

BORALEX
créatrice d'énergie



SUD CHAMPAGNE

Février 2020

Parc éolien du Pays d'Othe (89)
Suivi de la mortalité de l'avifaune et des
chiroptères 2019
BORALEX / JP Energie Environnement



Rapport 2019

Centre Permanent d'Initiatives pour
l'Environnement du Sud Champagne

Domaine de Saint-Victor

10200 Soullaines-Dhuys

Tel : 03.25.92.28.33

Mail : cpie.pays.soullaines@wanadoo.fr

PARC EOLIEN DU PAYS D'OTHE (89) SUIVI DE LA MORTALITE DE L'AVIFAUNE ET DES CHIROPTERES 2019

Offre de service pour :

BORALEX

21 Avenue Georges Pompidou
Immeuble Danica B, 4ème étage
69486 LYON Cedex 03
www.boralex.com

JP Energie Environnement

12, rue Ferdinand Buisson
14 280 SAINT-CONTEST

Etude réalisée par :

Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement du Sud Champagne

Domaine de Saint-Victor
10200 SOULAINES-DHUYS
Tél : 03.25.92.28.33 - Fax : 03.25.92.56.00
cpie.pays.soulaines@wanadoo.fr

Rédaction : Mathieu AUBRY

Inventaires 2019 : Mathieu AUBRY, Julien PELLE, Olivia GARCIN, Martine QUEVILLON, Thomas FACQ, Baptise ANTONINI

Cartographie : Mathieu AUBRY

Relecture & approbation : Maurine WAGNER, Stéphane BELLENOUE

Référencement proposé

CPIE du Pays de Soulaines (2019). Parc éolien du Pays d'Othe (89) – Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères. Rapport annuel 2019 - CPIE du Sud Champagne / BORALEX / 52p.

SOMMAIRE

1	Introduction.....	6
1.1	Zone d'étude	6
1.2	Contexte	7
2	Rappel des études naturalistes précédemment menées et en cours.....	7
2.1	Etude d'impact	7
2.1.1	Enjeux identifiés sur les rapaces nicheurs.....	7
2.1.2	Enjeux identifiés sur la migration postnuptiale.....	7
2.1.3	Suivi de l'activité des chiroptères en hauteur en 2019	8
3	Etude de la mortalité en 2019.....	9
3.1	Généralités	9
3.2	Protocole de recherche 2019	9
3.3	Calendrier des sorties de prospection.....	12
4	Estimation de la mortalité	13
4.1	Détermination des coefficients de correction.....	13
4.1.1	Détermination de p : persistance des cadavres.....	14
4.1.2	Détermination de d : taux de détection	14
4.1.3	Détermination de s : surface prospectée	14
4.1.4	Calcul du temps moyen de persistance.....	14
4.2	Méthode de calcul de l'estimation.....	15
4.2.1	ERICKSON (2000)	15
4.2.2	JONES (2009)	15
4.2.3	HUSO (2010)	16
4.2.4	KORNER-NIEVERGELT (2011).....	17
4.2.5	Calcul de la correction temporelle	17
5	Résultats des tests de correction et surface prospectée	18
5.1	Test d'efficacité de recherche	18
5.2	Test de persistance des cadavres.....	18
5.3	Surface prospectée.....	19
6	Résultats de l'étude de la mortalité sur les chiroptères 2019	21
6.1	Nombre, espèces et statut des chiroptères retrouvés.....	21

6.1.1	Mortalité observée en 2019.....	21
6.1.2	Statuts de protection et vulnérabilité des espèces.....	21
6.1.3	Croisement avec le suivi acoustique en nacelle.....	23
6.2	Analyse statistique et tendance.....	25
6.2.1	Tendance sur l’ensemble du parc éolien.....	26
6.2.2	Estimation de la mortalité réelle.....	26
6.2.3	Conclusion sur la mortalité des chiroptères en 2019 sur le parc du Pays d’Othe.....	33
<p>Les résultats ci-dessus ne présentent que les résultats de cette année de suivi. Le bilan des deux années de suivi (2017 et 2019) figure dans le chapitre : <i>8 Bilan des données de mortalités sur le parc éolien du Pays d’Othe 2019</i>.....</p>		
7	Résultats de l’étude de la mortalité de l’avifaune.....	35
7.1	Nombre, espèces et statut des oiseaux retrouvés.....	35
7.1.1	Mortalité observée.....	35
7.1.2	Statuts de protection et de vulnérabilité des espèces.....	36
7.2	Tendance et estimation de la mortalité réelle.....	39
7.2.1	Tendance sur l’ensemble du parc éolien.....	39
7.2.2	Estimation de la mortalité réelle.....	40
7.3	Conclusion sur la mortalité de l’avifaune.....	41
8	Bilan des données de mortalités sur le parc éolien du Pays d’Othe 2019.....	42
9	Proposition de mesure de réduction et de compensation.....	45
9.1	Mesure en faveur des Chiroptères.....	45
9.2	Mesure en faveur de l’avifaune.....	45
10	Conclusion générale.....	46
11	Bibliographie.....	47
12	Annexes.....	49

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Contexte paysager et éolien du parc éolien du Pays d’Othe (89).....	6
Figure 2 : BATcorder® installé dans l’éolienne E8.....	8
Figure 3 : Schéma du parcours effectué pour chaque éolienne prospectée (D=départ ; A= arrivée) ..	10
Figure 4 : Distribution des cas de mortalité de chiroptères dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N=433) (TERNOIS.V ; 2019).....	22
Figure 5 : Pipistrelle commune retrouvée le 25/09/2019 sur E4. ©M. AUBRY.....	23
Figure 6 : Pipistrelle commune trouvée sous E6 le 17/07/2019. ©M. AUBRY.....	23
Figure 7 : Nombre de jours d’activité des chauves-souris par mois enregistré à partir de l’éolienne E8 sur le parc du Pays d’Othe en 2019	24

Figure 8 : Répartition en pourcentage des séquences de son de chauves-souris enregistrées par rapport au nombre total de séquences de son au niveau du l'éolienne E8 ; les pourcentages sont ici arrondis.	25
Figure 9 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 1, selon la méthode de JONES	29
Figure 10 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 2, selon la méthode de JONES	29
Figure 11 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 1, selon la méthode de HUSO	30
Figure 12 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 2, selon la méthode de HUSO	30
Figure 13 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 1, selon la méthode de ERICKSON	31
Figure 14 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 2, selon la méthode de ERICKSON	31
Figure 15 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 1, selon la méthode de Korner-Nievergelt.....	32
Figure 16 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 2, selon la méthode de Korner-Nievergelt.....	32
Figure 17 : Distribution des cas de mortalité d'oiseaux, par grandes familles, dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N=479) (source : TERNOIS V., 2019)	37
Figure 18 : Pigeon ramier trouvé le 18/09 sous E8. ©M. AUBRY.....	37
Figure 19 : Gobemouche noir trouvé le 04/09/2019 sous E7. ©M. AUBRY	38
Figure 20 : Bergeronnette grise trouvée sous E7 le 22/10/2019. ©M. AUBRY	38
Figure 21 : Mortalité en période 1 par éolienne des oiseaux sur les différents parcs suivis en 2019 (données brutes)	39
Figure 22 : Mortalité en période 2 par éolienne des oiseaux sur les différents parcs suivis en 2019 (données brutes)	39

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des éoliennes VESTAS V90.....	6
Tableau 2 : Période sur laquelle doit être effectuée le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur, en fonction des enjeux (source : protocole révision 2018)	9
Tableau 3 : Dates, observateurs et conditions météorologiques lors du suivi 2019	12
Tableau 4 : Pourcentages de mortalité par période utilisés pour la correction temporelle.....	17
Tableau 5 : Formules utilisées pour la correction temporelle	18
Tableau 6 : Résultats du test d'efficacité de recherche	18
Tableau 7 : Résultats des tests de persistance des cadavres	18
Tableau 8 : Surface prospectée lors de la période 1 (de la S20 à la S30)	19
Tableau 9 : Surface prospectée lors de la période 2 (de la S31 à la S43) avec le doublement de passage	19
Tableau 10 : Détails des cadavres de chiroptères retrouvés sur le parc éolien du Pays d'Othe en 2019	21

Tableau 11 : Statuts de protection et vulnérabilité des espèces des chiroptères retrouvées en 2019	22
Tableau 12 : Estimation de la mortalité des chiroptères sur le parc éolien pour les périodes 1 et 2...	27
Tableau 13 : Intervalles de confiance pour la méthode d'estimation des chiroptères de Korner-Nievergelt sur tout le parc.....	27
Tableau 14 : Intervalles de confiance pour la méthode d'estimation des chiroptères de Korner-Nievergelt par éolienne.....	27
Tableau 15 : Mortalité brute des chiroptères sur le parc éolien pour les périodes 1 et 2	28
Tableau 16 : Nombre de cadavre de chiroptères trouvé en fonction des mois.....	33
Tableau 17 : Détail du nombre de cadavre de chiroptères par année et par éolienne sur le parc éolien du Pays d'Othe	33
Tableau 18 : Détails des cadavres d'oiseaux retrouvés sur le parc éolien du Pays d'Othe en 2019.....	35
Tableau 19 : Statut de protection et de vulnérabilité des oiseaux retrouvés.....	36
Tableau 20 : Estimation de la mortalité des oiseaux sur le parc éolien pour les périodes 1 et 2.....	40
Tableau 21 : Intervalles de confiance pour la méthode d'estimation des oiseaux de Korner-Nievergelt sur tout le parc	41
Tableau 22 : Intervalles de confiance pour la méthode d'estimation des oiseaux de Korner-Nievergelt par éolienne.....	41
Tableau 23 : Détails des cadavres de chiroptères retrouvés sur le parc éolien du Pays d'Othe en 2017 et 2019.....	42
Tableau 24 : Statut de protection et de vulnérabilité des chiroptères retrouvés	43
Tableau 25 : Détails des cadavres d'oiseaux retrouvés sur le parc éolien du Pays d'Othe en 2017 et 2019	43
Tableau 26 : Statut de protection et de vulnérabilité des oiseaux retrouvés.....	44

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Localisation des cadavres de chiroptères trouvés lors du suivi de la mortalité 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe.....	49
Annexe 2 : Localisation des cadavres d'oiseaux trouvés lors du suivi de la mortalité 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe.....	50
Annexe 3 : Localisation des cadavres de chiroptères trouvés lors des suivis de la mortalité 2017 et 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe.....	51
Annexe 4 : Localisation des cadavres d'oiseaux trouvés lors des suivis de la mortalité 2017 et 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe.....	52

1 INTRODUCTION

1.1 ZONE D'ETUDE

Le parc éolien du Pays d'Othe est constitué de 9 éoliennes implantées sur les communes de Coulours, Les Sièges et Vaudeurs dans le département de l'Yonne (89) en région Bourgogne Franche-Comté. Il s'agit d'un parc exploité en commun par les sociétés **BORALEX** et **JP ENERGIE ENVIRONNEMENT**. La société BORALEX exploite 4 machines (situées aux extrémités du parc) et la société JP ENERGIE ENVIRONNEMENT en exploite 5. Toutes sont de marque VESTAS V90, 2MW soit une puissance de l'ensemble du parc de 18MW. Le parc éolien est en service depuis l'année 2014.

Figure 1 : Contexte paysager et éolien du parc éolien du Pays d'Othe (89)

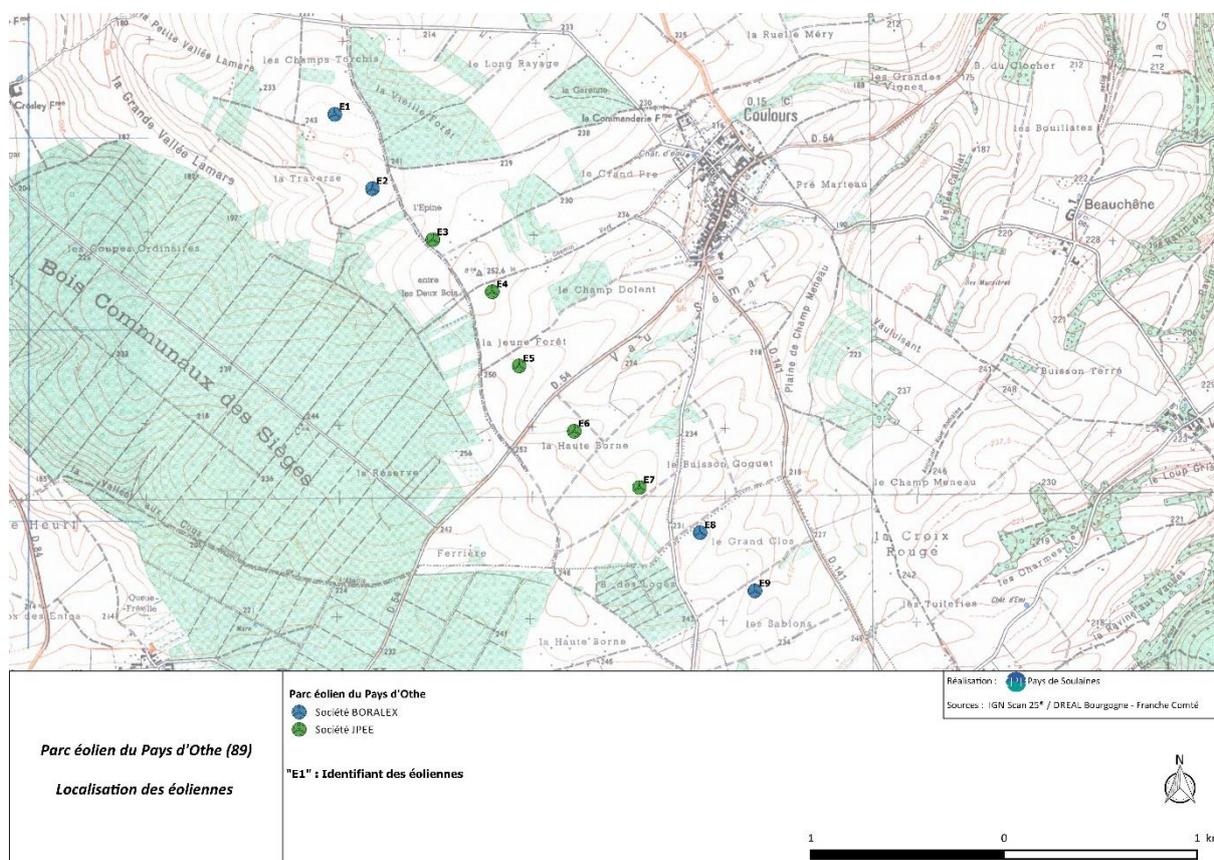


Tableau 1 : Caractéristiques des éoliennes VESTAS V90

Nombre d'aérogénérateur	9
Modèle	VESTAS V90
Puissance unitaire	2000KW
Puissance totale	18 000 KW
Diamètre de rotor	90 m
Hauteur de mât	105 m

1.2 CONTEXTE

Depuis, l'arrêté du 26 août 2011¹ précisant les dispositions générales relatives aux fermes éoliennes soumises à autorisation, les sociétés d'exploitation ont souhaité mettre en place, des suivis et des mesures post-implantation, en faveur de l'avifaune et des chiroptères.

En 2016, les sociétés BORALEX et JP ENERGIE ENVIRONNEMENT ont fait appel au CPIE du Pays de Soulaines afin de mener le suivi de l'avifaune sur 3 ans (2016-2018).

La mission confiée au CPIE se déclinait par, les suivis des rapaces nicheurs et de la migration postnuptiale, et par la proposition de mesures de protection et de sauvegarde en faveur de l'avifaune.

En 2017 dans le cadre de la réglementation ICPE les deux sociétés ont ajouté des nouvelles missions au CPIE du Pays de Soulaines pour :

- Le suivi de la flore et des habitats, (CPIE, 2018).
- Le suivi de la faune terrestre, (CPIE, 2018).
- Le suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères, (CPIE, 2018).

En 2019, suite au constat de l'impact observé en 2018, le suivi mortalité est reconduit de manière à pouvoir dimensionner des mesures correctives adaptées, le suivi a été renouvelé et complété d'un suivi de l'activité à hauteur de nacelle. Les résultats de celui-ci sont présentés dans ce rapport.

2 RAPPEL DES ETUDES NATURALISTES PRECEDEMMENT MENEES ET EN COURS

2.1 ETUDE D'IMPACT

2.1.1 ENJEUX IDENTIFIES SUR LES RAPACES NICHEURS

La **Buse variable** (*Buteo buteo*) a été décrite comme le rapace le plus sensible à l'implantation du parc éolien ; d'une part à cause de ses effectifs locaux élevés avec une estimation de 12 couples nicheurs sur la zone d'étude et ses alentours ; d'autre part du fait de sa sensibilité aux collisions avec les éoliennes.

Le **Busard Saint-Martin** (*Circus cyaneus*) a été ciblé comme rapace sensible car il est inscrit à l'Annexe I de la Directive Oiseaux et sur la Liste rouge des Oiseaux de Métropole (statut LC = préoccupation mineure). Un couple nicheur était présent en 2006 au sein de la zone d'étude et d'autres individus sont pressentis aux alentours proches.

2.1.2 ENJEUX IDENTIFIES SUR LA MIGRATION POSTNUPTIALE

Des études montrent que les oiseaux en migration n'intègrent pas les nouveaux éléments du paysage d'une année sur l'autre et réagissent fortement aux éoliennes sur leurs axes de passage. Des contournements massifs de grands groupes d'oiseaux ont été observés, menant jusqu'à une déviation de l'axe migratoire connu (HÖTKER H. *et al.*, 2006).

