

Parc éolien de Greneville-en- Beauce

VSB Énergies nouvelles
Novembre 2018

**Suivi de mortalité de
l'avifaune et des
chiroptères**

Citation recommandée	Biotope, 2018. Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères - Parc éolien de Greneville-en-Beauce. VSB Énergies nouvelles, 52 pages.	
Version/Indice	Version finalisée 2	
Date	26/11/2018	
Nom de fichier	Rapport_suivis_mortalite_Greneville_Biotope2018_VF2	
N° de contrat	2018653	
Date de démarrage de la mission	03/04/2018	
Maître d'ouvrage	VSB Énergies nouvelles 27 Quai de la Fontaine 30900 Nîmes	
Interlocuteurs	Isaac LAURENTY puis Maël LAGARDE	Tel : 07 82 71 69 13 isaac.laurenty@vsb-energies.fr Tel : 06 40 09 05 59 mael.lagarde@vsb-energies.fr
Mandataire	BIOTOPE	
Biotope, Rédaction de l'étude	Franck LETERME	Tel : 06 35 46 29 06 fleterme@biotope.fr
Biotope, Contrôleur qualité	Ludivine DOYEN	ldoyen@biotope.fr

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Avant-propos

Le parc éolien de Greneville-en-Beauce a été mis en service en juillet 2013.

Au regard des engagements pris par le porteur de projet au stade développement (étude d'impact), notamment les mesures de suivi faisant suite à l'avis de la DREAL (version modifiée) et, en second lieu, au regard des préconisations issues du protocole national de suivi des parcs éoliens (validé en novembre 2015), la société VSB Énergies nouvelles a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien.

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés durant 3 périodes (mai/juin, août et septembre/octobre 2018) par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est d'estimer les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien de Greneville-en-Beauce.

Au regard des éléments fournis par VSB (volet faune de l'étude d'impact) et des échanges réalisés pour la réalisation de l'offre commerciale, un protocole adapté, issu du document validé par le Ministère « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens », a été réalisé comme souhaité par VSB Énergies nouvelles.

À noter qu'en parallèle du lancement de cette étude, la révision du document « protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » est paru en mars 2018 fixant les modalités à suivre notamment pour la réalisation d'un suivi mortalité. Comme validé et en accord avec vous, le protocole initial n'a pas été adapté. Par conséquent, la méthodologie mise en place pour ce suivi 2018 ne suit donc pas l'ensemble des points détaillés dans ce nouveau document de mars 2018.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	7
1	Présentation du parc éolien	8
1.1	Contexte	8
1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	11
2	Méthodologie appliquée	13
2.1	Équipe de travail	13
2.2	Prospections de terrain	13
2.3	Méthodologie d'inventaires et difficultés rencontrées	14
2	Synthèse et analyse des résultats	25
1	Résultats du suivi de mortalité	26
1.1	Résultats bruts	26
1.2	Analyse des résultats	38
2	Synthèse du suivi de mortalité	43
3	Bibliographie	46
	Annexes	49

Liste des tableaux

Tableau 1	Équipe de travail	13
Tableau 2	Prospections de terrain et informations météorologiques	13
Tableau 3	Bilan de l'occupation du sol pour les huit éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi.	18
Tableau 4	Nombre total de leurres disposés par éolienne lors du premier suivi.	22
Tableau 5	Nombre total de leurres disposés par éolienne lors du second suivi.	22
Tableau 6	Nombre total de rats disposés par éolienne lors du suivi.	23
Tableau 7	Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2018, mis à jour le 19 mars 2018) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	32
Tableau 8	Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Greneville-en-Beauce	33
Tableau 9	Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2018, mis à jour le 5 décembre 2017) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	36
Tableau 10	Statuts réglementaires et de conservation de l'espèce de chauve-souris touchée par le parc de Greneville-en-Beauce	38

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Tableau 11 : Coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 12 passages pour chacune des éoliennes suivies	39
Tableau 12 : Taux d'efficacité de recherche	39
Tableau 13 : Résultats des calculs associés des temps de persistance (Pm) (utilisés par Erickson, Jones et Huso).	40
Tableau 14 : Estimation de la mortalité des chiroptères au sein du parc de Greneville-en-Beauce sur la période du suivi	40
Tableau 15 : Estimation de la mortalité des oiseaux au sein du parc de Greneville-en-Beauce sur la période du suivi	42
Tableau 16 : Résultats du suivi de mortalité	50

Liste des illustrations

Figure 1 : Éolienne 1 le 15 mai 2018	8
Figure 2 : Éolienne 2 le 15 mai 2018	8
Figure 3 : Éolienne 3 le 15 mai 2018	8
Figure 4 : Éolienne 4 le 15 mai 2018	8
Figure 5 : Éolienne 5 le 15 mai 2018	9
Figure 6 : Éolienne 6 le 15 mai 2018	9
Figure 7 : Éolienne 7 le 15 mai 2018	9
Figure 8 : Éolienne 8 le 15 mai 2018	9
Figure 9 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m)	15
Figure 10 : Évolution du pourcentage de surface prospectée par passage sur l'ensemble du suivi	21
Figure 11 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	22
Figure 12 : Mortalité par espèce observée sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce	26
Figure 13 : Extrait des photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Alouette des champs, Bruant proyer, Busard Saint-Martin, Buse variable, Chardonneret élégant, Grive draine, Linotte mélodieuse, Pigeon biset domestique, Pigeon ramier, Roitelet triple bandeau, Rougequeue à front blanc, Martinet noir, Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius et Pipistrelle commune	28
Figure 14 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce	28
Figure 15 Nombre de cadavres découverts par éolienne	29
Figure 16 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Greneville-en-Beauce	30

