre 2015).....	56
Figure 17 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce en France et en Europe (Dürr, 2019).....	58
Figure 18 : « Indice de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces » (Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, novembre 2015).....	62
Figure 19 : Pourcentage de cas de collision avec les éoliennes en fonction de l'espèce de chauve-souris en France et en Europe (Dürr, 2019).....	63

Cartes

Carte 1 : Localisation du parc éolien.....	10
Carte 2 : Localisation du parc éolien sur photographie aérienne	11
Carte 3 : Localisation du dispositif BATmode pour l'inventaire des chiroptères	19

Tableaux

Tableau 1 : Calendrier des inventaires dédiés aux chiroptères.....	20
Tableau 2 : Paramètres des tests de détection effectués sur l'année de suivi	23
Tableau 3 : Répartition du nombre de contacts par espèce.....	36
Tableau 4 : Répartition du nombre de contacts par mois.....	39
Tableau 5 : Répartition du nombre de contacts en fonction des saisons	40
Tableau 6 : Résultats de la richesse spécifique en fonction des études menées sur le site..	48
Tableau 7 : Résultats des tests de détection	53
Tableau 8 : Résultats des tests de prédation.....	53
Tableau 9 : Synthèse des surfaces prospectées et des facteurs de correction surfacique associés	54
Tableau 10 : Cause de mortalité des oiseaux.....	55

Annexes

Annexe 1 : Tableau des données brutes récoltées lors du suivi

N° sortie	Date	Observateur	Chiro (0 : non ; 1 : oui)	Oiseau (0 : non ; 1 : oui)	Eoliennes prospectées	N° cadavre	Eolienne	Heure début	Heure fin	T°	Météo	Vent	Eol. en marche (O/N)	Orientation éolienne	longitude	latitude	Type (O/C)	Espèce	Sexe	Age	Etat cadavre	Blessure	Végétation	Distance à l'éolienne	Orientation du cadavre	Statut	
1	21/05/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		08h36	10h18	16°C	Ensoleillé	N	O	N													
2	27/05/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		12h31	13h21	20°C	Couvert	W	O	W													
3	03/06/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		13h15	14h08	20°C	Couvert	/	O	S													
4	11/06/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h16	09h54	20°C	Couvert	/	N	W													
5	17/06/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h15	09h45	26°C	Ensoleillé	E	O	E													
6	25/06/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		12h09	12h45	34°C	Ensoleillé	S	O	S													
7	01/07/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		08h00	08h41	28°C	Clairsemé	N	O	N													
8	08/07/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		07h09	08h00	24°C	Ensoleillé	N	O	N													
9	16/07/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		08h25	09h19	30°C	Ensoleillé	NW	O	NW													
10	23/07/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		06h35	07h10	35°C	Ensoleillé	NE	O	NW													
11	01/08/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h45	10h15	30°C	Ensoleillé	S	O	S													
12	05/08/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h20	09h50	28°C	Couvert	W	O	W													
13	12/08/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h45	10h15	23°C	Ensoleillé	/	O	SW													
14	19/08/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h20	09h55	25°C	Ensoleillé	S	O	S													
15	26/08/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h20	09h45	31°C	Ensoleillé	/	N	S													
16	11/09/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		10h50	11h40	28°C	Couvert	/	N	S													
17	16/09/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h40	10h20	30°C	Ensoleillé	N	O	N													
18	23/09/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h37	10h25	21°C	Couvert	S	O	SW													
19	30/09/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		08h37	09h30	21°C	Couvert	SW	O	S													
20	08/10/2019	Mathurin CARNET	0	0	Toutes	0		09h35	10h35	16°C	Couvert	S	O	S													

Annexe 2 : 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 3 : 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 échancrées	3	5
Minioptère de Schreiber	7	13
Molosse de Cestoni	2	71
Vespère de Savi	57	344