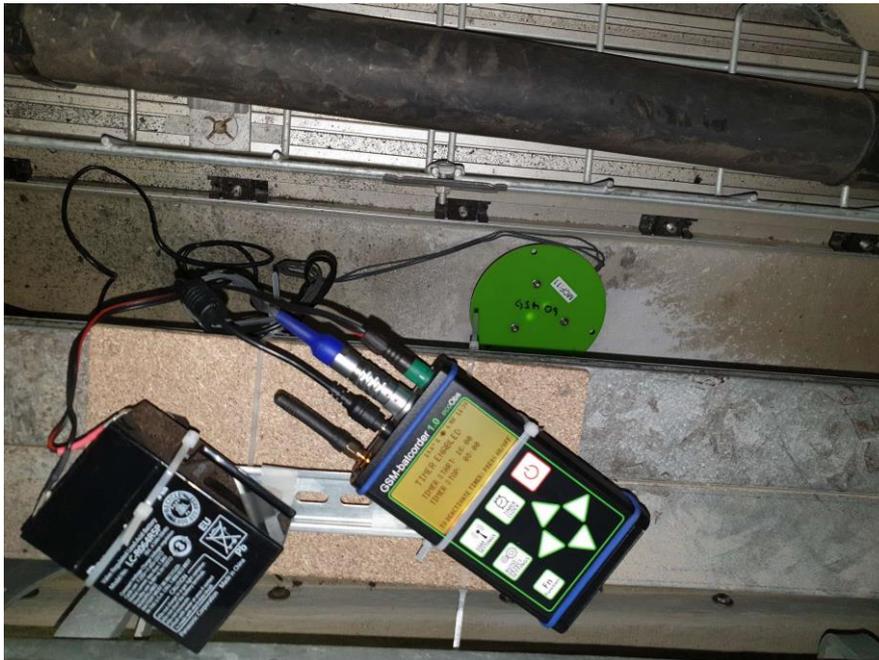
¹ Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Article 12 – « Au moins 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 ».

La disposition du parc éolien est perpendiculaire à l'axe majeur de la migration postnuptiale (nord-est/sud-ouest). De plus des observations de l'ordre de plus de 6 000 oiseaux en 7 jours de suivi, définissent le site à enjeu moyen, mais non négligeable pour la migration des oiseaux.

2.1.3 SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES EN HAUTEUR EN 2019

Un système d'enregistrement BATcorder® a été installé dans la turbine E8 du parc éolien du Pays d'Othe depuis le 18 avril 2019. Les résultats du suivi réalisé en 2019 font également l'objet d'un rapport spécifique².

Figure 2 : BATcorder® installé dans l'éolienne E8



² CPIE & KJM (2020). Parc éolien du Pays d'Othe (89) – Suivi de l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle- rapport annuel 2019. CPIE du Pays de Soulaines / BORALEX & JPEE, 29 pages

3 ETUDE DE LA MORTALITE EN 2019

3.1 GENERALITES

L'objectif du suivi est d'évaluer l'impact des éoliennes sur les chiroptères et l'avifaune grâce à une analyse statistique des cas de mortalité recensés.

Les cas de collisions des chiroptères en Europe sont concentrés surtout de juillet à octobre (90% d'après RYDELL *et al.*, 2010), et pour l'avifaune, c'est en migration postnuptiale (août à début novembre) que les collisions sont les plus fréquentes. Le protocole de suivi intègre cette période et celle de reproduction des deux groupes.

La révision du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres en 2018, a permis de définir de manière plus approfondie les méthodes de prospections, et de coupler le suivi de la mortalité des chiroptères à un suivi acoustique en altitude. Les résultats de ces deux suivis permettent, de mieux connaître les espèces et leur activité et d'adapter l'utilisation des aérogénérateurs, pour réduire leur impact.

Les trois principaux objectifs du suivi de la mortalité sont de :

- Juger du niveau d'impact généré par les parcs éoliens sur la faune volante et apporter, le cas échéant, une réponse corrective proportionnée et efficace ;
- Calculer les mortalités estimées pour permettre une comparaison des résultats inter-parcs et/ou interannuelle ;
- Construire et alimenter une base de données nationale.

3.2 PROTOCOLE DE RECHERCHE 2019

Lors de cette étude, le CPIE a établi son protocole de suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères en respectant les recommandations du « *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – Révision 2018* » ainsi que le cahier de charges fourni par la société BORALEX.

Tableau 2 : Période sur laquelle doit être effectuée le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur, en fonction des enjeux (source : protocole révision 2018)

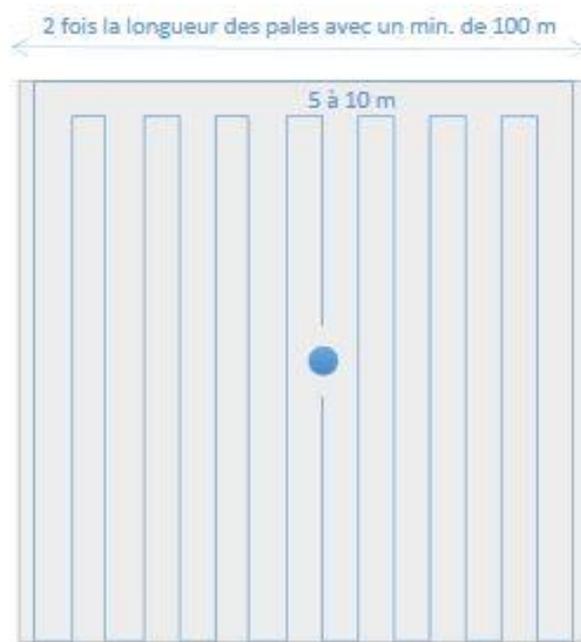
Semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé...	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères spécifiques*	Dans tous les cas*		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères*
Suivi d'activité en hauteur des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

Ce suivi s'est réalisé de la semaine 20 à la semaine 43 (soit du 15 mai au 22 octobre), permettant de couvrir une période de 24 semaines. Les prospections s'effectuent à pied, dans un carré de 100 mètres de côté autour d'une éolienne (uniquement 80 mètres les années précédentes), en effectuant des transects espacés de 5m. Les prospections sont généralement effectuées en début de matinée afin de

réduire le temps entre les impacts résiduels nocturnes et les risques de prédation. Le pas de temps entre deux passages est d'une semaine sur la totalité de la période suivi.

En zone à végétation dense, seules les zones à ciel ouvert ou praticables sont prospectées. Le reste de la surface non prospectée fait alors l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique. Les éoliennes en maintenance ne sont pas prospectées pour des raisons de sécurité.

Figure 3 : Schéma du parcours effectué pour chaque éolienne prospectée (D=départ ; A= arrivée)



Lorsque toute la surface n'est pas accessible (végétation trop haute, semis récent ne permettant pas de pénétrer dans les parcelles...), les observateurs notent la surface qu'ils ont pu prospecter, afin d'appliquer ensuite un facteur de correction. La période de mai, juin et début juillet laisse dans les secteurs de plaines céréalières peu de surface réellement prospectables à cause de la hauteur et de la densité de la végétation.

Pour chaque cadavre découvert, l'observateur note :

- L'espèce, son sexe et son âge, (autant que possible),
- L'état apparent du cadavre,
- La localisation de la découverte (n° de l'éolienne concernée, distance au mât, orientation),
- La cause présumée de la mort (en fonction de l'espèce, de son état apparent et de sa localisation par rapport aux obstacles présents).

Chaque cadavre est également photographié. Lorsque l'identification sur le terrain n'est pas possible, le cadavre est prélevé pour être identifié ensuite. Dans ce cadre, les personnels du CPIE disposent, conformément à la réglementation en vigueur, d'une autorisation de transport de cadavres d'espèces protégée déposée à la DREAL (avec obligation de transmission d'un rapport d'activités dans un délai de trois mois à l'issue de la période de validité de l'autorisation) et confirmé par arrêté préfectoral.

Le protocole national propose de prospecter :

« Toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes et moins ; pour les parcs de plus de 8 éoliennes contenant n éoliennes : au minimum $8 + (n - 8) / 2$.

Les éoliennes sont alors choisies de la façon suivante :

- *En priorité les éoliennes équipées d'un enregistreur automatique à ultrasons pour les chauves-souris,*
- *Puis 50 % des éoliennes sont choisies parmi les éoliennes jugées les plus à risques lors de l'étude d'impact (ou les éoliennes ayant montré une mortalité plus importante lors des suivis antérieurs),*
- *Les éoliennes restantes sont choisies de façon aléatoire afin de disposer d'éoliennes représentatives en termes d'environnement, végétation, etc. ».*

Durant cette étude, les 9 éoliennes du parc ont été suivies.

Les cadavres ne pouvant pas tous être retrouvés par les observateurs, il convient de réaliser une estimation de la mortalité sur le parc éolien. Pour cela deux tests de persistance des cadavres sont réalisés (un durant la période 1 : période de reproduction, et un second durant la période 2 : période de migration) ainsi que deux tests d'efficacité de recherche pour chacune des personnes mobilisées lors des campagnes de terrain selon les mêmes périodes que le test de prédation.

Remarque : jusqu'à 2018, aucun protocole spécifique n'a été mis en place pour les périodes printanières et estivales, contrairement à 2019 où le nouveau protocole (2018) a été appliqué.

3.3 CALENDRIER DES SORTIES DE PROSPECTION

Vingt-quatre passages ont été réalisés, de la semaine 20 à la semaine 43 dans le cadre du protocole de mortalité des chiroptères et des oiseaux, soit du 15 mai au 22 octobre. Le tableau-ci-dessous présente les dates de sorties, les observateurs mobilisés ainsi que les conditions météorologiques lors des prospections.

Tableau 3 : Dates, observateurs et conditions météorologiques lors du suivi 2019

Passage	Date	Observateur	Conditions météorologiques
1	15/05/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent 25km/h, T° : 15°C
2	22/05/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent 5km/h, T° : 15°C
3	29/05/2019	Mathieu AUBRY & Olivia GARCIN	Ensoleillé, vent 5km/h, T° : 10°C
4	05/06/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Nuageux, vent 5km/h, T° : 16°C
5	11/06/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent 15km/h, T° : 14°C
6	19/06/2019	Thomas FACQ, Emilie ARGOT	Ensoleillé, vent faible
7	26/06/2019	Mathieu AUBRY & Emilie ARGOT	Ensoleillé, vent 5km/h, T : 30°C
8	03/07/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Nuageux, vent 35km/h, T° : 24°C
9	10/07/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent 10km/h, T° : 24°C
10	17/07/2019	Mathieu AUBRY & Marie PARMENTIER	Ensoleillé, vent 5km/h
11	24/07/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent faible
12	30/07/2019	Baptiste ANTONINI & Julien PELLE	Nuageux, faible pluie, vent moyen, T° : 19°C
13	07/08/2019	Thomas FACQ, Emilie ARGOT	Pluie
14	14/08/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent faible, T° : 22°C
15	21/08/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent 5km/h, T° : 19°C
16	28/08/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent 5km/h
17	04/09/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent 5km/h, T° : 22°C
18	10/09/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent faible, T : 10 à 20°C
19	18/09/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Ensoleillé, vent 15km/h, T° : 18°C
20	25/09/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Pluie, vent 15km/h, T° : 12°C
21	01/10/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Nuageux, T° : 17°C
22	09/10/2019	Mathieu AUBRY & Martine QUEVILLON	Nuageux et averses
23	16/10/2019	Mathieu AUBRY & Olivia GARCIN	Couvert, éclaircies, T° : 14°C
24	22/10/2019	Mathieu AUBRY & Julien PELLE	Éclaircies, vent faible, T° : 4°C

Les tests d'efficacité de recherche ont été réalisés en début de période le 15 mai 2019 et le 01 octobre 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe.

La pose des souris du premier test de persistance des cadavres a été effectuée lors de la semaine 26 (26 juin 2019) et de la semaine 40 (01 octobre) pour le second test de persistance des cadavres. Les cadavres des souris ont été déposés et suivis à J+1, J+4, J+7, J+10 et J+14.

4 ESTIMATION DE LA MORTALITE

Conformément aux recommandations d'EUROBATS (RODRIGUES et al., 2015), repris dans le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2018), les résultats bruts du suivi de la mortalité doivent être extrapolés pour juger le plus précisément possible la sensibilité du parc. Les résultats sont distingués pour les chauves-souris d'une part et les oiseaux d'autre part.

Pour cela il est mentionné dans le protocole :

« Utiliser au moins 3 formules de calcul des estimateurs standardisés à l'échelle internationale pour faciliter les comparaisons :

- la formule de Huso (2010) ;
- deux formules aux choix parmi : Erickson, 2000 ; Jones, 2009 ; Korner-Nievergelt, 2015 ; Limpens et al, 2013 ; Bastos et al, 2013, Dalthorp et Al 2017, etc. ».

Les méthodes présentées dans ce rapport sont les quatre méthodes suivantes :

- HUSO (2010),
- ERICKSON (2000),
- JONES (2009)
- KORNER-NIEVERGELT (2011),

Les données brutes figurent dans ce rapport mais les estimations sont réalisées par période du cycle de vie. Ainsi une estimation, appelée période 1 est réalisée entre la semaine 20 à 30 (11 semaines correspondant à la période de reproduction et d'émancipation), et une seconde estimation appelée période 2 est effectuée de la semaine 31 à 43 (13 semaines correspondant à la période de migration et de transit automnal). Les estimations sont appliquées de la même façon aux résultats concernant les oiseaux.

4.1 DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE CORRECTION

La mortalité estimée sur le parc éolien correspond au nombre de cadavres retrouvés morts ajouté au nombre de cadavres qui n'ont pas été trouvés. Ces cadavres non retrouvés peuvent soit ne pas avoir été vus par l'observateur au cours de sa recherche, soit avoir été prédatés avant le passage de l'observateur.

Pour pallier ces biais et ainsi pouvoir estimer la mortalité « réelle », des tests de correction sont réalisés. Des cadavres leurres (souris) sont utilisés pour mesurer la persistance des cadavres (coefficient p) ainsi que le taux de détection (coefficient d), propres au site et à l'observateur, et ainsi calculer des coefficients correcteurs. En fonction du nombre de leurres disparus nous obtenons un taux de persistance qui illustre la proportion de cadavres encore présents au bout d'une semaine (pas de temps choisi entre deux passages =7 jours) par rapport au nombre réel de cadavres pour la période 1 et remis à un pas de temps d'une demi-semaine (pas de temps de 3.5j entre deux passages) pour la période 2.

Le taux de détection mesure la proportion de cadavres trouvés par l'observateur par rapport au nombre réel de cadavre présent au sol. Les cadavres leurres sont disposés sous les éoliennes, dans la limite du

carré de recherche protocolé, par une personne différente de l'observateur habituel. Ils sont déposés de manière aléatoire, aussi bien dans les parties cultivées du carré, dans les surfaces enherbées que sur la plateforme en gravier.

4.1.1 DETERMINATION DE P : PERSISTANCE DES CADAVRES

Le taux de persistance d'un cadavre correspond à la durée pour laquelle un animal mort va rester sur le parc avant d'être prédaté suite à une collision/barotraumatisme. Aux jours J+1, J+4, J+7 et J+10 et J+14, les cadavres (ici, utilisation de souris ou de rats domestiques) qui ont été déposés sont recherchés. Les résultats permettent de calculer le temps moyen de persistance d'un cadavre tm , exprimé en jour. Cette durée de persistance varie en fonction de la saison, notamment en fonction de la disponibilité en proies vivantes pour les prédateurs qui peuvent parfois s'avérer charognards, et de la vitesse de décomposition du cadavre, liée à la météo. La valeur de tm permettra de calculer le taux de persistance des cadavres relatif au site et au pas de temps choisi entre deux passages.

4.1.2 DETERMINATION DE D : TAUX DE DETECTION

Après le dépôt des cadavres leurres (ici, utilisation de faux cadavres de chiroptères) par une personne différente, l'observateur habituel effectue son protocole de recherche de mortalité. Le nombre de leurres découverts par rapport au nombre de leurres déposés constitue le taux de détection. Ce coefficient est donc spécifique à l'observateur. Le taux de détection est variable en fonction de la visibilité sur le terrain, qui dépend principalement de la hauteur de végétation et du type de sol. En conséquence, la disposition des cadavres leurres prend en compte la diversité des couverts susceptibles d'être rencontrés sur le site éolien afin d'être le plus proche de la réalité.

4.1.3 DETERMINATION DE S : SURFACE PROSPECTEE

Un autre biais à prendre en compte est la surface réellement prospectée (coefficient s), par rapport à la surface « théorique ». En effet au-delà d'une certaine hauteur ou d'une certaine densité de végétation, la surface n'est pas prospectée, la visibilité étant jugée trop insuffisante ; la surface prospectée totale est donc corrigée. Pour chaque passage et chaque éolienne, le pourcentage de la surface prospectée est noté. Si tout le carré a été prospecté, $s=100\%=1$. Si la végétation était trop haute et que seuls la base et le chemin d'accès ont été prospectés, la surface non prospectée sera soustraite. La moyenne de ces pourcentages sur l'ensemble du suivi ou de la période permet d'obtenir le pourcentage de surface réellement prospectée et de calculer la valeur de s .