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Figure 17 Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes	30
Figure 18 : Synthèse française des cas de mortalité pour les espèces d'oiseaux observées sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce en % (Dürr, 2018 ; mise à jour le 19 mars 2018)	31
Figure 19 : Synthèse européenne des cas de mortalité pour les espèces de chiroptères observées sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce (Dürr, mise à jour le 5 décembre 2017).	35
Figure 20 : Synthèse française des cas de mortalité pour les espèces de chiroptères observées sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce (Dürr, mise à jour le 5 décembre 2017).	35
Figure 21 : Routes migratoires de la Noctule de Leisler, obtenues par 50 ans de baguage et recapture (d'après HUTTERER et al., 2005.)	37

Tables des cartes

Carte 1 : Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc éolien de Greneville-en-Beauce	10
Carte 2 : Évolution de l'occupation du sol au cours du suivi mortalité au niveau du parc éolien de Greneville-en-Beauce (partie nord)	19
Carte 3 : Évolution de l'occupation du sol au cours du suivi mortalité au niveau du parc éolien de Greneville-en-Beauce (partie sud)	20
Carte 4 : Localisation des rats disposés de manière aléatoire au sein des zones de prospections pour les 4 éoliennes suivies du parc éolien de Greneville-en-Beauce	23

Annexes

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres	50
---	----

1

Contexte de l'étude et
aspects méthodologiques

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1 Présentation du parc éolien

1.1 Contexte

Le parc éolien de Greneville-en-Beauce se situe dans le département du Loiret (45), en région Centre-Val de Loire. Il est situé à environ 40 km au nord-est d'Orléans et à 80 km au sud de Paris

Le parc, mis en service en juillet 2013, comprend 8 éoliennes de type V112 (Vestas de 112 mètres de rotor), d'une puissance nominale de 3 MW. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 90 m et d'un rotor de 100 m de diamètre.

Dans le territoire beauceron, le parc de Greneville-en-Beauce se situe au sein d'une zone agricole intensive caractérisée par de grandes cultures céréalières et oléagineuses. On peut toutefois recenser la présence d'une zone de fourrés entre les éoliennes E2 et E3 et d'un bosquet à proximité de l'éolienne E8.



Figure 1 : Éolienne 1 le 15 mai 2018



Figure 2 : Éolienne 2 le 15 mai 2018



Figure 3 : Éolienne 3 le 15 mai 2018



Figure 4 : Éolienne 4 le 15 mai 2018

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 5 : Éolienne 5 le 15 mai 2018



Figure 6 : Éolienne 6 le 15 mai 2018



Figure 7 : Éolienne 7 le 15 mai 2018



Figure 8 : Éolienne 8 le 15 mai 2018



Carte 1 : Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc éolien de Grenville-en-Beauce

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

L'objectif de cette partie est de résumer et de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2018.

1.2.1 Présentation de l'aire d'étude initiale et des techniques employées

L'étude d'impact réalisée en 2007 concerne le parc éolien de Greneville-en-Beauce, installé sur la commune de Greneville-en-Beauce, dans le Loiret (45).

L'étude faune/flore a été réalisée par l'IEA en 2006/2007. « L'accent a été mis sur les deux groupes faunistiques considérés comme pouvant montrer une sensibilité particulière vis-à-vis de l'activité éolienne : les oiseaux et les chiroptères. »

Pour la partie « oiseaux », 10 passages ont été réalisés (cycle biologique annuel : migrations pré et postnuptiales, hivernage, reproduction) : 13/03/2006, 17/03/2006, 15/05/2006, 19/06/2006, 16/10/2006, 10/11/2006, 13/11/2006, 15/11/2006, 21/01/2007, 15/02/2007. Pour l'étude des chauves-souris, seuls deux passages nocturnes ont été réalisés, l'un le 15 novembre 2006 et l'autre le 24 septembre 2007 ; en parallèle, la prospection de divers bâtiments proches du site du projet a été réalisée de jour les 10 et 13 novembre 2006.

« Pour l'étude de l'avifaune en période de nidification, des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ont été effectués selon une méthode adaptée de celle mise au point par BLONDEL, FERRY et FROCHOT en 1970. Six points d'écoute ont été déterminés sur le terrain, permettant la couverture de l'essentiel de la zone d'étude ».

Par ailleurs, des observations directes ont également été réalisées en parcourant la zone. Cette seconde méthode a permis d'apprécier l'utilisation du plateau beauceron par les oiseaux de passage (espèces à large rayon d'action venant chercher leur nourriture), mais aussi de préciser les espèces hivernantes et en passage migratoire.

« Concernant les chiroptères, des prospections ont été effectuées au cours de l'automne. Bien que la période semble a priori tardive par rapport au cycle habituel des chauves-souris, les conditions d'étude se sont ici avérées tout à fait favorables. Il faut en effet considérer le contexte météorologique exceptionnel du début d'automne 2006 qui a remarquablement retardé l'entrée en léthargie hivernale des animaux.

L'étude de ce groupe a été réalisée, dans un premier temps, par prospection de bâtiments potentiellement favorables en tant que gîtes. Puis le secteur d'étude préalable et ses abords larges, incluant le bois de Bel-Ébat, ont été parcourus à pied ou à bord d'un véhicule avec des détecteurs d'ultrasons. Deux points d'écoute, d'une durée minimale de dix minutes, ont également été effectués » (détecteurs d'ultrasons (mode hétérodyne et expansion de temps) utilisés pour cette étude - Pettersson Electronics D240X et D 200).

En 2018, le suivi réalisé n'a consisté qu'à réaliser un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères au niveau des huit éoliennes du parc.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.2.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux, définis par l'étude d'impact

Au regard des faits exposés dans l'étude d'impact, il ressort les éléments suivants pour la partie avifaune :

« Les études de terrain, couvrant un cycle annuel, n'ont pas révélé la présence d'espèce à caractère patrimonial avéré. Seul un couple de Busard Saint-Martin est à signaler, bien que l'on puisse déplorer que la fauche précoce de la parcelle où il était installé ait provoqué la destruction du nid.