Annexe 4 : Occupation des sols des surfaces théoriques de prospection





Occupation des sols de la surface prospectée autour de l'éolienne CH3

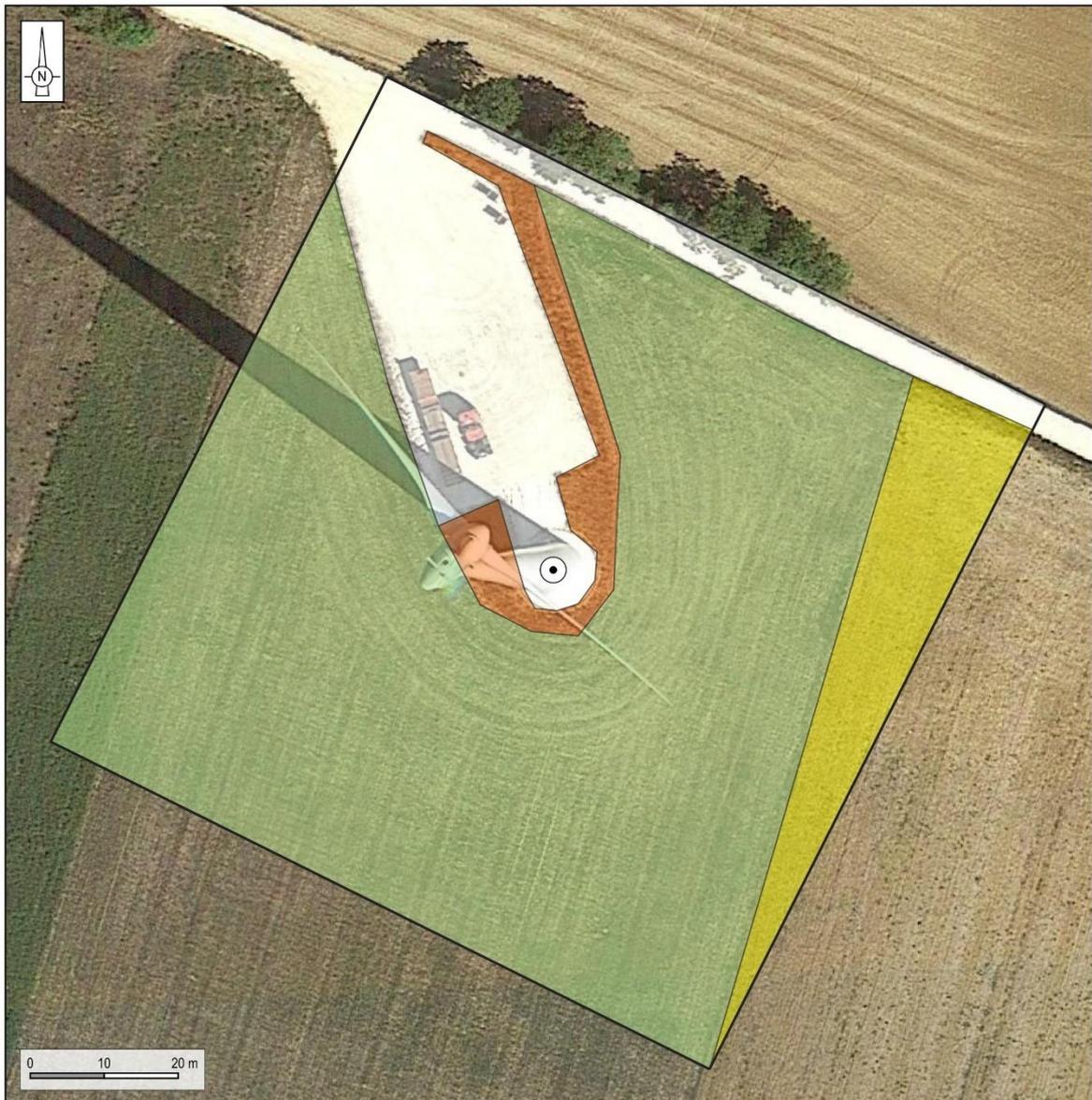


Zone d'étude		Occupation des sols	
	Surface prospectée		Culture
	Éolienne		Zone rudérale
			Prairie
			Plateforme

Réalisation : ENCIS Environnement

Fond de carte : Google Satellite

Occupation des sols de la surface prospectée autour de l'éolienne CH4



Zone d'étude		Occupation des sols	
	Surface prospectée		Culture
	Éolienne		Prairie
			Zone rudérale
			Plateforme

Réalisation : ENCIS Environnement

Fond de carte : Google Satellite

Occupation des sols de la surface prospectée autour de l'éolienne CH5



Zone d'étude		Occupation des sols	
	Surface prospectée		Culture
	Éolienne		Zone rudérale
			Bande enherbée
			Plateforme

Réalisation : ENCIS Environnement

Fond de carte : Google Satellite