4.1.4 CALCUL DU TEMPS MOYEN DE PERSISTANCE

Pour le calcul du temps moyen de persistance d'un cadavre tm (en jours), nous partons du principe que, lors du test de persistance des cadavres, si x cadavres ont disparu à J+2 ($cd_{J+2} = x$), alors le temps de persistance de ces x cadavres est compris entre 1 et 2 jours : ils étaient encore présents à J+1 mais pas à J+2. Le temps de persistance est alors estimé à 1,5 jour. Le temps de persistance de x cadavres disparus entre J+4 et J+7 est estimé à 5,5 jours (moyenne entre 4,5 et 6,5).

Ainsi, nous avons utilisé la formule suivante pour le calcul de tm :

$$tm = \frac{cd_{j+1} * 0,5 + cd_{j+4} * 2,5 + cd_{j+7} * 5,5 + cd_{j+10} * 8,5 + cd_{j+14} * 12 + cr_{j+14} * 14}{C_{tot}}$$

Avec :

- tm : temps moyen de persistance
- cd_{j+n} : nombre de cadavres disparus entre le jour n-1 et le jour n
- cr_{j+n} : nombre de cadavres restants au jour n
- c_{tot} : nombre total de cadavres déposés

4.2 METHODE DE CALCUL DE L'ESTIMATION

Bien que l'estimation d'un taux de mortalité sur un parc éolien présente des limites en raison des nombreux biais influant sur cette estimation, elle reste cependant utile pour pouvoir comparer les résultats de cette étude sur la mortalité avec ceux d'autres parcs éoliens ayant appliqué un protocole similaire et utilisant les mêmes critères d'estimation et afin de donner une idée de l'impact réelle de l'exploitation des aérogénérateurs.

D'après la littérature, quatre méthodes d'estimation sont actuellement utilisées et sont détaillées dans les paragraphes suivants.

4.2.1 ERICKSON (2000)

Cette méthode d'estimation permet de réaliser le calcul même avec un taux de prédation très élevé, y compris lorsque le taux de persistance est nul.

$$N = \frac{I * C}{tm * d * s}$$

Avec :

- N : le nombre de cadavres estimés total sur la période et les éoliennes considérées,
- C : le nombre total de chauves-souris mortes trouvées dans le cadre du suivi, dont la mort est liée aux éoliennes,
- I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours),
- tm : la durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours),
- d : efficacité de recherche de l'observateur (taux de détection),
- s : surface réellement prospectée (au-delà d'une certaine hauteur de végétation, la surface n'est pas prospectée, la visibilité étant jugée trop insuffisante ; la surface prospectée est donc corrigée).

4.2.2 JONES (2009)

JONES (2009) propose une manière plus fine pour calculer le taux de persistance, en se basant sur plusieurs hypothèses. Tout d'abord, la mortalité est constante sur l'intervalle de temps entre deux passages. Ensuite, la fonction la plus juste pour représenter la durée de persistance est la fonction exponentielle négative, et enfin la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle.

On obtient alors la fonction suivante pour le calcul du taux de persistance :

$$p = e^{-0,5*I/tm}$$

JONES (2009) introduit également la notion d'intervalle effectif. Plus l'intervalle I est long et plus le taux de persistance tend vers 0. Un cadavre découvert au bout d'un intervalle I très long n'est certainement pas mort au début de cet intervalle. Il est plus vraisemblablement mort dans « l'intervalle effectif » qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%.

L'intervalle effectif \hat{I} est donc égal à : $-\log(0,01) * tm$

La valeur estimée de la mortalité s'obtient alors comme suit :

$$N = \frac{C}{d * s * e^{-0,5 * \frac{I}{tm}} * a}$$

Avec :

- N : Le nombre de cadavre estimés total sur la période et les éoliennes considérées,
- C : Le nombre de cadavres comptés,
- s : Coefficient de correction surfacique,
- d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection,
- a : Le coefficient correcteur de l'intervalle équivaut à : $\frac{\min(I; \hat{I})}{I}$
- I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours),
- tm : La durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

On notera que dans l'équation, I prendra la valeur minimale entre I et \hat{I} .

4.2.3 HUSO (2010)

HUSO (2010) se base sur les mêmes hypothèses de départ que JONES, et considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre.

$$p = \frac{tm * (1 - e^{-I/tm})}{I}$$

D'où :

$$N = \frac{C}{d * s * \frac{tm * (1 - e^{-I/tm})}{I} * a}$$

Avec :

- N : Le nombre de cadavre estimés total sur la période et les éoliennes considérées,
- C : Le nombre de cadavres comptés,
- s : Coefficient de correction surfacique,
- d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection,
- a : Le coefficient correcteur de l'intervalle équivaut à : $\frac{\min(I; \hat{I})}{I}$
- I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours),
- tm : La durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

De même que pour JONES, I prendra la valeur minimale entre I et \hat{I} dans l'équation.

4.2.4 KORNER-NIEVERGELT (2011)

Korner-Nievergelt (2011) propose un calcul différent pour le temps moyen de persistance avec la fonction exponentielle négative, étant la fonction la plus juste pour représenter le taux de persistance :

$$p = e^{-\frac{1}{tm}}$$

La formule développée ci-après suppose que les cadavres disparaissent à une probabilité constante à cause des prédateurs et que le chercheur a une efficacité constante dans le temps et pour tous les cadavres. Les passages sont effectués à intervalle régulier.

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

Avec :

- n : le nombre total de passages mortalité,
- i : le passage au temps donné i ,
- $\sum_{i=0}^{n-1} (n - i)$: la somme des passages au temps donné i .

4.2.5 CALCUL DE LA CORRECTION TEMPORELLE

Bernardino (2013) insiste bien sur le fait que tous les estimateurs statistiques ne sont valables que pour l'unité de temps étudiée lors du protocole. Afin de disposer de chiffres comparables et compréhensibles, il est nécessaire de ramener l'ensemble à une période annuelle et donc de faire un correctif temporel. Selon le protocole et les cas d'application exposés dans ce document, trois périodes sont à considérer.

- Août à fin octobre, période pour laquelle les estimations devraient être les plus fiables ;
- Mi-mai à fin juillet, période pour laquelle des estimations vont exister ;
- Le reste de l'année (non suivi ici)

Afin de calculer le coefficient de correction temporelle, le CPIE du Pays de Soulaines à la demande de la société d'exploitation BORALEX, utilise les pourcentages de mortalité par période tels que définis dans le tableau ci-dessous, élaborés suite à une revue bibliographique.

Tableau 4 : Pourcentages de mortalité par période utilisés pour la correction temporelle

	Chiroptères	Oiseaux
Période 1 : Août à fin octobre (semaines 31 à 43)	85	50
Période 2 : Mi-mai à fin juillet (semaines 20 à 30)	10	25
Reste de l'année	5	25
TOTAL	100 %	100 %

La formule utilisée pour la correction temporelle afin de disposer de chiffres annuels est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Formules utilisées pour la correction temporelle

Chiroptères	Oiseaux
Période 1 + période 2 + ((période 1/85) *5)	Période 1 + période 2 + ((période1/50) *25)

5 RESULTATS DES TESTS DE CORRECTION ET SURFACE PROSPECTEE

5.1 TEST D'EFFICACITE DE RECHERCHE

Le premier test d'efficacité de recherche a été réalisé le 15 mai 2019, le second le 01 octobre 2019. Le tableau ci-dessous présente l'efficacité de recherche sur le parc éolien suivi et les résultats obtenus.

Tableau 6 : Résultats du test d'efficacité de recherche

	Nombre de souris déposée	Nombre de souris trouvée	Coefficient d'efficacité de recherche sur le parc
Test du 14/05/2019	30	13	0.43
Test du 11/10/2019	30	18	0.6

Le test d'efficacité de recherche donne un résultat de 43% des cadavres trouvés en période 1 et 60% en période 2.

5.2 TEST DE PERSISTANCE DES CADAVRES

Le premier test de persistance des cadavres a été réalisé suite à une pose des souris le 25 juin 2019 et le second suite à une pose le 31 octobre 2019. Une quinzaine de rongeurs a été déposée sur le site éolien à chaque session. Le tableau ci-dessous donne le nombre de souris disparues et présente, à chaque vérification pour les deux tests.

Tableau 7 : Résultats des tests de persistance des cadavres

Test de persistance des cadavres N°1					
Jour de vérification	J+1	J+4	J+7	J+10	J+14
Date	26/06/2019	29/06/2019	03/07/2019	06/07/2019	10/07/2019
	9	9	9	9	9
Total de souris présentes	7 /16	4 / 16	1 /16	1 / 16	1 /16
Total de souris disparues entre 2 passages	9	3	3	0	0
Test de persistance des cadavres N°2					
Jour de vérification	J+1	J+4	J+7	J+10	J+14
Date	01/10/2019	04/10/2019	08/10/2019	10/10/2019	14/10/2019
	9	9	9	9	9

Total de souris présentes	11 / 16	4 / 16	0 / 16	0 / 16	0 / 16
Total de souris disparues entre 2 passages	5	7	4	0	0

Ces résultats nous amènent à une durée moyenne de persistance des cadavres de t_m : 2,7 jours pour la période 1 et de t_m : 2,6 pour la période 2. On remarque que pour le premier test, il ne restait que quatre cadavres au bout de 4 jours, ce qui implique une prédation très importante entre deux passages. Pour la période 2, douze souris ont disparu à J+4 équivalents inférieur au pas de temps entre deux passages de 7 jours.

5.3 SURFACE PROSPECTEE

La surface prospectée pour chaque campagne de prospection est détaillée dans le tableau suivant. En cas de maintenance sur une turbine lors de notre passage, la recherche au pied de celle-ci n'est pas effectuée pour des questions de sécurité, la surface prospectée est donc de $s=0\%$. La surface s est égale à la moyenne de chaque surface prospectée tout au long du suivi ou de la période.

Tableau 8 : Surface prospectée lors de la période 1 (de la S20 à la S30)

Eolienne	Surface prospectée – Valeur de s en %										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
E1	55	55	55	55	55	55	55	100	100	100	100
E2	15	15	15	15	15	15	15	15	95	95	95
E3	15	20	20	20	20	0	20	20	100	100	100
E4	15	15	15	15	15	15	15	15	100	100	100
E5	15	15	15	15	15	15	15	15	100	100	100
E6	15	15	15	15	15	15	15	15	100	100	100
E7	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	100
E8	15	15	15	15	0	15	15	15	15	100	100
E9	100	100	100	100	100	100	30	30	15	15	15
S	42,12										

La valeur moyenne de surface prospectée sur l'ensemble de la durée de suivi de la période 1 est égale à $S=42\%= 42,12$.

Tableau 9 : Surface prospectée lors de la période 2 (de la S31 à la S43) avec le doublement de passage

Eolienne	Surface prospectée – Valeur de s en %												
	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P21	P23	P24
E1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
E2	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
E3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20	100	100	100
E4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
E5	100	100	100	100	15	100	100	100	100	100	100	100	100
E6	100	100	100	100	20	100	100	100	100	100	100	100	0

E7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
E8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
E9	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	100	100
S	88,16												

La valeur moyenne de surface prospectée sur l'ensemble de la durée de suivi de la période 2 est égale à **S=88%=88,16**.

6 RESULTATS DE L'ETUDE DE LA MORTALITE SUR LES CHIROPTERES 2019

6.1 NOMBRE, ESPECES ET STATUT DES CHIROPTERES RETROUVES

6.1.1 MORTALITE OBSERVEE EN 2019

Sur le parc éolien du Pays d’Othe, les 10 premières semaines de suivi en période de reproduction et d’émancipation ont permis de trouver deux cadavres de **Pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus*; quant à la période de transit automnal, le suivi a permis de retrouver cinq cadavres appartenant toujours à cette espèce : la **Pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus*. Une seule espèce est impactée (résultat des données brutes de mortalité), par le fonctionnement du parc en 2019.

Au total, deux chauves-souris ont été trouvées sous les éoliennes exploitées par BORALEX et cinq sous les éoliennes exploitées par JPEE.

Tableau 10 : Détails des cadavres de chiroptères retrouvés sur le parc éolien du Pays d’Othe en 2019

	Date	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Eolienne	Distance par rapport au mât	Orientation	Remarque
Période 1	17/07/2019	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	E6	22m	SO	Mâle, adulte
	24/07/2019	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	E8	30m	O	Mâle
Période 2	18/09/2019	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	E7	31m	O	-
	25/09/2019	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	E1	32m	N	Femelle
	25/09/2019	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	E4	41m	E	Femelle
	25/09/2019	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	E6	29m	O	-
	25/09/2019	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	E7	56m	SO	-

6.1.2 STATUTS DE PROTECTION ET VULNERABILITE DES ESPECES

L’unique espèce de chiroptère découverte sur le parc éolien du Pays d’Othe en 2019 est protégée et inscrite à l’annexe IV de la Directive Habitats Faune Flore.

Le tableau, ci-après, récapitule le statut de rareté³ et réglementaire de la Pipistrelle commune. La figure 4 fait référence à la distribution des cas de mortalité des chiroptères par espèce et dus aux éoliennes.

³ DHFF : Directive européenne Habitats Faune Flore

An II : Annexe II de la Directive 92/43/CEE, dite Directive Habitats – Faune – Flore

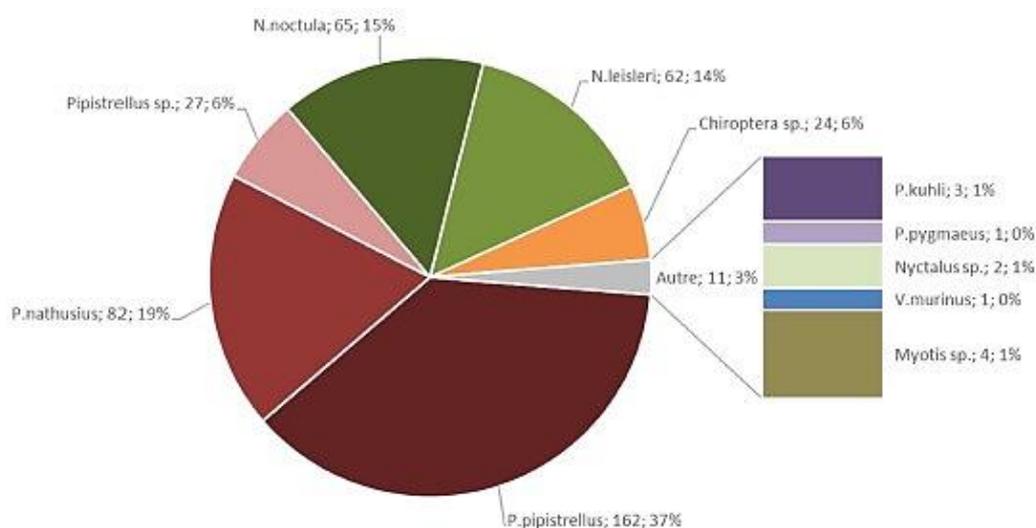
An IV : Annexe IV de la Directive 92/43/CEE, dite Directive Habitats – Faune – Flore

Niveau de menaces : Liste rouge nationale (UICN et al., 2017) ;

Tableau 11 : Statuts de protection et vulnérabilité des espèces des chiroptères retrouvées en 2019

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre total retrouvé	Statut	DHFF	Liste rouge Champagne-Ardenne (CSRPN, 2007)	Liste rouge France (UICN, 2017)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	7	Protégée	An. IV	AS	NT

Figure 4 : Distribution des cas de mortalité de chiroptères dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N=433) (TERNOIS.V ; 2019)



La **Pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus* est une espèce de chauve-souris sédentaire mais capable de déplacements sur plusieurs dizaines de kilomètres et présentant un comportement de haut-vol pendant certaines phases de chasse et/ou de déplacements. Commune en France et dans le Grand-Est, elle présente une sensibilité élevée à l'éolien. Elle est l'espèce de chiroptère la plus impactée par les éoliennes à l'échelle européenne et nationale. En Europe, 2 362 données sont signalées dont 979 pour la France (DÜRR, sept 2019). Ce taux est en réalité plus important puisqu'une part importante des pipistrelles non déterminées spécifiquement, en raison de leur état de dégradation avancé, pourrait concerner des Pipistrelles communes. En région Champagne-Ardenne, les cas de mortalité de Pipistrelle commune atteignent 37% (TERNOIS V., 2019), (Figure 4). Sept ont été retrouvées sur le parc en 2019 ce qui élève à 13 le nombre de Pipistrelles communes retrouvées lors du suivi de 2017 et de cette année.

VU : vulnérable ; NT : quasi-menacée ; LC : préoccupation mineure
Niveau de menaces : Liste rouge régionale (CSRPN, 2007) ;
E : espèces en danger ; V : espèces vulnérables ; R : espèces rares ; AP : espèces à préciser ; AS : espèces à surveiller

Figure 5 : Pipistrelle commune retrouvée le 25/09/2019 sur E4. ©M. AUBRY



Figure 6 : Pipistrelle commune trouvée sous E6 le 17/07/2019. ©M. AUBRY



Dans le cas de ce parc éolien, les cas de mortalité sont surtout observés en période 2 correspondant au transit automnal des chiroptères.

6.1.3 CROISEMENT AVEC LE SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

Le Batcorder® a été installé sur l'éolienne E8 entre le 18 avril et le 30 novembre 2019.