Aucune reproduction d'Œdicnème criard ou de Vanneau huppé n'a été observée et le Busard cendré n'a pas été contacté.

La caractéristique principale du site du projet paraît donc être sa fréquentation par des espèces décanonnées du bois de Bel-Ébat pour la recherche de nourriture. C'est le cas pour les Colombidés, les Étourneaux et, bien sûr, pour les rapaces diurnes (Buse variable, Bondrée apivore, Busard Saint-Martin, Faucon crécerelle) et nocturnes (Hibou moyen-duc, Chouette hulotte).

À l'hivernage, la présence de plusieurs Hiboux des marais est à remarquer ; cette espèce n'apparaît cependant pas sensible à l'activité éolienne en raison de sa faible altitude de vol et ne constitue donc pas un enjeu particulier vis-à-vis du projet. »

On notera que le site du projet n'est pas localisé sur un axe migratoire préférentiel. Les migrations connues localement montrent un caractère diffus, les réels axes migratoires étant localisés dans la partie Est du département du Loiret.

1.2.3 Intérêt du site et de ses abords pour les chiroptères, définis par l'étude d'impact

Au regard des faits exposés dans l'étude d'impact, il ressort les éléments suivants pour la partie Chiroptères :

« La proximité des boisements ne paraît pas constituer une cause de diversification spécifique notable. Les espèces contactées sont celles habituellement connues en Beauce dans les secteurs dépourvus de boisements. Toutefois, le bâti ancien, et plus particulièrement les églises, sont apparus favorables à l'installation de colonies, essentiellement pour les Pipistrelles.

La majorité des contacts de chauves-souris est intervenue dans les bourgs et en marge des bois. La présence d'animaux dans l'espace ouvert est donc vraisemblablement très épisodique. »

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2 Méthodologie appliquée

2.1 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude (Tableau 1).

Tableau 1 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
Contrôle qualité	Ludivine DOYEN
Chef de projet Responsable du projet ; rédaction de l'étude ; récolte des données mortalité avifaune et chiroptères	Franck LETERME
Technicien suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères	Violette LE GUERN

2.2 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (12 passages)		
1	17/05/2018	Temps nuageux ; vent faible à moyen de nord-est (15 à 20 km/h) ; 9 à 18°C
2	25/05/2018	Alternance nuages et éclaircies puis beau temps ; vent faible de nord-est (5 à 10 km/h) ; 14 à 23°C
3	01/06/2018	Temps nuageux ; vent faible d'ouest/sud-ouest (10 à 15 km/h) ; 14 à 20°C
4	05/06/2018	Temps pluvieux avec des averses ; vent faible de nord-est (10 à 15 km/h) ; 15 à 21°C
5	10/08/2018	Alternance nuages et éclaircies puis beau temps ; vent faible d'ouest/sud-ouest (15 à 20 km/h) ; 12 à 23°C
6	15/08/2018	Beau temps jusqu'en début de matinée puis nuageux ; vent faible de nord-ouest (< 5 km/h) ; 16 à 25°C
7	22/08/2018	Beau temps ; vent faible d'est (< 5 km/h) ; 25 à 31°C
8	28/08/2018	Beau temps ; vent faible tourbillonnant (5 à 10 km/h) ; 13 à 29°C
9	17/09/2018	Beau temps ; vent faible d'est/sud-est (5 à 10 km/h) ; 7 à 27°C
10	24/09/2018	Beau temps ; vent faible de nord-est (10 à 20 km/h) ; 5 à 18°C

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
11	02/10/2018	Temps nuageux puis pluie légère à partir de 12h10 ; vent faible à moyen d'ouest/nord-ouest (15 à 40 km/h) ; 8 à 16°C
12	09/10/2018	Beau temps ; vent faible d'est (5 à 15 km/h) ; 11 à 21°C
Tests d'efficacité (2 tests)		
Test 1	25/05/2018	Dépôt de 43 leurres
Test 2	22/08/2018	Dépôt de 43 leurres
Tests de prédation (1 test)		
Test 1	08/08/2018	Dépôt de 79 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+3, j+5, j+7)

2.3 Méthodologie d'inventaires et difficultés rencontrées

2.3.1 Suivi de mortalité (oiseaux et chauves-souris : recherche par transects circulaires)

Tel qu'il est défini dans le protocole, « le suivi de mortalité permet de vérifier que les populations d'oiseaux et de chauves-souris 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 dans la réalité. »

L'état des connaissances sur les phénomènes de mortalité des parcs éoliens a fortement évolué depuis 2003 et les modalités de suivis se sont affinées. Ainsi, sur la base de plusieurs études de référence en Europe (notamment par WINKELMANN), les protocoles de suivis de mortalité des oiseaux et chauves-souris ont été calibrés en France par la LPO (ANDRE, 2005 repris par DULAC, 2007, 2008) suivant des protocoles qui sont aujourd'hui considérés par certains spécialistes comme obsolètes. Des protocoles basés sur des zones de recherche concentriques ont été développés par les équipes d'Arnett et al. (2008) - Casselman Wind Project, 2008-2010) et Baerwald et al. (2008).

Il convient de noter que de très nombreux suivis de mortalité et des adaptations de protocoles ont été proposés par plusieurs équipes en Europe et Amérique du Nord ces dernières années, avec des différences notables concernant la couverture surfacique des abords d'éoliennes, certains protocoles étant basés sur des transects linéaires ou circulaires peu distants les uns des autres et couvrant une distance de l'ordre de 50 m autour des éoliennes, d'autres protocoles étant basés sur des transects linéaires très partiels avec extrapolation des résultats obtenus (Jones et al., 2009 ; Huso, 2010 ; Huso et al., 2012 ; Korner-Nievergelt et al., 2013 ; Bispo et al., 2015 ; Grünkorn et al., 2015 ; Wietekamp et al., 2015).

Au sein du dernier document de référence « protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – révision 2018 », la méthodologie à appliquer sur le terrain a été clarifiée.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

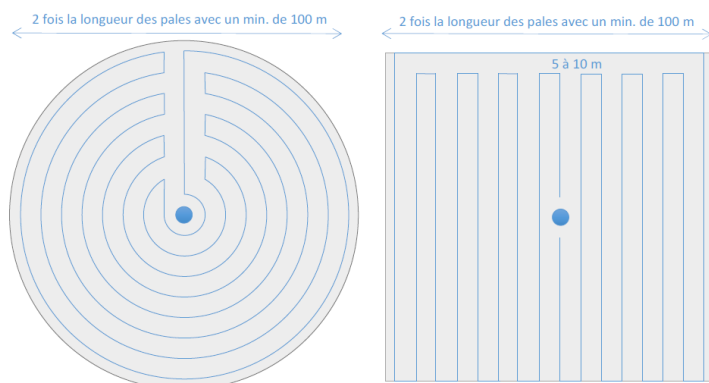


Figure 9 : Schéma de la surface-échantillon à prospector (largeur de transects de 5 à 10 m)

Recherche des cadavres au sol

Le protocole que nous avons mis en œuvre est adapté d'après Arnett et al. (2008) et Baerwald et al. (2008). **Il s'agit d'une méthode de suivi se basant sur des transects circulaires et non pas linéaires au sein d'un carré.** Ce type de transects **cible la zone théorique principale de présence de cadavres** liés à des phénomènes de collision, sous la principale zone de survol par les pales (aire de rayon 52,5 m : 0,87 hectare environ).

Ce protocole présente plusieurs avantages par rapport aux suivis traditionnels :

- Il **optimise la surface échantillonnée** (suivi traditionnel prospectant une surface carrée, sans justification statistique) ;
- Il ne **nécessite pas la pose de repères sur le terrain** ;
- Il **permet des passages beaucoup plus resserrés** (environ 5 m contre 12,5 m pour certains suivis classiques), facilitant et fiabilisant le travail de l'opérateur ;
- Il **limite le recours à l'extrapolation des données** (bonne couverture surfacique).

Les prospections s'effectuent à pied sous les éoliennes et dans un rayon de 52,5 m autour de chaque éolienne : 11 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (52,5 m), jusqu'au plus proche (2,5 m, fondation béton) sont alors effectués.

Pour cela, nous avons utilisé un jeu de cordes et mousquetons. La première corde, tendue le plus haut possible autour du mât de l'éolienne, sert de fixation mobile à une seconde corde longue de 50 m et disposant de repères placés tous les 5 m permettant ainsi de tourner autour de l'éolienne tout en gardant un écartement constant entre chaque cercle. Ainsi, 11 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 1 730 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.

Pour chaque cadavre découvert, une fiche de synthèse récapitulant les informations suivantes a été rédigée :

- Date ;
- Espèce découverte et état (frais, en décomposition, sec, plumée) ;
- Évaluation de la cause de la mort (choc avec pale, barotraumatisme) – selon diagnostic visuel ;
- Distance à l'éolienne ;

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- Localisation du cadavre + numéros des photos correspondantes.

Les cadavres sont identifiés sur place par des experts ornithologues et chiroptérologues. En cas de difficultés d'identification essentiellement pour les chauves-souris (traumatisme important, état de décomposition), les cadavres ont fait l'objet de détermination en laboratoire (prise de mesures, identification des plumes...), après avoir été conservés congelés ou dans l'alcool.

Ainsi, 12 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 17/05/2018 au 05/06/2018 puis du 10/08/2018 au 28/08/2018 et enfin du 17/09/2018 au 09/10/2018.

À noter qu'une demande de dérogation pour la capture ou l'enlèvement des individus de chauves-souris trouvés a été formulée auprès de la DDT45. Celle-ci nous a été accordée durant la période de suivi.

Les ouvrages suivants furent utilisés :

- Dietz, C. et von Helversen, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- Arthur, L. et Lemaire, M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Collection Parthénope. Biotope éditions, Publications scientifiques du muséum. 544 p.
- Marchesi, P., Blant, M. et Capt, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- Svensson L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.
- Fraigneau C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- Fraigneau C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.
- Brown R. et al. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.

Estimation de la mortalité : détermination des coefficients correcteurs

L'évaluation de la mortalité induite par un parc éolien doit constituer l'une des principales informations extraites des suivis mis en œuvre, conformément aux attentes de l'arrêté du 26/08/2011.

Deux tests principaux doivent, selon la communauté scientifique internationale (Erickson, 2000 ; André, 2005 ; Jones, 2009 ; Huso, 2012) faire l'objet d'une mise en œuvre précise :

- **L'efficacité des recherches** permettant de prendre en considération les difficultés des observateurs à repérer les cadavres tombés au sol. Ce coefficient est fortement influencé par l'évolution de l'occupation du sol, d'une part, ainsi que par la taille/couleur des cadavres, d'autre part. Il est également variable en fonction des observateurs (capacités de détection propres). Pour limiter l'effet observateur, il est important que les recherches soient, dans la mesure du possible réalisées par un observateur unique ;
- **La vitesse de disparition des cadavres** (prédation, charognage, décomposition des cadavres) et donc le temps de persistance des cadavres une fois au sol. Ce facteur peut fortement varier dans le temps et l'espace. Les causes de disparition peuvent être multiples, soit par prélèvement (Renard roux, rapaces, corvidés, etc.) soit par les insectes nécrophages (carabes, mouches, etc.).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

La détermination de coefficients correcteurs ajustés selon les périodes de l'année constitue le principal élément permettant d'exploiter de façon fiable les résultats des suivis de mortalité par recherche de cadavres. La réalisation de tests de détermination de l'efficacité de l'observateur et de prédation (charognage) permet d'analyser les résultats de façon pertinente.