Les résultats illustrent les pics d'activité des espèces de haut vol. On note une activité globale prononcée entre les mois de juin et août. Le mois de juin montre une forte activité du groupe Pmid (Pipistrelle de Nathusius et Pipistrelle de Kuhl). Sur les 238 nuits de fonctionnement, 1633 séquences ont été enregistrées. Le groupe Nyctaloid est le plus contacté avec 34% des séquences. Le groupe des Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius représente 17% des séquences. Le groupe Nycmi est le troisième groupe le plus contacté avec 17% des séquences. La Pipistrelle commune représente 16%, la Noctule commune 4% et la Noctule de Leisler 1%.

Toutes ces espèces ou groupes d'espèces sont sensibles au risque de collision et au barotraumatisme dû aux éoliennes. La courbe d'évolution de l'activité respecte la phénologie des espèces avec une

augmentation au printemps, avec un pic d'activité important pour le groupe des Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius. Puis un pic d'activité sur le mois d'août suivi d'une diminution de l'activité à l'automne.

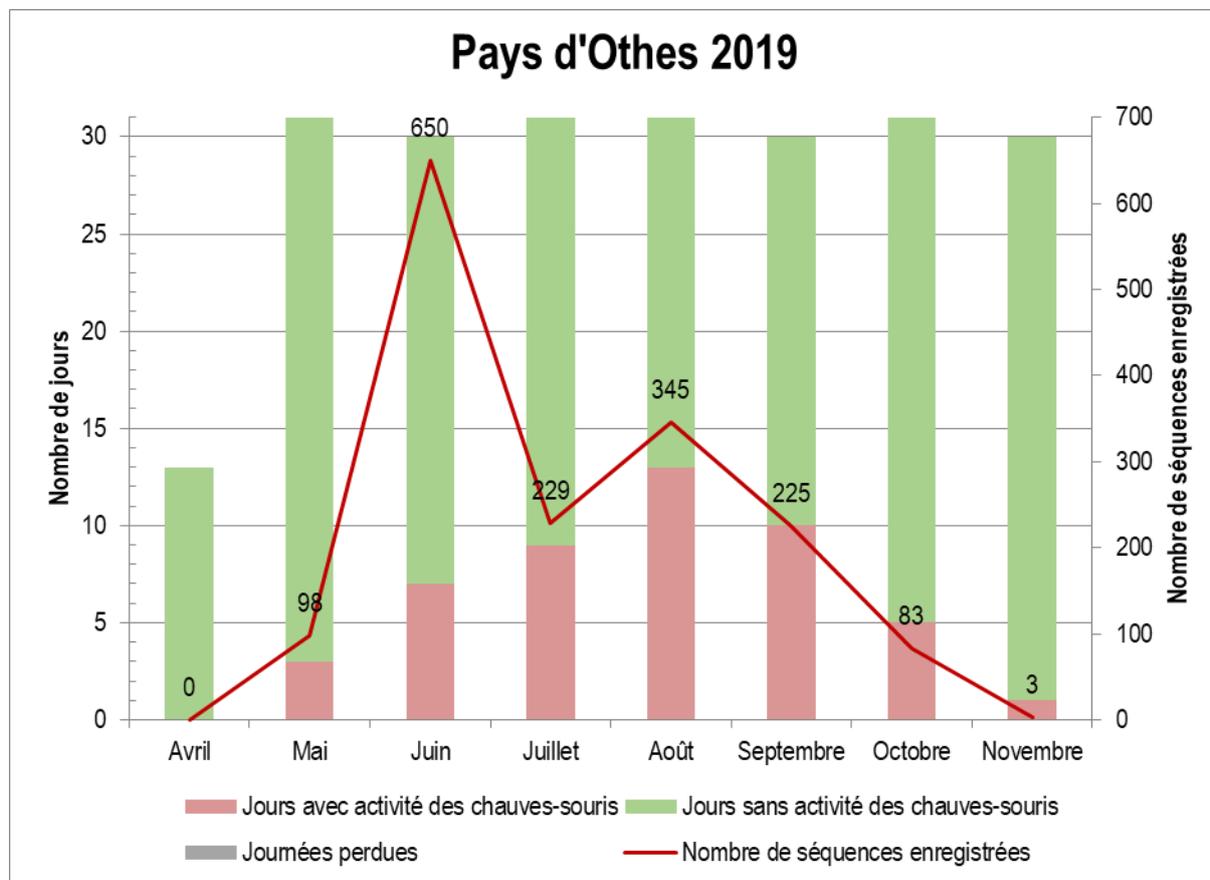


Figure 7 : Nombre de jours d'activité des chauves-souris par mois enregistré à partir de l'éolienne E8 sur le parc du Pays d'Othe en 2019

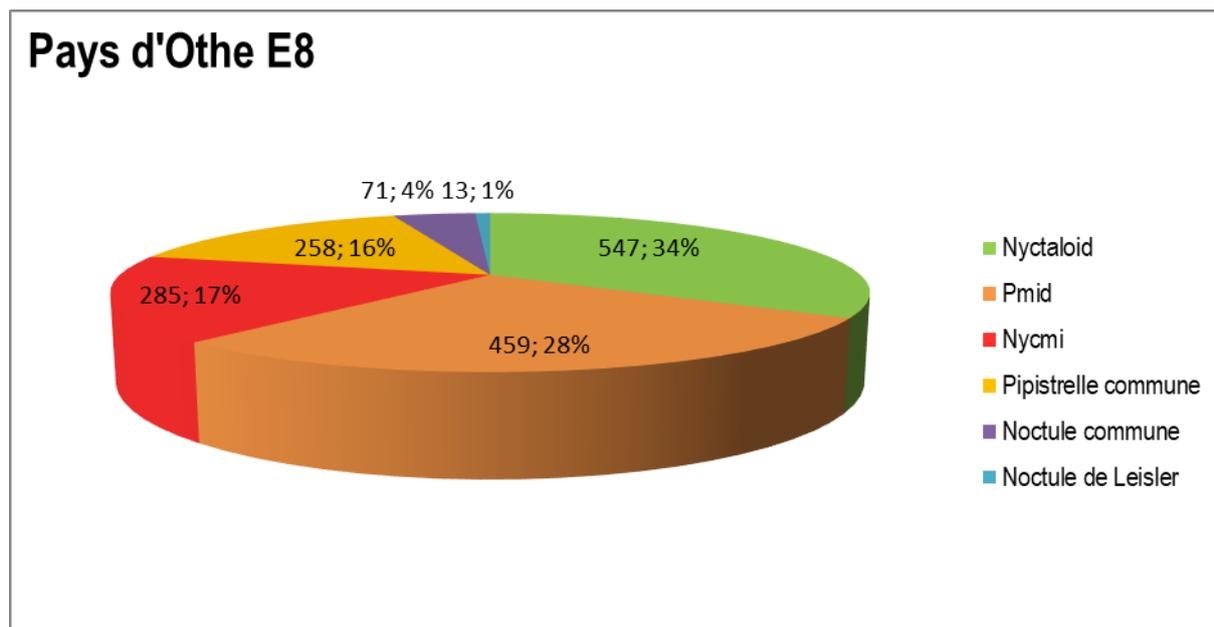


Figure 8 : Répartition en pourcentage des séquences de son de chauves-souris enregistrées par rapport au nombre total de séquences de son au niveau du l'éolienne E8 ; les pourcentages sont ici arrondis.

Nyctaloid = *Nyctalus noctula*, *Nyctalus leisleri*, *Eptesicus serotinus* ; **Nycmi** = *Nyctalus leisleri*, *Eptesicus serotinus* ; **Pmid**= *Pipistrellus nathusii*, *Pipistrellus kuhlii*

Les mortalités observées de Pipistrelle commune coïncident avec certaines périodes d'activité avec ou sans pics d'activité. C'est le cas pour les 17 et 24 juillet où l'activité toutes espèces était forte ; et pour les 4 cas découverts le 25 septembre, on remarque que la semaine précédente, seule une activité modérée de la Pipistrelle commune avait été enregistrée mais pas pour les autres espèces. Il ne s'agissait pas d'un pic mais d'une activité continue sur plusieurs jours.

Il faut rappeler que la distance de détection des séquences d'ultrasons de Pipistrelles est 2 à 3 fois plus réduite que celle des Noctules. Aussi, ces dernières sont bien mieux détectées sur les enregistreurs d'ultrasons placés en nacelle. Enfin, nous avons constaté une absence de mortalité sur les autres espèces des groupes : Pipistrelle Nathusius /Kuhl (28% des contacts) et des groupes noctules (56% des contacts).

Les résultats détaillés de l'activité des chauves-souris issus du suivi en nacelle figurent dans le rapport BATCORDER®⁴.

6.2 ANALYSE STATISTIQUE ET TENDANCE

Remarque : Les graphiques, ci-après, permettent de comparer les résultats du site suivi avec ceux de l'ensemble des parcs éoliens suivis par le CPIE (et anonymisés pour des questions de confidentialité) selon la même méthodologie et les mêmes calculs sur l'année 2019.

⁴ CPIE & KJM (2020). Parc éolien du Pays d'Othe (89) – Suivi de l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle- rapport annuel 2019. CPIE du Pays de Soulaines / BORALEX & JPEE, 29 pages

6.2.1 TENDANCE SUR L'ENSEMBLE DU PARC EOLIEN

Deux cadavres de chiroptères ont été trouvés en période 1. D'après ce résultat brut, le parc éolien du Pays d'Othe engendre une moyenne de 0,22 cadavre par éolienne sur les 10 semaines de suivi sur cette première période.

Sept cadavres de chiroptères ont été trouvés sous les éoliennes en période 2., soit 0.56 cadavres par éoliennes sur la seconde période. Cela équivaut sur l'ensemble de la période suivie à 0.78 cadavres par éolienne.

6.2.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

Trois tests ont été réalisés afin de déterminer les coefficients de correction pour le taux de disparition de cadavres et l'efficacité de recherche.

6.2.2.1 CALCUL DES COEFFICIENTS DE CORRECTION

La valeur du coefficient de correction de l'efficacité de recherche, ou capacité de détection, est fonction du coefficient des observateurs et du site éolien (végétation, type de plateforme, type de sol, etc.).

D'après ce calcul, :

- **d = 0.43** sur la période 1 c'est-à-dire qu'environ 40% des cadavres présents sont détectés lors du suivi.
- **d = 0.6** en période 2 sur le parc du Pays d'Othe ce qui implique une détection d'un peu plus de la moitié des cadavres environ.

Le test de prédation a permis de déterminer un temps moyen de persistance des cadavres de :

- *Temps moyen* : 2,65625 jours pour la période 1
- *Temps moyen* : 2,625 jours pour la période 2.

Le calcul du coefficient de correction de la prédation p varie en fonction de la méthode de calcul utilisée.

Le coefficient de correction surfacique S sur l'ensemble du suivi durant la période 1 est de **S=42%=42,12** soit environ 60% de la surface n'a pas pu être prospecté et/ou que la visibilité ne permettait pas de détecter des cadavres sur une partie de la surface prospectée (végétation trop haute avant la période de récoltes) et de **S=88% =88,16** durant la période 2 ce qui réduit la surface non détectée. La surface prospectée est nettement plus élevée en période 2 car elle intervient après la période des moissons.

6.2.2.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE

Le tableau suivant résume les valeurs des estimations de la mortalité en fonction des différentes méthodes de calcul. Les estimations concernent la mortalité sur l'ensemble du parc ou par éolienne au cours des deux périodes de suivi.

Tableau 12 : Estimation de la mortalité des chiroptères sur le parc éolien pour les périodes 1 et 2

Estimation de la mortalité réelle	Méthode de Jones		Méthode de Huso		Méthode de Erickson		Méthode de Korner-Nievergelt	
	Sur tout le parc	Par éolienne	Sur tout le parc	Par éolienne	Sur tout le parc	Par éolienne	Sur tout le parc	Par éolienne
Durant la période 1 (S20 à 30)	53.9	5.99	33.4	3.71	28.9	3.21	19.0	2.11
Durant la période 2 (S31 à 43)	47.8	5.31	29.2	3.24	25.2	2.80	31.0	3.44
Sur la période suivie (période 1 + période 2)	101.7	11.3	62.6	6.95	54.1	6.01	50	5.55
Annuelle par correction temporelle	104.9	11.65	64.5	7.16	55.8	6.2	51.1	6.67

Remarque : d'après Korner-Nievergelt *et al.* (2011), lorsque moins de 10 carcasses sont trouvées, l'incertitude augmente considérablement, et d'autant plus si la probabilité de détection est faible.

Le calcul de la méthode de Korner-Nievergelt est donnée avec un intervalle de confiance à 95%, le tableau ci-dessous reprend ces données.

Tableau 13 : Intervalles de confiance pour la méthode d'estimation des chiroptères de Korner-Nievergelt sur tout le parc

Estimation de la mortalité réelle	Méthode de Korner-Nievergelt (sur tout le parc)					
	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95%	Valeur moyenne estimée	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95%	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 80%	Valeur moyenne estimée	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 80%
En période 1 (semaines 20 à 30)	4	19	66	8	20	45
En période 2 (semaines 31 à 43)	13	32	71	18	32	54

Tableau 14 : Intervalles de confiance pour la méthode d'estimation des chiroptères de Korner-Nievergelt par éolienne

Estimation de la mortalité réelle	Méthode de Korner-Nievergelt (par éolienne)					
	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95%	Valeur moyenne estimée	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95%	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 80%	Valeur moyenne estimée	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 80%
En période 1 (semaines 20 à 30)	0.44	2.11	7.33	0.88	2.22	5

En période 2 (semaines 31 à 43)	1.44	3.55	7.88	2	3.55	6
------------------------------------	------	------	------	---	------	---

Cela signifie pour l'ensemble du parc qu'il y a 95% de chance d'avoir un taux de mortalité compris entre 4 et 66 en période 1, et compris entre 13 et 71 en période 2. Pour l'intervalle de confiance à 80%, il y a 80% de chance de trouver entre 8 et 45 cadavres de chauves-souris sur la période 1 et entre 18 et 54 sur la période 2.

Les intervalles sont importants et les valeurs restent donc à prendre avec précaution. La borne inférieure de l'intervalle de confiance en période 2 reste intéressante dans l'analyse des résultats. Il y a 95% de chance d'avoir une mortalité d'au moins 13 chauves-souris en période de transit automnal pour les 9 éoliennes du parc éolien du Pays d'Othe, d'après les résultats de la mortalité de 2019.

Tableau 15 : Mortalité brute des chiroptères sur le parc éolien pour les périodes 1 et 2

Résultats de la mortalité brute	Sur tout le parc	Par éolienne
Durant la période 1 (S20 à 30)	2	0,22
Durant la période 2 (S31 à 43)	5	0.56

Pour mettre en évidence une éventuelle sensibilité du parc éolien du Pays d'Othe, nous proposons de comparer les résultats avec ceux obtenus selon la même méthodologie (même année de suivi, même protocole, etc.).

Les résultats sur la mortalité des chiroptères estimés par éolienne sont compris entre 2.11 (Korner-Nievergelt) et 5.99 (Jones) pour la période 1 (11 semaines) et 2.80 (Erickson) et 5.31 cadavres (Jones) au cours de la période 2 (13 semaines).

Les estimations de la mortalité sur le parc éolien du Pays d'Othe sur les chiroptères évaluent celle-ci entre 2.11 et 5.99 chauves-souris sur la période 1 et entre 2.80 et 5.31 durant la période 2.

Reportés sur l'ensemble de la période prospectée (période 1 et 2), l'estimation de la mortalité est située entre 5.55 et 11.3 cadavres par éolienne.

D'après la bibliographie, et en affinant l'estimation annuelle par correction temporelle, la mortalité à l'année serait située entre 6.2 et 11.65 par éolienne soit 104.9 dans l'estimation la plus alarmante et 51.1 dans le « meilleur » des cas. A l'échelle du parc éolien, les estimations se situent entre 51.1 (Korner-Nievergelt) et 104.9 cadavres (Jones).