Le nombre total de chauves-souris et d'oiseaux tués par les éoliennes est égal au nombre corrigé d'individus trouvés morts moins ceux dont la cause de la mort n'est pas liée aux éoliennes. La probabilité de trouver un animal dont la mort n'est pas liée à l'éolienne est infime et ne sera pas utilisée.

Les coefficients de correction d'erreur permettent d'intégrer **l'efficacité de la découverte** des cadavres ainsi que les paramètres liés aux **phénomènes de prédation**. Ces coefficients sont essentiels pour tirer des informations scientifiquement recevables du suivi de mortalité. **En l'absence de coefficients robustes, aucune conclusion ne peut être envisagée quant à la mortalité effective engendrée par le parc éolien.**

Les formules utilisées sont :

Erickson (2000) :

$$N \text{ estimé} = (N_a - N_b) \times I / (P_m \times Z)$$

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours)

P_m: Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

Jones (2009) et Huso (2012) :

$$N \text{ estimé} = (N_a - N_b) \times a / (Z \times \hat{e} \times P)$$

a : coefficient de correction surfacique

ê : coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à $(\text{Min } I : \hat{I}) / I$.

La principale différence entre ces deux formules provient du calcul de *t_m* (coefficient de persistance des cadavres) :

$$\text{Formule de Jones} : P = e^{-0,5 \times I / P_m}$$

$$\text{Formule de Huso} : P = P_m \times (1 - e^{-I / P_m}) / I$$

La détermination des coefficients d'erreur P et Z est délicate. En effet, ils varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, accoutumance des prédateurs, couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, taille des cadavres, etc.).

Occupation du sol et zones prospectées

Il est important de préciser que l'efficacité du suivi de la mortalité est fortement dépendante du type de recouvrement végétal sous les éoliennes et du nombre de passage efficace réalisé.

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi une forte évolution de part un ensemble d'événements ce qui a induit une forte variabilité de l'occupation du sol (cf. Tableau 3).

Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les expertises et leur qualité. En effet, la végétation en général constitue une gêne pour le repérage des cadavres, limitant les capacités de détection et altérant les résultats des recherches. Les milieux herbacés hauts (> à 30/40 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche est considérée comme nulle.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

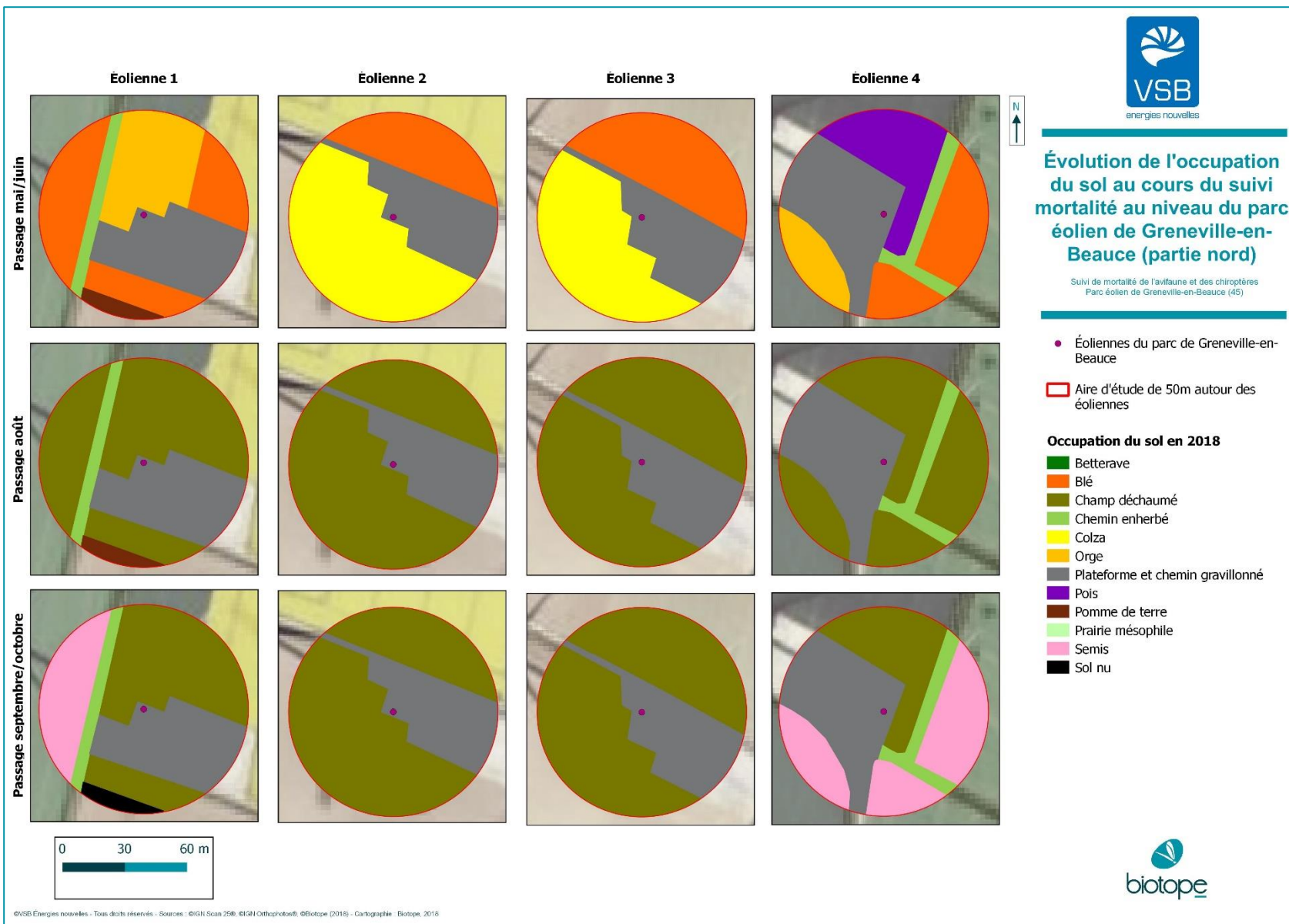
Dans le cadre de cette étude, aucune autre contrainte particulière n'a été décelée lors du suivi réalisé.

Ces différents éléments ont été intégrés dans les modalités de calcul par 1) le coefficient correcteur de surface et 2) le coefficient d'efficacité de recherche.

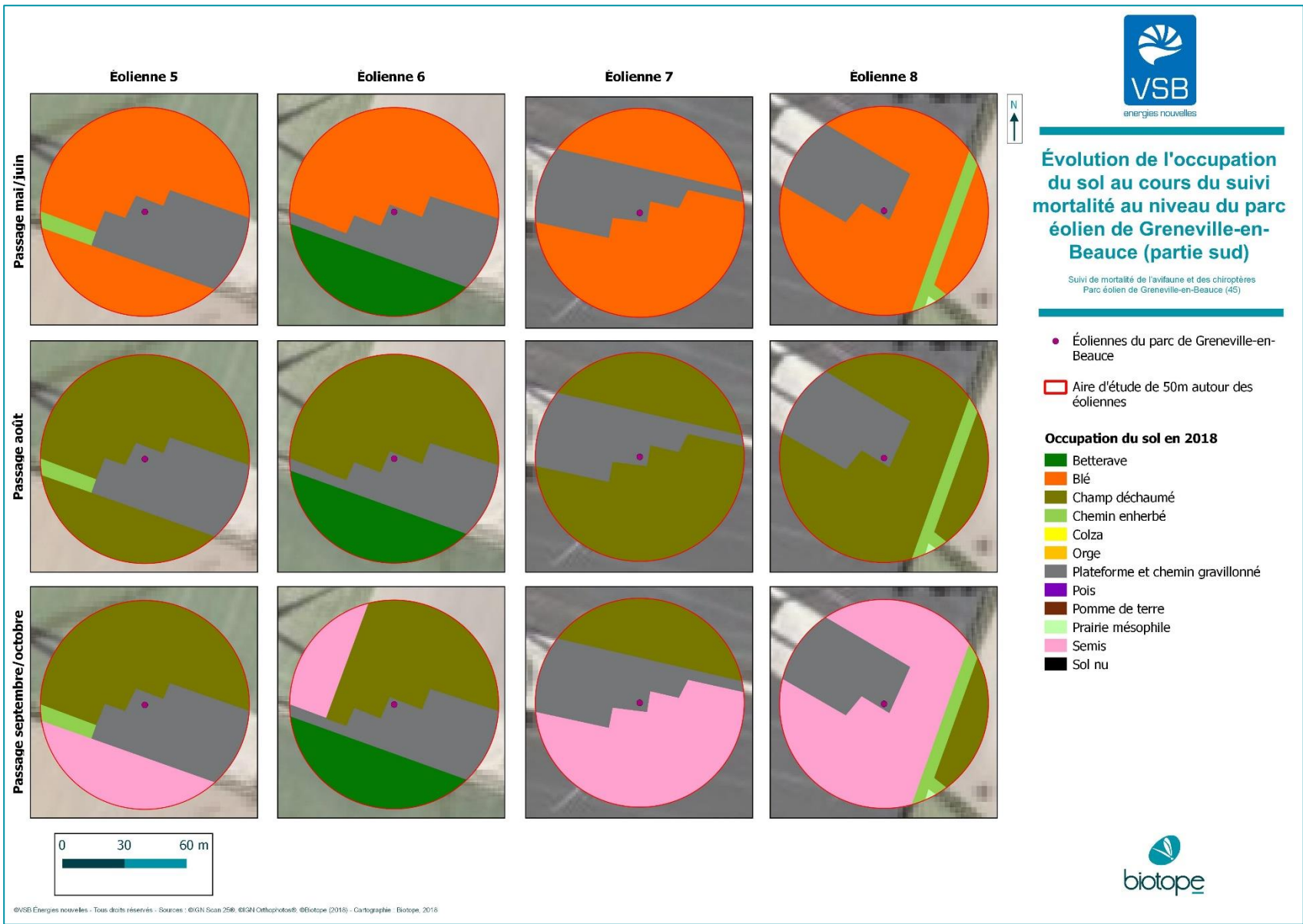
Tableau 3 : Bilan de l'occupation du sol pour les huit éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi.

Représentation en pourcentage de surface cumulée des différentes occupations du sol observées pour les huit éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Les zones en gris foncé représentent les occupations du sol non prospectables sur la majeure partie du suivi (efficacité de recherche nulle), en gris clair les occupations du sol qui ont été une partie de l'année non prospectables et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectables que ponctuellement).

Milieux	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Total des éoliennes
Betteraves				0,00%		22,74%			2,84%
Blé	12,95%	7,34%	10,94%	8,76%	23,37%	17,15%	24,17%	23,96%	16,08%
Chemin enherbé	6,26%			7,74%	2,30%			6,12%	2,80%
Colza		17,66%	13,98%						4,28%
Déchaume	42,64%	50,00%	49,83%	36,52%	46,73%	34,30%	48,34%	47,92%	44,54%
Orge	8,37%			3,50%					1,48%
Plateforme et chemin gravillonné	26,95%	24,99%	25,25%	32,24%	27,59%	25,81%	27,49%	21,84%	26,52%
Pois				7,75%					0,97%
Pomme de terre	2,83%								0,35%
Prairie mésophile								0,15%	0,02%
Semi colza				3,50%					0,11%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %



Carte 2 : Évolution de l'occupation du sol au cours du suivi mortalité au niveau du parc éolien de Grenville-en-Beauce (partie nord)



Carte 3 : Évolution de l'occupation du sol au cours du suivi mortalité au niveau du parc éolien de Grenville-en-Beauce (partie sud)

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Détermination du coefficient de correction surfacique