Figure 9 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 1, selon la méthode de JONES

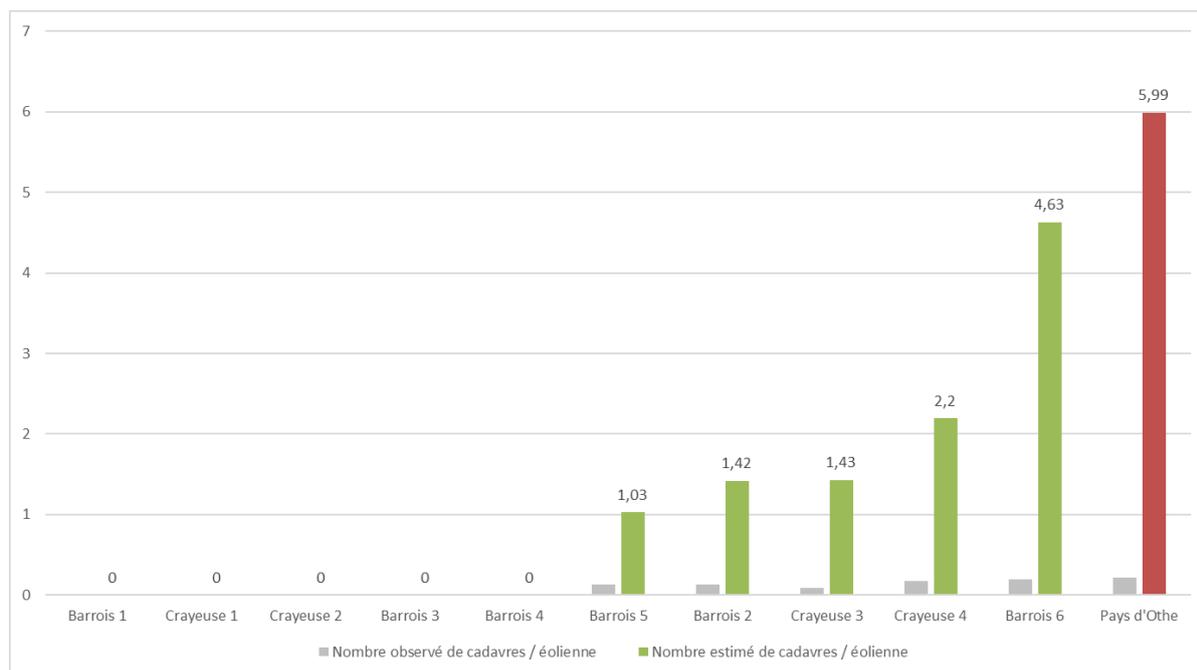
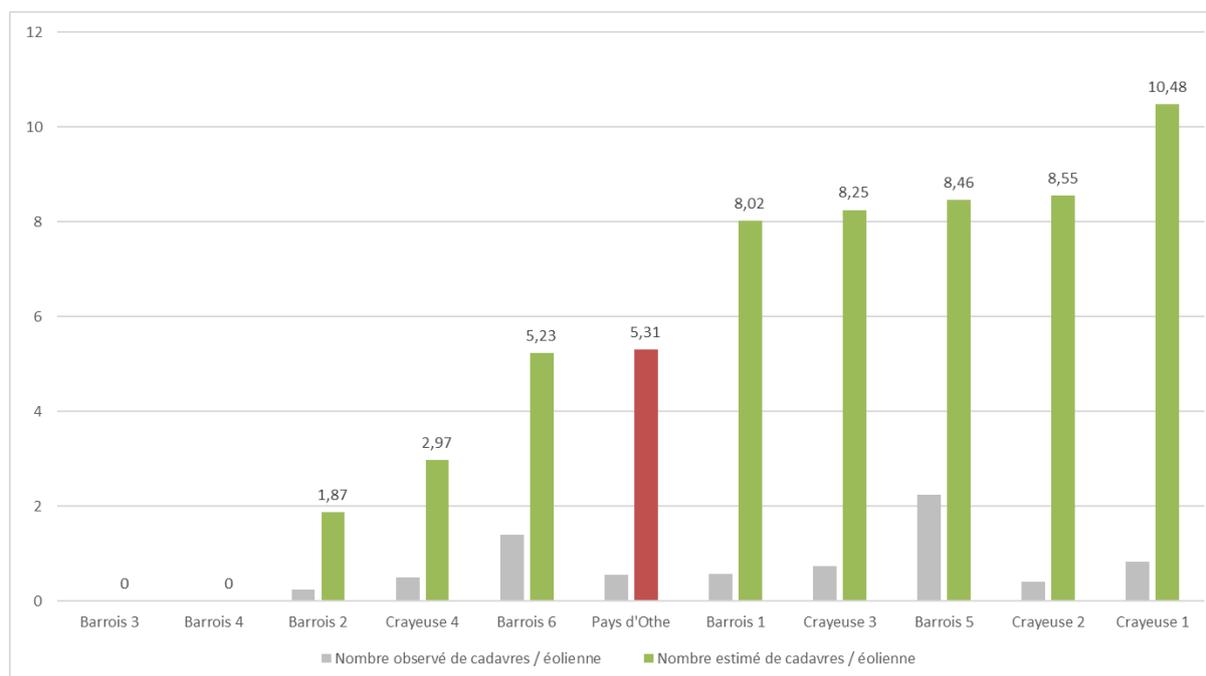


Figure 10 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 2, selon la méthode de JONES



Selon la méthode JONES, le parc éolien du Pays d'Othe est l'un des plus impactant en période 1 et dans l'estimation moyenne des parcs éoliens suivis par le CPIE en 2019. L'estimation par éolienne est de 5.99 (soit 53.9 cadavres sur l'ensemble du parc) pour la période 1 et de 5.31 (47.8 sur l'ensemble du parc) par éolienne pour la période 2.

Figure 11 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 1, selon la méthode de HUSO

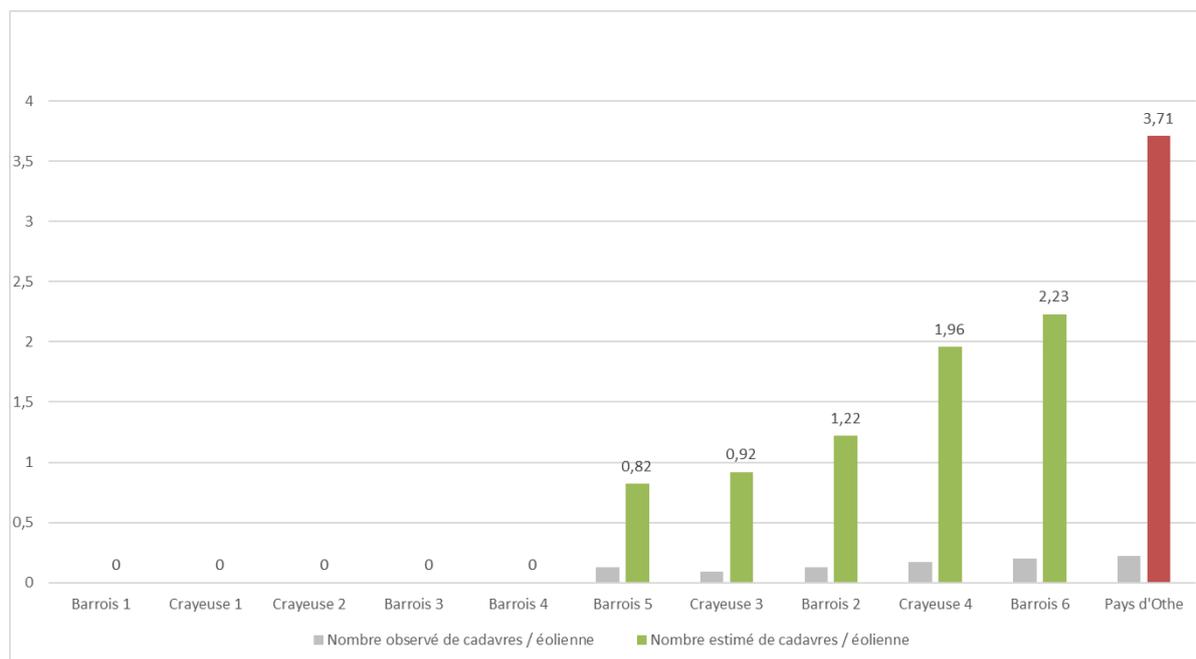
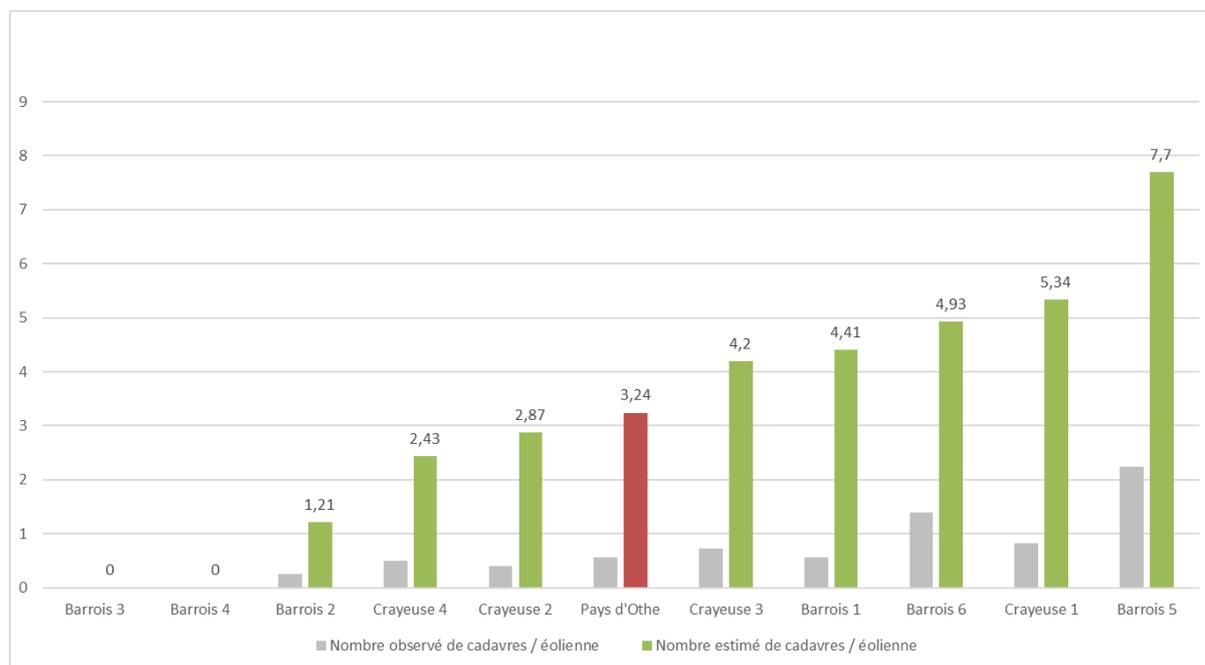


Figure 12 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 2, selon la méthode de HUSO



D'après la méthode HUSO, la mortalité estimée sur le parc éolien du Pays d'Othe est de 33.4 sur l'ensemble du parc en période 1 soit 3.71 par éolienne. L'estimation est de 29.2 sur les neuf éoliennes sur la période 2 soit 3.24 par éolienne.

Figure 13 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 1, selon la méthode de ERICKSON

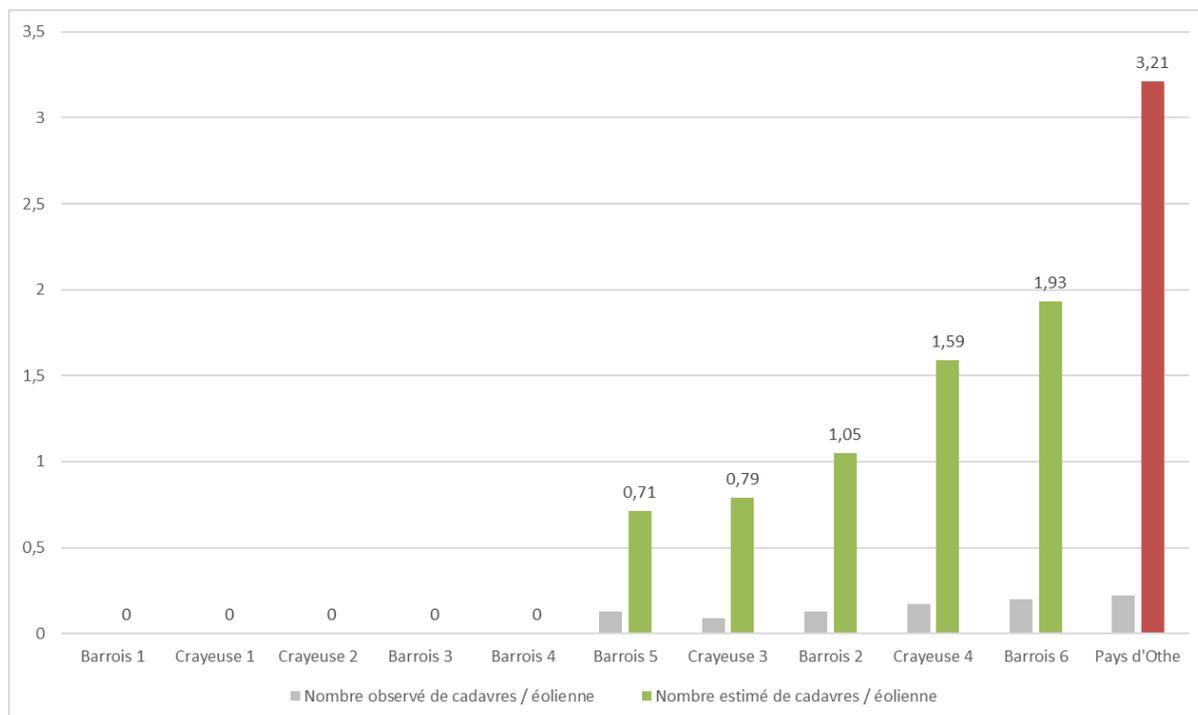
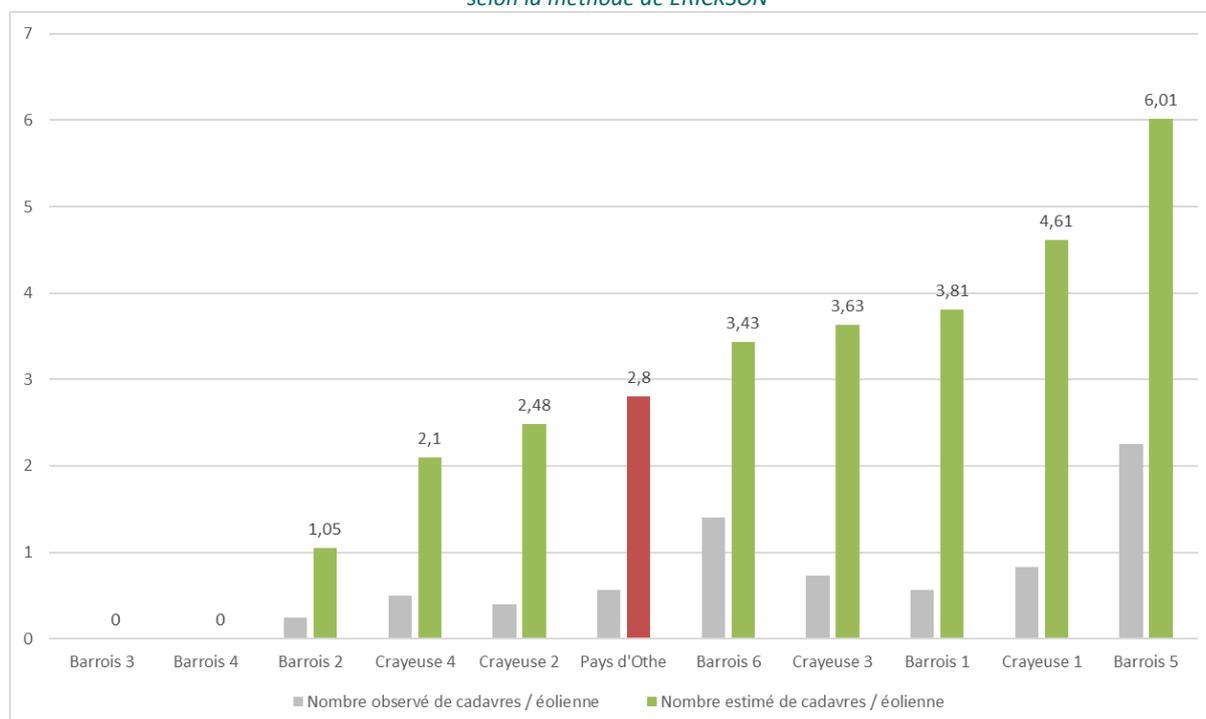


Figure 14 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 2, selon la méthode de ERICKSON



La méthode d'estimation de la mortalité d'ERICKSON démontre une mortalité de 3.21 par éolienne en période 1 et de 2.8 en période 2. Cette méthode d'estimation place toujours le parc éolien du Pays d'Othe au premier rang en période estivale.

Figure 15 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 1, selon la méthode de Korner-Nievergelt

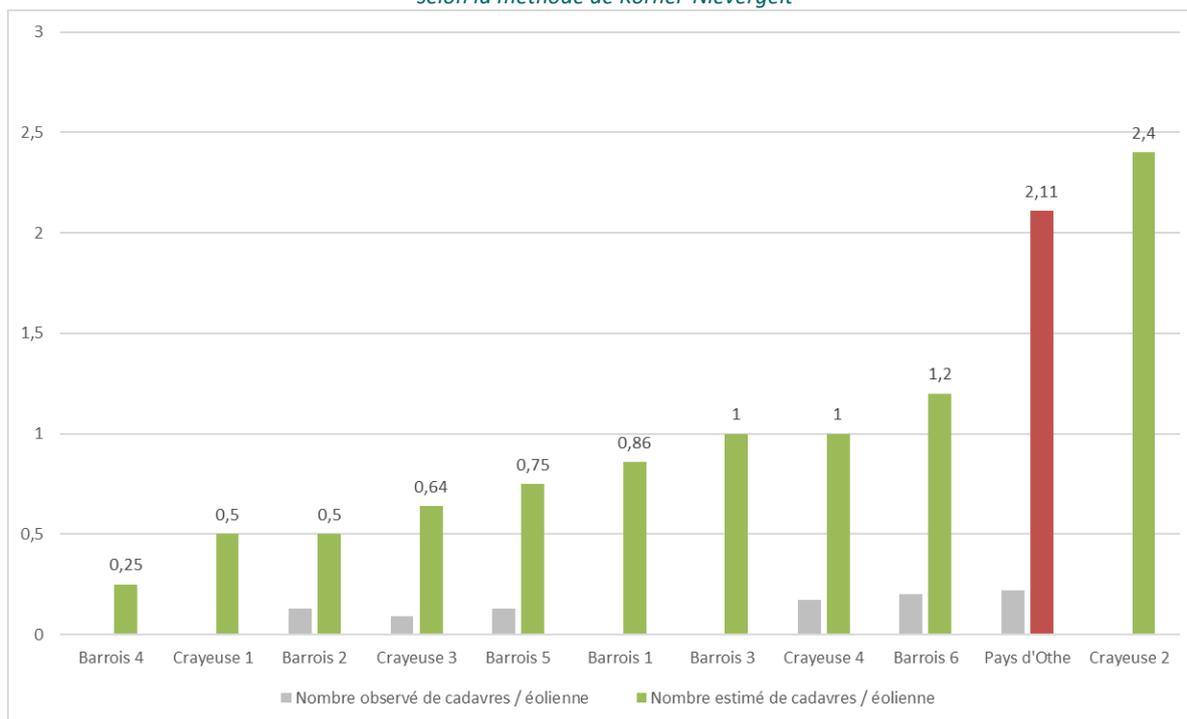
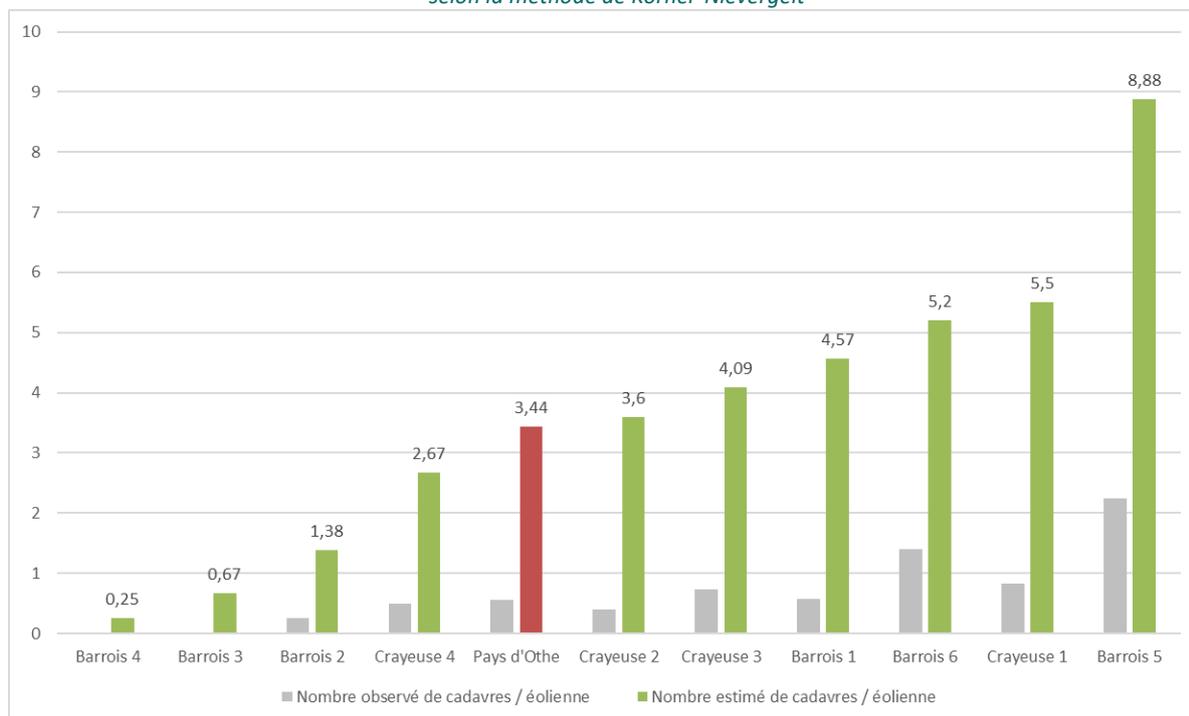


Figure 16 : Comparaison de l'estimation de la mortalité des chiroptères sur les différents parcs suivis en 2019 en période 2, selon la méthode de Korner-Nievergelt



Enfin l'estimation de Korner-Nievergelt donne des résultats de 2.11 par éolienne (19 sur l'ensemble du parc éolien) en période 1 et de 3.44 (31 sur le parc éolien) au cours de la période 2.

En calculant l’estimation de la mortalité annuelle sur le parc éolien du Pays d’Othe, en fonction de la période suivie et des données bibliographiques, nous obtenons une mortalité estimée située entre 19 cadavres de chauves-souris sur l’ensemble du parc pour l’estimation la plus basse (KORNER) et 53.9 pour l’estimation la plus haute (JONES) au cours de la période 1.

En période 2 l’estimation la plus haute (JONES), nous donne une mortalité de 47.8 cadavres sur les neuf éoliennes et de 25.2 dans la plus basse des estimations (ERICKSON).

Rapportée à l’ensemble de la période suivie (période 1 + période 2), nous obtenons une estimation de la mortalité des chiroptères comprise entre 50 et 101.7 cadavres sur l’ensemble du parc soit 5.55 (Korner-Nievergelt) et 11.3 (Jones) cadavres par éolienne.

6.2.3 CONCLUSION SUR LA MORTALITE DES CHIROPTERES EN 2019 SUR LE PARC DU PAYS D'OTHE

Sept cadavres de chiroptères ont été retrouvés sous les éoliennes lors du suivi de la mortalité 2019. Deux cadavres ont été trouvés en période 1, correspondant à la reproduction et l’émancipation de jeunes, et cinq cadavres en période 2.

Les cadavres trouvés sont concentrés dans le temps, notamment avec sur une seule campagne en septembre cinq cadavres de Pipistrelle commune. Comme en témoigne l’analyse acoustique, la Pipistrelle commune est encore active à la fin de l’automne par rapport aux autres espèces généralement impactées par l’énergie éolienne, Noctule de Leisler et Noctule commune par exemple (Arthur L., LEMAIRE M. 2009).

Tableau 16 : Nombre de cadavre de chiroptères trouvé en fonction des mois

Mois	Nombre de cadavre
Juillet	2
Aout	0
Septembre	8
Octobre	2

Le tableau ci-dessus illustre le nombre de cadavres de chiroptères retrouvés en fonction du mois de l’année. On voit que le mois de septembre est le mois où le nombre de cas de mortalité détectés est le plus élevé pour la Pipistrelle commune au cours des deux années échantillonnées.

Tableau 17 : Détail du nombre de cadavre de chiroptères par année et par éolienne sur le parc éolien du Pays d’Othe

Année	Eolienne								
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
2017	-	1	-	-	1	-	1	1	1
2019	1	-	-	1	-	2	2	1	-
Total	1	1	0	1	1	2	3	2	1

D'après les résultats ci-dessus, l'éolienne E7 (JPEE) est l'éolienne la plus impactante du parc éolien du Pays d'Othe avec trois cadavres. Les éoliennes E6 (JPEE) et E8 (BORALEX) présentent chacune deux cadavres. Un cadavre a été trouvé sous les éoliennes E1, E2 et E9 (exploitées par BORALEX) ainsi que E4 et E5 (exploitées par JPEE). L'éolienne E3 (JPEE) est l'unique éolienne où aucun cadavre de chauve-souris n'a été trouvé lors des deux années de suivis. On constate donc que l'impact mortalité est réparti sur l'ensemble du parc éolien.

La Noctule de Leisler (1% des contacts enregistrés par l'analyse en hauteur), la Noctule commune (4%) et les séquences de cris non identifiables : Nycmi regroupement la Noctule de Leisler et la Sérotine commune (17%) et Nyctaloïd : Nycmi et Noctule commune (34%) sont identifiés autour du parc aucun cadavre de ces espèces n'a été retrouvé.

Même si les résultats doivent être interprétés sur la globalité de la ligne d'éoliennes, surtout en l'absence d'une surmortalité avérée sur l'une d'entre elles, il est possible de préciser la localisation des cas ci-dessous par exploitant.

6.2.3.1 ÉOLIENNES EXPLOITÉES PAR BORALEX:

Pour rappel, les éoliennes exploitées par la société BORALEX sont E1, E2, E8, et E9.

Un cadavre de chauve-souris a été trouvé en 2019 sur l'éolienne E1. Il s'agit de l'éolienne située la plus à l'ouest du parc. L'éolienne est située à 175m du boisement le plus proche « *La Vieille forêt* ».

Un second cadavre a été trouvé sous l'éolienne E8 (éolienne équipée par le BATcorder®).

Aucun cadavre de chiroptère n'a été trouvé sous les éoliennes E2, et E9 en 2019.

6.2.3.2 ÉOLIENNES EXPLOITÉES PAR JPEE:

La société JPEE exploite les éoliennes E3, E4, E5, E6 et E7.

Deux Pipistrelles communes ont été découvertes sous l'éolienne E6 et deux sous l'éolienne E7. Cette turbine est située à moins de 130m de la lisière. L'éolienne E4 à 150m de la lisière est concernée par un cas de mortalité.

Aucun cadavre de chiroptère n'a été trouvé en 2019 sous les éoliennes E3 et E5.

Les résultats ci-dessus ne présentent que les résultats de cette année de suivi. Le bilan des deux années de suivi (2017 et 2019) figure dans le chapitre : *8 Bilan des données de mortalités sur le parc éolien du Pays d'Othe 2019*.

7 RESULTATS DE L'ETUDE DE LA MORTALITE DE L'AVIFAUNE

7.1 NOMBRE, ESPECES ET STATUT DES OISEAUX RETROUVES

7.1.1 MORTALITE OBSERVEE

En 2019, six cadavres de cinq espèces d'oiseaux ont été trouvés autour des éoliennes. Un cadavre de **Martinet noir** *Apus apus* a été trouvé durant la période 1 et cinq cadavres de quatre espèces durant la période 2. Les espèces concernées sont le **Gobemouche noir** *Ficedula hypoleuca*, le **Pigeon ramier** *Columba palumbus*, la **Bergeronnette grise** *Motacilla alba* et un corvidé indéterminé (**Corneille noire** *Corvus corone* ou **Corbeau freux** *Corvus frugilegus*). Aucun rapace n'a été trouvé lors du suivi de cette année. Les cas de mortalité sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Trois cadavres d'oiseaux ont été trouvés sous l'éolienne E8 exploitée par BORALEX et un cadavre sous l'éolienne E9 elle aussi sous l'exploitation de BORALEX. Un cadavre a été retrouvé sous l'éolienne E3 et deux cadavres sous l'éolienne E7, turbines exploitées par la société JPEE.

Tableau 18 : Détails des cadavres d'oiseaux retrouvés sur le parc éolien du Pays d'Othe en 2019

	Date	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Eolienne	Distance par rapport au mât	Orientation	Remarque
Période 1	26/06/2019	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	E3	37m	NO	-
Période 2	14/08/2019	<i>Corvus Corone/frugilegus</i>	Corvidé indéterminé	E8	8m	E	Plumée
	04/09/2019	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobemouche noir	E7	40m	NO	Femelle
	18/09/2019	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	E8	35m	SO	Plumée
	09/10/2019	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	E9	8m	SO	Plumée
	22/10/2019	<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	E7	8m	S	Plumée

7.1.2 STATUTS DE PROTECTION ET DE VULNERABILITE DES ESPECES

Le tableau ci-dessous présente le statut de protection⁵ et de vulnérabilité des oiseaux retrouvés morts sous les aérogénérateurs du parc éolien du Pays d'Othe en 2019. La figure 17 illustre la distribution des cas de mortalité d'oiseaux dus aux éoliennes.

Tableau 19 : Statut de protection et de vulnérabilité des oiseaux retrouvés

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre total retrouvé	Statut	Liste rouge nationale (UICN, 2016) de passage	Liste rouge nationale (UICN, 2016) nicheurs	Liste rouge nicheur régionale CA (CSRPN, 2007)	Directive oiseaux 79/409/CEE du 2 avril 1979
<i>Apus apus</i>	Martinet noir	1	Protégée	DD	NT	-	-
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobemouche noir	1	Protégée	DD	VU	R	-
<i>Corvus Corone/fragilegus</i>	Corvidé sp	1	-	-	-	-	-
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	1	Protégée	-	LC	-	-
<i>Columba plumbus</i>	Pigeon ramier	2	Chassable /nuisible	NAd	LC	AS	Annexe II ET III

⁵ Annexe I : espèces d'oiseaux menacées dont la conservation nécessite la désignation de Zones de Protection Spéciales ;

Niveau de menaces : Liste rouge nationale (UICN *et al.*, 2016) ;

VU : vulnérable ; NT : quasi-menacée ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : (a) introduite après l'année 1500, (b) présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année en métropole,

(c) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative, ou Non applicable.

(d) régulièrement présente en métropole 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 ont remplis

Niveau de menaces : Liste rouge régionale Champagne-Ardenne (CSRPN, 2007) :

E : en danger ; VU : vulnérable ; R : Rare ; NT : quasi-menacée ; AP : A préciser ; AS : A surveiller

Figure 17 : Distribution des cas de mortalité d'oiseaux, par grandes familles, dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N=479) (source : TERNOIS V., 2019)

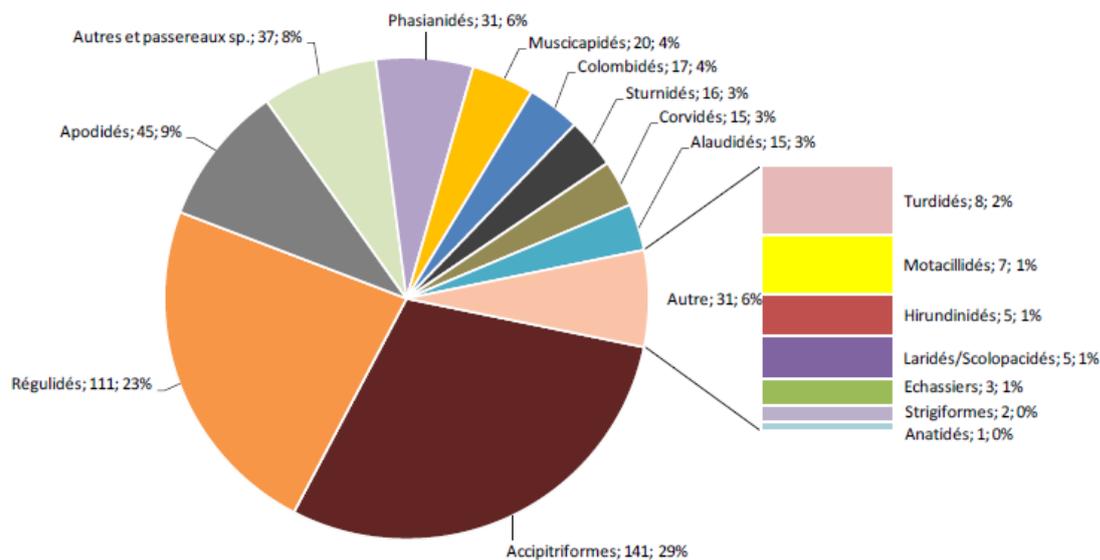


Figure 18 : Pigeon ramier trouvé le 18/09 sous E8. ©M. AUBRY

Avec deux cadavres identifiés sous les éoliennes E8 et E9, l'espèce d'oiseau la plus impactée en 2019 est le **Pigeon ramier *Columba palumbus***. Les cadavres ont été retrouvés le 18/09 et le 09/10. Bien que les collisions puissent concerner des individus locaux, la migration de l'espèce s'effectue de septembre à mi-décembre, (LPO Champagne-Ardenne coord 2016). Les cas de collisions recensés sur cette espèce sont de 243 en Europe dont 25 en France (DÜRR, 2019).

Notre base de données ne recense pas les cas en Bourgogne-Franche-Comté mais la comparaison avec la Champagne-Ardenne est possible par la proximité du site avec cette région. Ainsi, 12 cas sont documentés en Champagne-Ardenne (V. TERNOIS, 2019).



Un cadavre de **Corvidé indéterminé *Corvus sp* (*Corvus corone* ou *Corvus frugilegus*)** a été trouvé sous l'éolienne E8 à proximité directe du mât le 14/08. La plumée n'a pas permis de déterminer l'espèce, mais des observations de Corneilles noires sont fréquentes sur le site éolien du Pays d'Othe (CPIE). Les cadavres documentés de **Corneille noire *Corvus corone*** à l'échelle européenne par DÜRR sont au nombre de 101 dont 14 en France. En Europe 16 cas de collision sont recensés sur le **Corbeau freux *Corvus Frugilegus*** (DÜRR, 2019).

Figure 19 : Gobemouche noir trouvé le 04/09/2019 sous E7. ©M. AUBRY



Un **Gobemouche noir** *Ficedula hypoleuca* a été découvert sous l'éolienne E7 le 04/09/2019. 78 cas de mortalité sont connus pour cette espèce en Europe, 22 cas en France (DÜRR, 2019) et 5 cas en Champagne-Ardenne (TERNOIS, 2019). Le passage migratoire automnal de ce migrateur nocturne présente un pic entre le 15 août et le 15 septembre et a été particulièrement marqué en 2019. Les multiples observations d'individus cette année se retrouvent aussi au niveau de la mortalité à l'automne puisque 3 cas de mortalité supplémentaires (dont celui du parc éolien du Pays d'Othe) ont été notés sur cette seule période sur les parcs éoliens suivis par notre équipe.