Toutes les surfaces n'ont pas pu être prospectées pour différentes raisons. Un coefficient de correction surfacique a donc été pris en compte dans le cadre de cette étude :

$$\alpha = \frac{1}{T_p} \quad \text{Avec } T_p, \text{ le taux de prospection moyen de l'éolienne considérée}$$

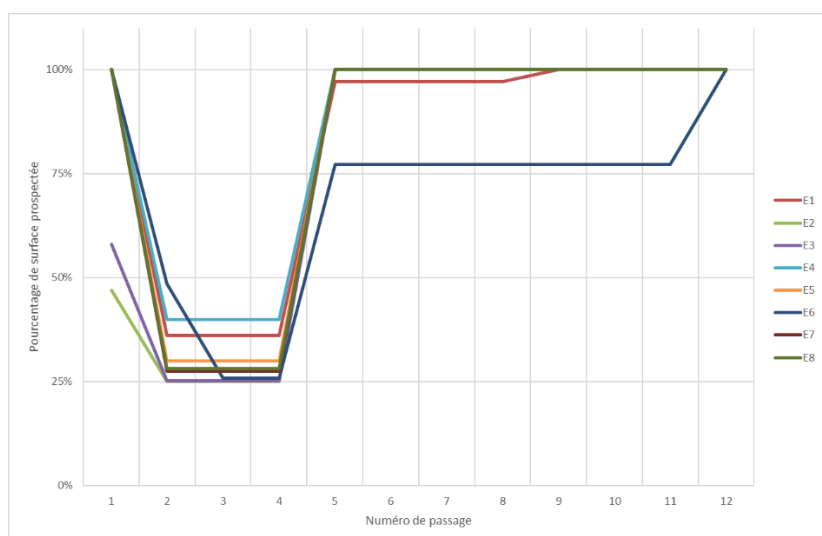


Figure 10 : Évolution du pourcentage de surface prospectée par passage sur l'ensemble du suivi

Détermination de Z : Test d'efficacité de l'observateur

Pour les secteurs prospectés, ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année.

Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur. Le test s'est déroulé de la façon suivante :

- Mise en place de 40 leurres lors du premier test et de 43 lors du second. L'opérateur en charge de la pose des leurres est différent de l'observateur réalisant le suivi de mortalité. La pose est réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi. La position de chaque lure est enregistrée au GPS ;
- Utilisation de leurres non organiques (pas de risques de disparition) ;
- Le choix des éoliennes sélectionnées pour le test sera aléatoire. L'observateur en charge du suivi de mortalité (l'observateur « testé ») ne connaîtra pas les éoliennes « tests » et le nombre de leurres déposés ;
- Réalisation du suivi de mortalité par l'observateur selon le protocole habituel des transects circulaires. L'observateur devra noter et localiser les leurres ;
- Contrôle par l'opérateur en charge du test, à la fin du suivi de mortalité, du nombre de leurres découverts ;
- Calcul du taux de l'efficacité de détection pour le parc suivi.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 11 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

Pour chaque test, le nombre de leurres découverts par rapport au nombre total de leurres déposés constitue le taux de découverte. Si l'observateur en charge des suivis en retrouve 8/10 : $Z=0,8$

Tableau 4 : Nombre total de leurres déposés par éolienne lors du premier suivi.

Milieu	E1	E4	E5	E6	Parc ensemble
Champ / chemin enherbé	6 leurres	5 leurres	4 leurres	4 leurres	19 leurres
Plateforme et chemin gravillonné	5 leurres	6 leurres	8 leurres	5 leurres	24 leurres
Total	11 leurres	11 leurres	12 leurres	9 leurres	43 leurres

Tableau 5 : Nombre total de leurres déposés par éolienne lors du second suivi.

Milieu	E3	E4	E6	E7	Parc ensemble
Champ / chemin enherbé	10 leurres	9 leurres	7 leurres	8 leurres	34 leurres
Plateforme et chemin gravillonné	1 leurres	0 leurres	4 leurres	4 leurres	9 leurres
Total	11 leurres	9 leurres	11 leurres	12 leurres	43 leurres

Détermination de P : Test de prédation

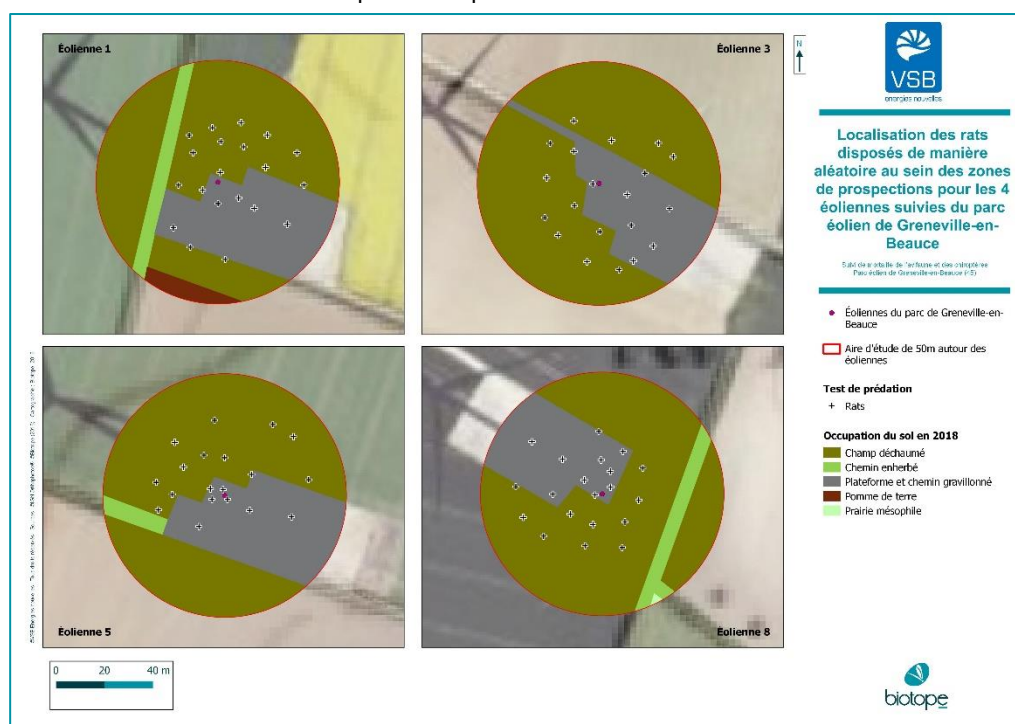
Il vise à estimer la vitesse de disparition des cadavres sur le site, de façon à estimer le nombre de cadavres que l'observateur ne peut trouver au moment du passage. Le taux de prédation est déterminé en fonction du temps écoulé.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Le test de prédation a été réalisé sur 7 jours sous 4 des 8 éoliennes du parc (j0 le 08/08/2018).