Figure 20 : Bergeronnette grise trouvée sous E7 le 22/10/2019. ©M. AUBRY



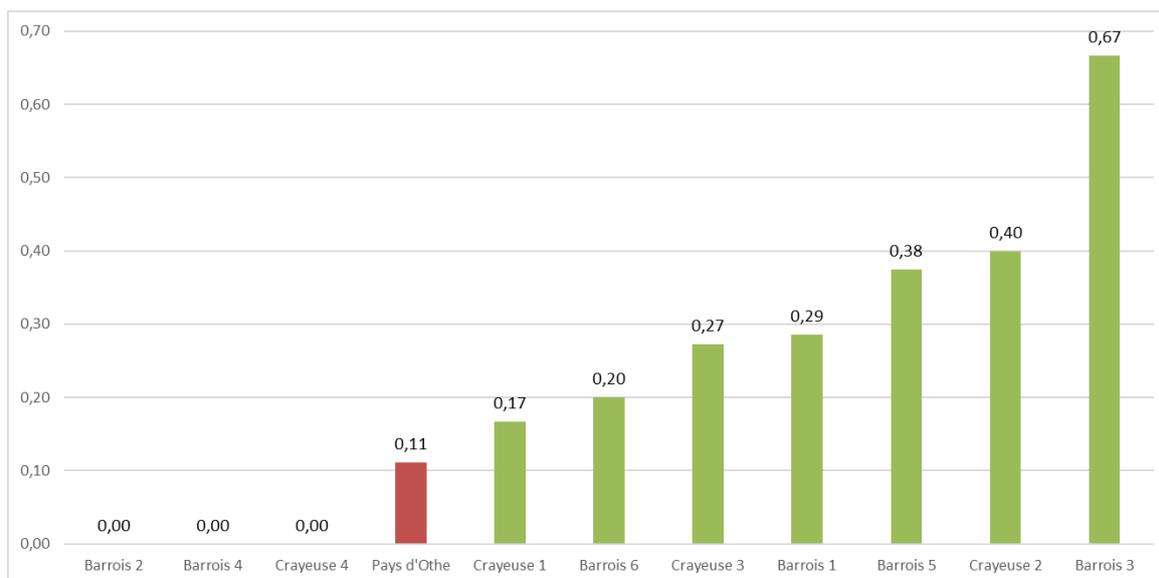
Une **Bergeronnette grise** *Motacilla alba* a été retrouvée sous l'éolienne E7 le 22/10 (dernier passage du suivi de la mortalité). La plumée se trouvait sur la plateforme de l'éolienne. La base de données européenne identifie 45 cas dont 4 en France (DÜRR, 2019).

7.2 TENDANCE ET ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

7.2.1 TENDANCE SUR L'ENSEMBLE DU PARC EOLIEN

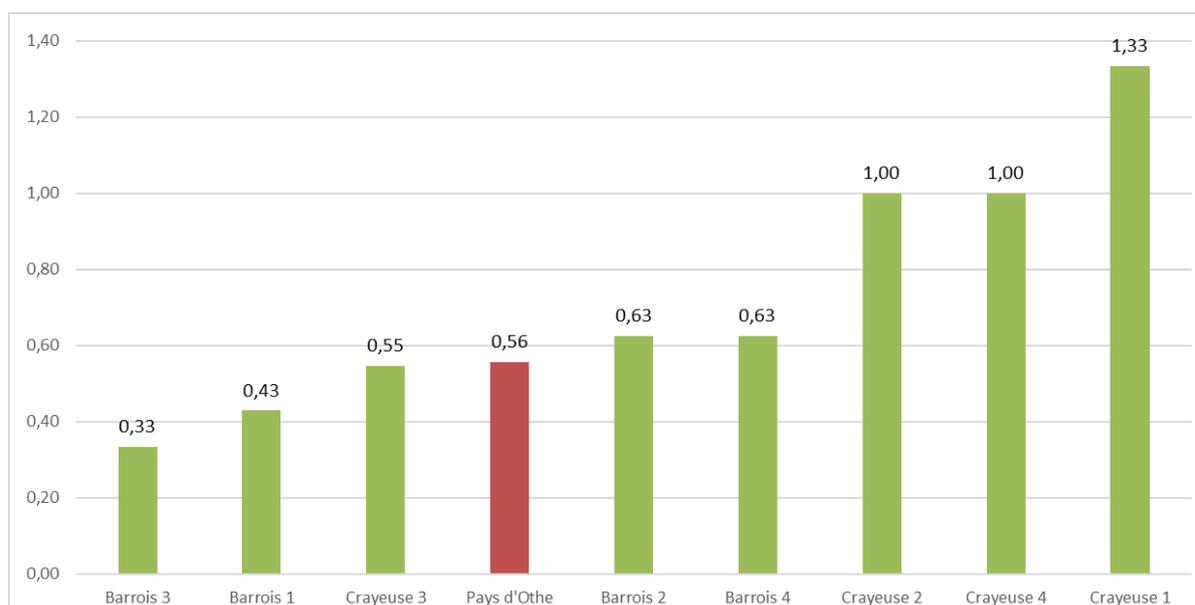
Six cadavres ont été retrouvés sur le parc éolien du Pays d'Othe en 2019, surtout en période 2. Comme pour l'analyse des résultats concernant les chiroptères, les figures ci-dessous détaillent la mortalité moyenne des oiseaux par éolienne en données brutes, sur l'ensemble des parcs par le CPIE en 2019.

Figure 21 : Mortalité en période 1 par éolienne des oiseaux sur les différents parcs suivis en 2019 (données brutes)



En période 1, un cadavre de Martinet noir a été trouvé donnant une moyenne de 0.11 cadavres par éolienne sur cette période. Aucun cadavre de rapace n'avait été trouvé.

Figure 22 : Mortalité en période 2 par éolienne des oiseaux sur les différents parcs suivis en 2019 (données brutes)



En période 2, cinq cadavres ont été comptabilisés sur ce parc éolien, ce qui implique une mortalité moyenne de 0.56 cadavre par éolienne sur cette période. Aucun rapace n'a été trouvé.

7.2.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

La mortalité réelle de l'avifaune a été estimée et les résultats figurent dans le tableau ci-dessous. Cependant, les résultats des estimations ne sont pas comparés aux autres parcs. En effet, la détectabilité et le temps de persistance des cadavres des rapaces, sont globalement supérieurs à ceux des espèces d'oiseaux et/ou de mammifères de petite taille. L'utilisation de cette méthodologie tendrait donc à donner des résultats peu représentatifs.

Ainsi, les différents suivis menés par le CPIE depuis 2011 attestent d'une persistance de cadavres de plusieurs mois (des cadavres de Milan royal et de Buse variable découverts en mars étaient encore sur place en septembre de la même année). Sauf cas exceptionnels, les phénomènes de disparition des cadavres de rapaces sont limités pendant la durée du suivi. La distance de détection, même dans les couverts particulièrement denses, est importante. Pour ces espèces, on ajoutera que le biais observateur est limité.

Tableau 20 : Estimation de la mortalité des oiseaux sur le parc éolien pour les périodes 1 et 2

Estimation de la mortalité réelle	Méthode de Jones		Méthode de Huso		Méthode de Erickson		Méthode de Korner-Nievergelt	
	Sur tout le parc	Par éolienne	Sur tout le parc	Par éolienne	Sur tout le parc	Par éolienne	Sur tout le parc	Par éolienne
Durant la période 1 (S20 à 30)	27	3	16.7	1.9	14.4	1.6	11	1.2
Durant la période 2 (S31 à 43)	47.8	5.3	29.2	3.2	25.2	2.8	32	3.6
Sur la période suivi (période 1 + période 2)	74.8	8.3	45.9	5.1	39.6	4.4	43	4.8
Annuelle par correction temporelle	88.3	9.81	54.2	6.02	46.9	5.21	48.5	5.38

Le calcul de la méthode de Korner-Nievergelt est donné avec un intervalle de confiance à 95%, le tableau ci-dessous reprend ces données.

Tableau 21 : Intervalles de confiance pour la méthode d’estimation des oiseaux de Korner-Nievergelt sur tout le parc

Estimation de la mortalité réelle	Méthode de Korner-Nievergelt (sur tout le parc)					
	Borne inférieure de l’intervalle de confiance à 95%	Valeur moyenne estimée	Borne supérieure de l’intervalle de confiance à 95%	Borne inférieure de l’intervalle de confiance à 80%	Valeur moyenne estimée	Borne supérieure de l’intervalle de confiance à 80%
En période 1 (semaines 20 à 30)	2	12	50	3	12	30
En période 2 (semaines 31 à 43)	13	32	71	18	32	54

Tableau 22 : Intervalles de confiance pour la méthode d’estimation des oiseaux de Korner-Nievergelt par éolienne

Estimation de la mortalité réelle	Méthode de Korner-Nievergelt (par éolienne)					
	Borne inférieure de l’intervalle de confiance à 95%	Valeur moyenne estimée	Borne supérieure de l’intervalle de confiance à 95%	Borne inférieure de l’intervalle de confiance à 80%	Valeur moyenne estimée	Borne supérieure de l’intervalle de confiance à 80%
En période 1 (semaines 20 à 30)	0.22	1.33	5.55	0.33	1.33	3.33
En période 2 (semaines 31 à 43)	1.44	3.55	7.88	2	3.55	6

Cela signifie qu’il y a 95% de chance d’avoir un taux de mortalité des oiseaux compris entre 2 et 50 en période 1, et compris entre 13 et 71 en période 2 pour l’intervalle de confiance de 95%. Avec un intervalle de confiance inférieur, entre 3 et 30 cadavres risquent d’être trouvés en période 1, et entre 18 et 54 en période 2.

Les intervalles sont importants et les valeurs restent donc à prendre avec précaution. La borne inférieure de l’intervalle de confiance en période 2 est toutefois pertinente dans l’analyse des résultats (il y a 95% de chance d’avoir une mortalité d’au minimum 13 oiseaux, en période de migration postnuptiale pour l’ensemble du parc éolien du Pays d’Othe).

Rapportée à l’ensemble de la période suivie (période 1 et période 2), nous obtenons une estimation de la mortalité des oiseaux comprise entre 39.6 cadavres et 74.8 sur l’ensemble du parc soit 4.4 (Erickson) et 8.3 (Jones) cadavres par machine.

7.3 CONCLUSION SUR LA MORTALITE DE L'AVIFAUNE

Le nombre de cadavres d’oiseaux sur l’ensemble du suivi de la mortalité (24 passages entre les semaines 20 et 43) s’élève à six. L’espèce d’oiseau la plus impactée est le Pigeon ramier avec deux cadavres retrouvés.

Il est possible que certains oiseaux soient des individus locaux nicheurs (Martinet noir, Corvidé sp), mais d’autres sont migrateurs comme le Gobemouche noir trouvé le 04/09/2019.

Aucun rapace mort à fort enjeu n'a été observé cette année.

Ces résultats sont mis en relation avec ceux du suivi de la mortalité réalisé en 2017.

8 BILAN DES DONNEES DE MORTALITES SUR LE PARC EOLIEN DU PAYS D'OTHE 2019

Pour une meilleure prise en compte des sensibilités du parc éolien du Pays d'Othe, les résultats du suivi de 2017 ont été ajoutés. Le détail est présenté dans les tableaux ci-dessous.

La seule espèce de chiroptères impactée est la Pipistrelle commune. Au total, 12 cadavres de cette espèce ont été trouvés lors des suivis de 2017 et de 2019. La Pipistrelle commune est inscrite en annexe IV de la Directive Habitat Faune Flore où les espèces sont toutes protégées.

Tableau 23 : Détails des cadavres de chiroptères retrouvés sur le parc éolien du Pays d'Othe en 2017 et 2019

Date	N° éolienne	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Distance au mât	Orientation du cadavre	Remarque
Suivi de la mortalité automnal 2017						
28/09/2017	E2	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	27m	SO	Décomposition avancée
28/09/2017	E7	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	21m	SO	Mâle, Décomposition avancée
28/09/2017	E9	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	21m	SO	Mâle, Fracture aile gauche
19/10/2017	E5	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	47m	O	Femelle
19/10/2017	E8	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	52m	O	Mâle
Suivi de la mortalité 2019						
17/07/2019	E6	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	22m	SO	Mâle, adulte
24/07/2019	E8	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	30m	O	Mâle
18/09/2019	E7	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	31m	O	-

25/09/2019	E1	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	32m	N	Femelle
25/09/2019	E4	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	41m	E	Femelle
25/09/2019	E6	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	29m	O	-
25/09/2019	E7	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	56m	SO	-

Tableau 24 : Statut de protection et de vulnérabilité des chiroptères retrouvés

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre total retrouvé entre 2015 et 2019	Statut	DHFF	Liste rouge Champagne-Ardenne (CSRPN, 2007)	Liste rouge France (UICN, 2017)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	12	Protégée	Annexe IV	NT	AS

Au total, 12 cadavres d'oiseaux ont été retrouvés depuis 2017 lors des suivis de la mortalité et de découvertes ponctuelles. Ces cadavres appartiennent à 8 espèces. Les passereaux impactés sont majoritairement des migrateurs nocturnes (Roitelet triple bandeau, Gobemouche noir, Rougegorge familier).

Tableau 25 : Détails des cadavres d'oiseaux retrouvés sur le parc éolien du Pays d'Othe en 2017 et 2019

Date	N° éolienne	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Distance au mât	Orientation du cadavre	Remarque
Suivi de la mortalité automnal 2017 (et hors protocole)						
15/03/2017	E3	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple bandeau	2m	SO	Mâle, adulte
27/06/2017	E1	<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois	1.5m	S	Adulte
12/10/2017	E2	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple bandeau	23m	SO	Mâle
19/10/2017	E2	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple bandeau	30m	N	Femelle
19/10/2017	E4	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple bandeau	48m	O	Mâle
19/10/2017	E1	<i>Erithacus rubecula</i>	Rouge gorge familier	+50m	NE	-
Suivi de la mortalité 2019						
26/06/2019	E3	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	37m	NO	-
14/08/2019	E8	<i>Corvus Corone/frugilegus</i>	Corvidé indéterminé	8m	E	Plumée

04/09/2019	E7	Ficedula hypoleuca	Gobemouche noir	40m	NO	Femelle
18/09/2019	E8	Columba palumbus	Pigeon ramier	35m	SO	Plumée
09/10/2019	E9	Columba palumbus	Pigeon ramier	8m	SO	Plumée
22/10/2019	E7	Motacilla alba	Bergeronnette grise	8m	S	Plumée

La majorité des cadavres retrouvés sont des espèces protégées⁶ à l'exception du Pigeon ramier et de la Tourterelle des bois, qui sont chassables. Aucune espèce n'est inscrite à l'annexe I de la Directive Oiseaux.

Tableau 26 : Statut de protection et de vulnérabilité des oiseaux retrouvés

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre total retrouvé entre 2015 et 2019	Statut	Liste rouge nationale	Liste rouge nationale	Liste rouge nicheur régionale (CSRPN, 2007)	Directive oiseaux 79/409/CEE du 2 avril 1979
<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois	1	Chassable	NAC	VU	AS	Annexe II
<i>Apus apus</i>	Martinet noir	1	Protégée	DD	NT	-	-
<i>Corvus Corone/frugilegus</i>	Corvidé sp	1	-	-	-	-	-
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobemouche noir	1	Protégée	DD	VU	R	-
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	2	Chassable/ nuisible	NAd	LC	AS	Annexe II ET III
<i>Erithacus rubecula</i>	Rouge gorge familier	1	Protégée	NAd	LC	-	-
<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple-bandeau	4	Protégée	Na d	LC	-	-
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	1	Protégée	-	LC	-	-

⁶ DHFF : Directive européenne Habitats Faune Flore

An II : Annexe II de la Directive 92/43/CEE, dite Directive Habitats – Faune – Flore

An IV : Annexe IV de la Directive 92/43/CEE, dite Directive Habitats – Faune – Flore

Annexe I : espèces d'oiseaux menacées dont la conservation nécessite la désignation de Zones de Protection Spéciales ;

Niveau de menaces : Liste rouge nationale (IUCN *et al.*, 2016) ;

VU : vulnérable ; NT : quasi-menacée ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ;

NA :

(a) introduite après l'année 1500,

(b) présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année en métropole,

(c) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative, ou Non applicable.

(d) régulièrement présente en métropole 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 ont remplis

Niveau de menaces : Liste rouge régionale (CSRPN, 2007) :

E : en danger ; VU : vulnérable ; R : Rare ; NT : quasi-menacée ; AP : A préciser ; AS : A surveiller

9 PROPOSITION DE MESURE DE REDUCTION ET DE COMPENSATION

9.1 MESURE EN FAVEUR DES CHIROPTERES

En Allemagne, des travaux ont démontrés que le nombre de chauves-souris estimé tué par éolienne et par an se situe entre 8 et 10 chauves-souris (Korner-Nievergelt F., et al 2013). Ces chiffres semblent comparables sur les parcs éoliens de notre région, fréquentée par les mêmes espèces migratrices que l'Allemagne et impactées par les sites éoliens : Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle commune, Noctule commune et Noctule de Leisler, etc. En France, aucun seuil d'acceptabilité est défini sur le nombre de cadavre des chauves-souris par éolienne. D'après la bibliographie, un groupe d'expert allemand démontre que le nombre de cadavre de chauves-souris estimé par éolienne et par an doit être inférieur à deux. Au-delà de ce seuil, l'impact est jugé important et des mesures réductrices d'impacts sont jugées nécessaires (Behr O., et al 2015). Dans le cas du parc éolien du Pays d'Othe, le nombre estimé de cadavres se situe entre 6.2 et 11.65 cadavres par éolienne et par an. D'après l'estimation de correction temporelle, ces chiffres tendent à se rapprocher des données bibliographiques connues.

Aucune mesure de bridage en faveur des chiroptères n'est actuellement mise en place par les sociétés BORALEX et JPEE sur le parc éolien du Pays d'Othe.

Une proposition de bridage est détaillée dans le rapport de suivi acoustique en nacelle, car ce dernier a mis en évidence une activité de la Pipistrelle commune élevée en juin, période où l'accès aux parcelles agricoles n'est pas possible et où la détection de la mortalité limitée essentiellement aux pieds des éoliennes et des plateformes présentent certainement un biais important.

Vu l'absence de cas de mortalité détectées sur les autres espèces de haut vol en période de transit d'automne, nous proposons de limiter cet asservissement aux seules éoliennes les plus impactantes ainsi que celles situées à moins de 200m des lisières. Il s'agit pour la société BORALEX de l'éolienne E8 sous laquelle un cadavre a été trouvé en 2017 et un en 2019 et des éoliennes E1, E2 et E9 les plus proches des lisières.

Pour la société JPEE, il s'agit de E6 et E7 concernées par deux et trois cas de mortalité et les éoliennes E4 et E5 les plus proches des lisières.

9.2 MESURE EN FAVEUR DE L'AVIFAUNE

Nous rappelons qu'aucune espèce d'oiseau ne semble très impactée par le parc éolien du Pays d'Othe et aucune mesure de réduction ne semble efficace à la vue des espèces retrouvées. Aucun rapace n'avait été trouvé. Par ailleurs, la société BORALEX en accord avec la société JPEE souhaite mettre en place une mesure d'accompagnement en faveur de l'avifaune et plus particulièrement de la Pie Grièche écorcheur. Une haie sera implantée sur une parcelle communale de la commune de « Les Sièges » (89).

10 CONCLUSION GENERALE

En 2019 sept cas de mortalité de chiroptères ont été détectés portant à 12 le nombre de cas documentés avec le suivi de 2017. Une seule espèce est concernée : la **Pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus*.

En ce qui concerne les chiroptères, la mise en place d'un bridage nocturne sur les éoliennes les plus impactantes sous lesquelles un ou plusieurs cadavres ont été trouvés et/ou la proximité avec les lisières peut augmenter l'impact est recommandée. Le bridage devra suivre les recommandations du suivi en nacelle par le système BATcorder® installé en 2019 sur E8.

Six cadavres d'oiseaux ont été retrouvés en 2019 (douze au total avec 2017) appartenant à des espèces de passereaux aux comportements migratoires nocturnes ou à des espèces diurnes communes.

La mise en œuvre de mesures de réduction d'impact pour l'avifaune n'est pas jugée pertinente, notamment du fait de l'absence de cas de mortalité sur les rapaces diurnes.

11 BIBLIOGRAPHIE

- ARTHUR L., LEMAIRE M. (2009)** – Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection parthénope) ; Muséum national d'Histoire Naturelle, Paris 544P.
- Behr O., Brinkmann R., Korner-Nievergelt F., Nagy M., Niermann I., Simon R. & Reich M. 2015.** Reducing the collision risk for bats at onshore wind turbines (RENEBAT II) – Summary. In : Behr O., Korner-Nievergelt F., Nagy M., Niermann I., Reich M. & Simon R. (Hrsg) : Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). Umwelt und Raum Bd. 7, 15 - 21, Institut für Umweltplanung, Hannover.
- CPIE DU PAYS DE SOULAINES (2018)** – Parc éolien du Pays d'Othe – Suivi post-implantation 2018 – Année 3 - CPIE du Pays de Soulaines / BORALEX & JP ENERGIE ENVIRONNEMENT - 16 pages
- CPIE DU PAYS DE SOULAINES (2017)** – Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères – Parc éolien de Coulours (Yonne – 89) / BORALEX-JP ENERGIE ENVIRONNEMENT, - 2017-CPIE du Pays de Soulaines, 20p.
- DREAL *et al.* (2018)** - Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – Révision 2018 – 20P
- DÜRR T., (2019)** – Vogelverluste an Windenergieanlagen - birdfatalities at windturbines in Europe (Tableau de synthèse sur la mortalité des oiseaux en Europe – Septembre 2018)
- DÜRR T., (2019)** – Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe (Tableau de synthèse sur la mortalité des chauves-souris en Europe Septembre 2018)
- CSRPN, (2007)** – Liste rouge des Mammifères de Champagne-Ardenne. Validée le 14 avril 2007 par l'avis n°2007-2 du CSRPN.
- CSRPN Champagne-Ardenne., (2007).** Liste rouge de Champagne-Ardenne. Oiseaux. DREAL Champagne-Ardenne.
- FRÄNZI KORNER-NIEVERGELT *et al.* (2011)** – A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches – Nordic Board for Wildlife Research, 17(4) : 350-363
- LPO CHAMPAGNE-ARDENNE (2016)** – Les Oiseaux de Champagne-Ardenne. Nidification, migration, hivernage. Ouvrage collectif des ornithologues champardennais. Delachaux et Niestlé, Paris, 576 p.
- HÖTKER H. *et al.*, (2006)** – Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the examples of birds and bats, 70 pages.
- Korner-Nievergelt F., Brinkmann R, Niermann O. & Behr O. 2013.** Estimating Bat and Bird Mortality Occuring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. PLoS ONE 8(7) : e67997.

JOURNAL OFFICIEL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, (1992) – Directive 92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. 44p.

JOURNAL OFFICIEL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, (1979) – Directive 79/409/CEE du conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages. 25p.

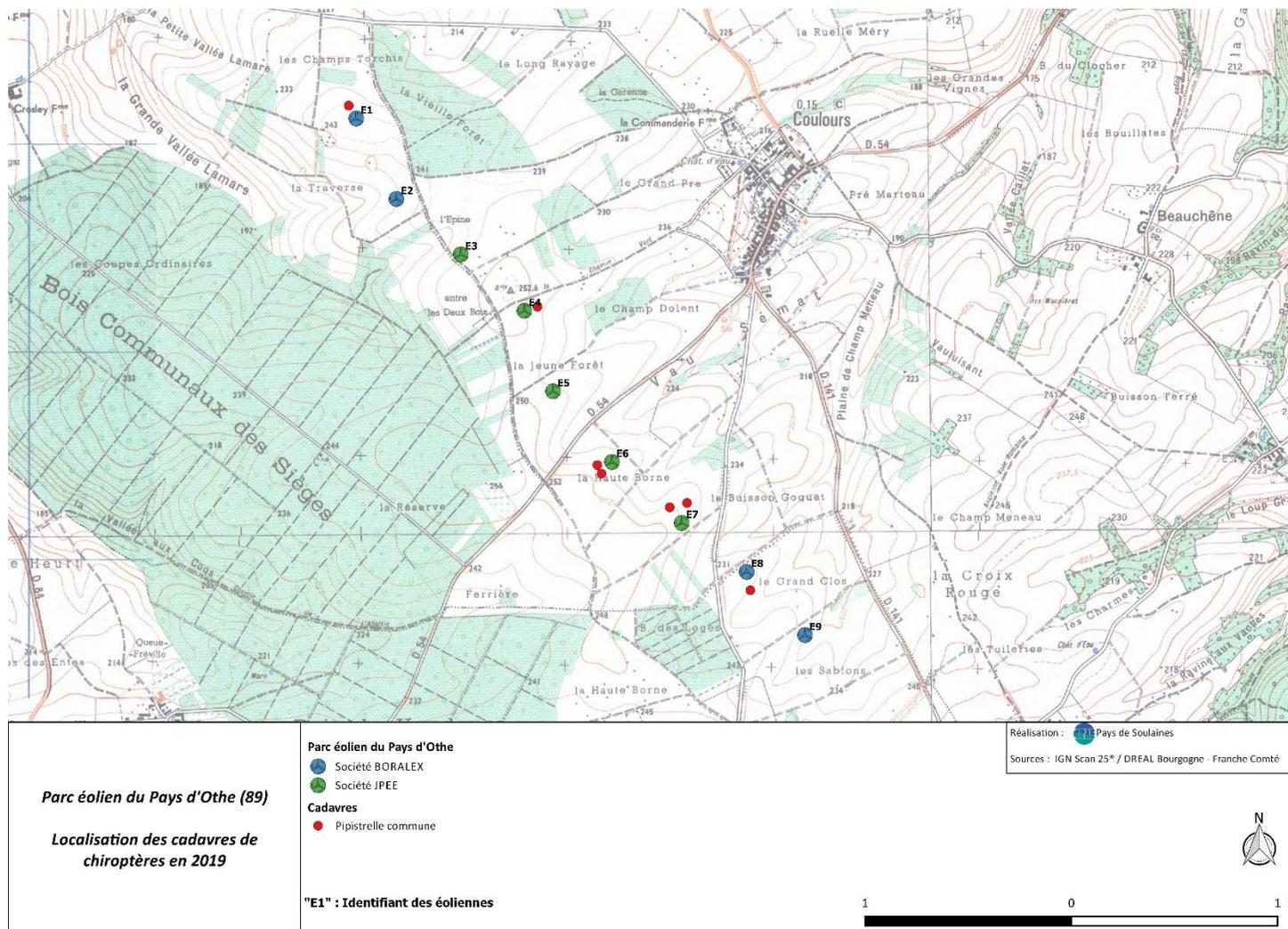
TERNOIS V. (2019) – Impact du développement éolien sur les chiroptères et les oiseaux – État des lieux provisoire sur la mortalité connue en Champagne-Ardenne (actualisation 2018). Plume de Naturalistes 3 : 195-212.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF&ONCFS, (2016) – La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France. 32p

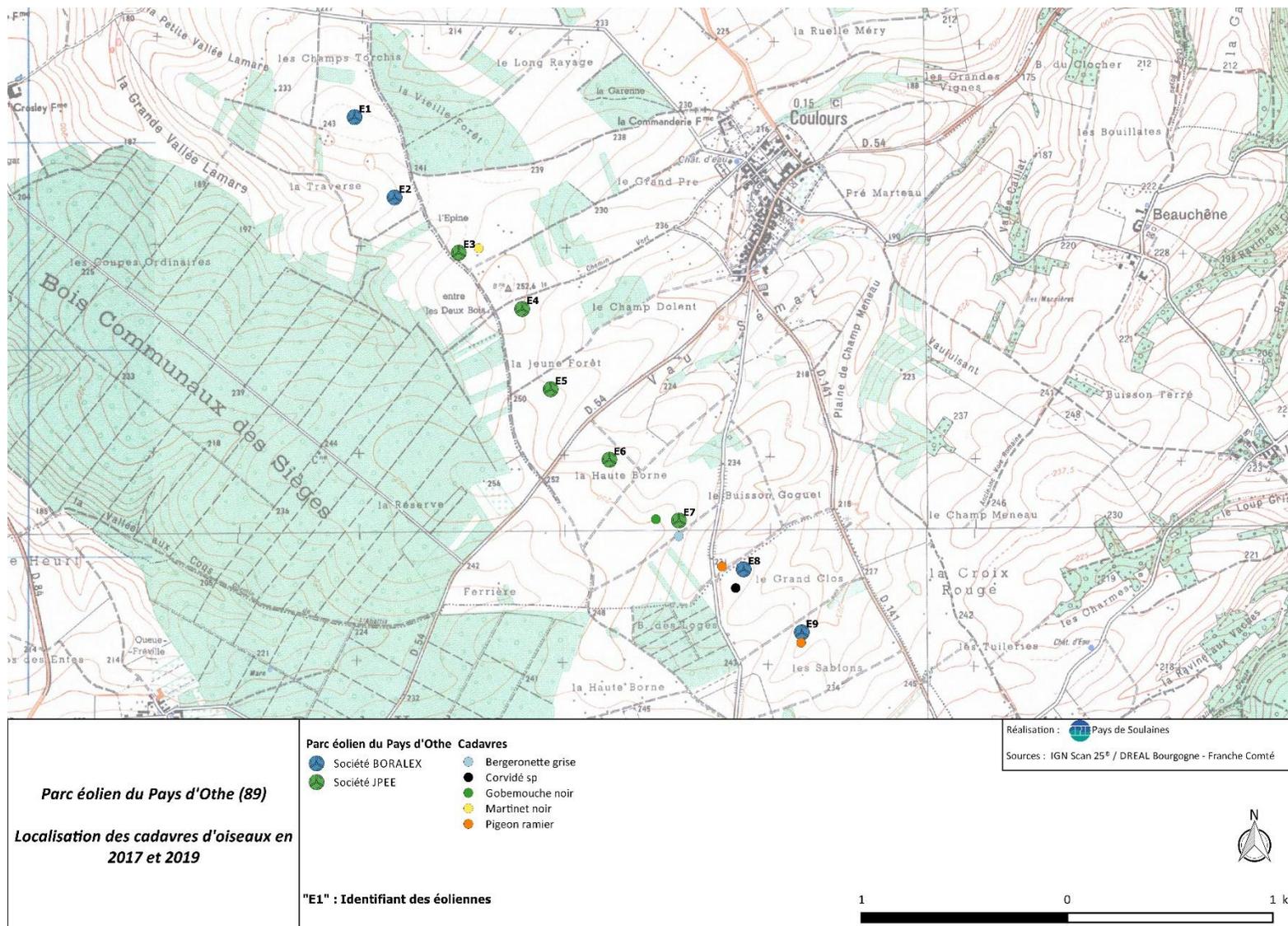
UICN France, MNHN, (2017) – Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris France. 16p.

12 ANNEXES

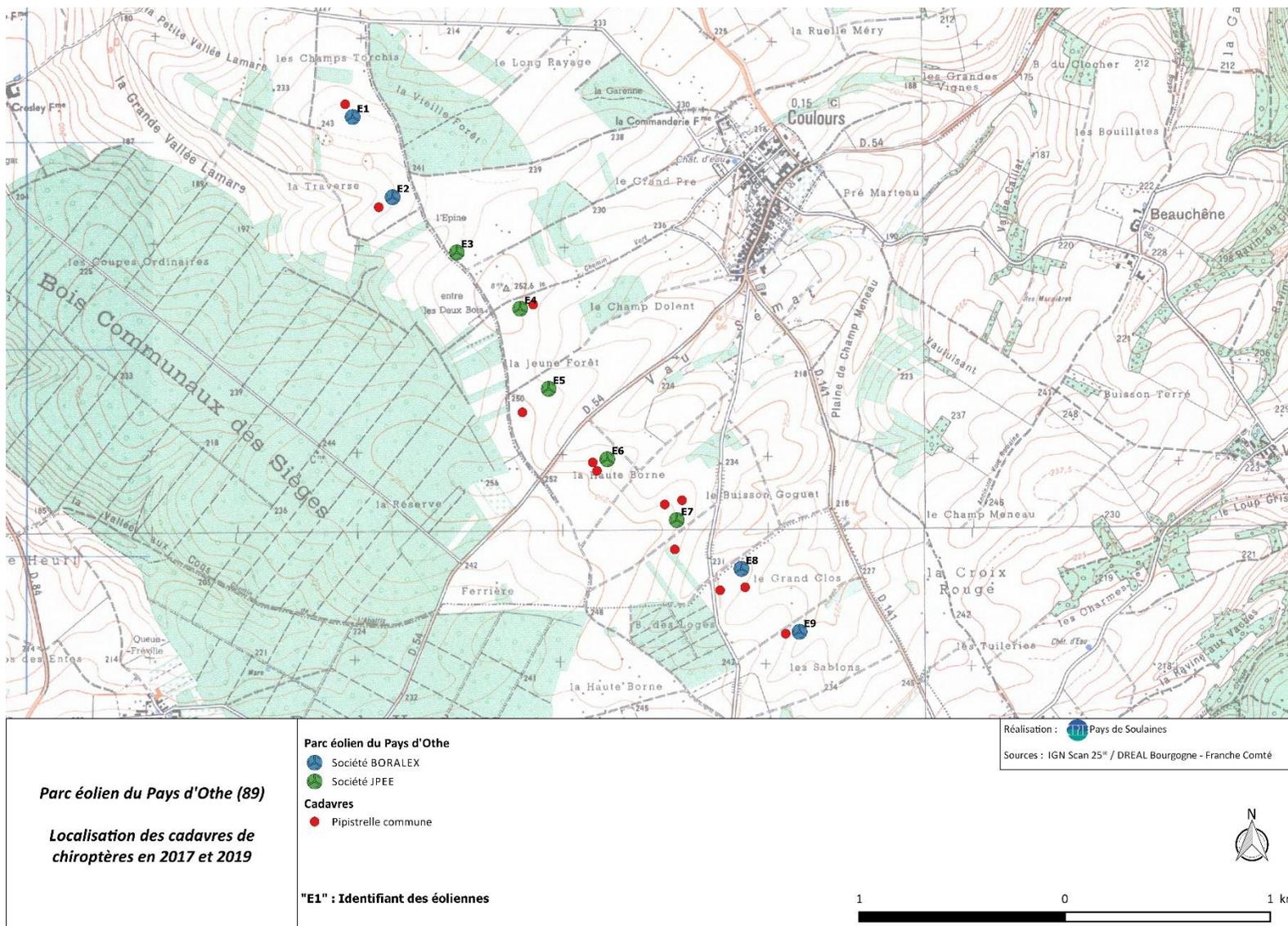
Annexe 1 : Localisation des cadavres de chiroptères trouvés lors du suivi de la mortalité 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe



Annexe 2 : Localisation des cadavres d'oiseaux trouvés lors du suivi de la mortalité 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe



Annexe 3 : Localisation des cadavres de chiroptères trouvés lors des suivis de la mortalité 2017 et 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe



Annexe 4 : Localisation des cadavres d'oiseaux trouvés lors des suivis de la mortalité 2017 et 2019 sur le parc éolien du Pays d'Othe