Les tests se sont déroulés de la façon suivante :

- Réalisation du test de prédation par l'opérateur en charge du suivi de mortalité ;
- Installation (j0) de 79 cadavres de rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats – 50g ») disposés de manière aléatoire sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 52,5m) ;
- Visite de contrôle à différents jours (J+1, J+2, J+3, J+5, J+7), tôt le matin ;
- Contrôle par l'opérateur de la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus chaque matinée.



Carte 4 : Localisation des rats disposés de manière aléatoire au sein des zones de prospections pour les 4 éoliennes suivies du parc éolien de Greneville-en-Beauce

Tableau 6 : Nombre total de rats disposés par éolienne lors du suivi.

Milieu	E1	E3	E5	E8	Parc ensemble
Champ déchaumé	15 rats	13 rats	11 rats	10 rats	49 rats
Plateforme et chemin gravillonné	5 rats	7 rats	8 rats	10 rats	30 rats
Total	20 rats	20 rats	19 rats	20 rats	79 rats

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Limites de la méthodologie

Les suivis de mortalité par recherche de cadavres au sol représentent actuellement la technique la plus régulièrement mise en œuvre. Toutefois, cette technique comporte plusieurs biais.

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateur. C'est pour cette raison que la majeure partie du suivi a été réalisée par la même personne (qui a été testée) et que son remplacement par une tierce personne n'a été que ponctuel (3 / 12 passages réalisés). La capacité de détection est variable en fonction de l'espace et du temps (hauteur de végétation, aspérités du sol, conditions météorologiques). Afin que les données soient exploitables, la mise en place de test d'estimation de l'efficacité de recherche de l'observateur dans plusieurs occupations du sol et à plusieurs moments de l'année (2 tests au total) a pour objectif d'estimer au mieux la mortalité induite par les éoliennes.

L'efficacité du suivi de la mortalité est fortement dépendante du type de recouvrement végétal sous les éoliennes. Les milieux cultivés hauts et denses (type blé ou maïs) sont incompatibles avec les suivis. Une hauteur de végétation supérieure à 30 cm rend difficile la prospection. En fonction des occupations du sol, la zone d'étude ne peut donc pas toujours être prospectée dans son intégralité ou avec une probabilité de détection moindre. C'est pour cela que le calcul du coefficient correcteur de surface a pour objectif de corriger la surface non prospectée et ainsi estimer au mieux la mortalité induite par les éoliennes. Toutefois, ces zones non prospectables participent à minimiser la mortalité observée mais aussi à surestimer la mortalité calculée par l'effet direct du coefficient correcteur de surface dans les formules.

Toutefois, il n'est pas possible d'intégrer toutes les sources de variation comme le travail des agriculteurs sur leurs parcelles. En effet, le travail du sol dépend de la météo et il est impossible de savoir à quel moment les agriculteurs vont travailler la terre de leurs champs, entraînant l'enterrement involontaire des cadavres.

Enfin, la pose de rats paraît être une bonne solution pour tester la prédation. Toutefois, le nombre important de rats déposés (concentration), ainsi que leur taille et leur couleur peuvent augmenter leur attractivité et leur détectabilité pour les prédateurs. Il faudrait éviter les rats blancs ou bicolores mais cela est rarement possible en raison du manque de production de rats uniformément gris en animalerie. Il est également difficile de déposer moins de 30 rats par parc si l'on veut des résultats statistiquement robustes. Enfin, bien qu'un rat soit plus détectable pour un prédateur qu'une chauve-souris, il correspond à une taille intermédiaire entre les chiroptères et les oiseaux et semble en l'absence d'alternative satisfaisante donc être le meilleur compromis.

2

Synthèse et analyse des résultats

2 Synthèse et analyse des résultats

1 Résultats du suivi de mortalité

1.1 Résultats bruts

1.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

Au total, 31 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien de Grenville-en-Beauce, dont 19 oiseaux (12 espèces) et 12 chauves-souris (4 espèces) entre le 17 mai 2018 et le 9 octobre 2018.

**Cf. Annexe 1 :
 Tableau récapitulatif des
 observations de cadavres.**

Les espèces d'oiseaux trouvés sont l'Alouette des champs, le Bruant proyer, le Busard Saint-Martin, la Buse variable, le Chardonneret élégant, la Grive draine, la Linotte mélodieuse, le Martinet noir, le Pigeon biset domestique, le Pigeon ramier, le Roitelet triple bandeau et le Rougequeue à front blanc, entre le 17 mai 2018 et le 9 octobre 2018.

Les espèces observées les plus impactées sont le Roitelet triple bandeau (4 individus), le Bruant proyer (3 individus) puis le Pigeon ramier (2 individus) et le Martinet noir (2 individus).

Les espèces de chauve-souris trouvées sont la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler et la Noctule commune, recensées entre le 17 mai 2018 et le 9 octobre 2018.

La majorité des espèces de chiroptères observées sont des Noctules de Leisler (4 individus) et dans une moindre mesure des Pipistrelles communes (3 individus) et des Pipistrelles de Nathusius (3 individus). À noter l'observation de 2 Noctules communes.

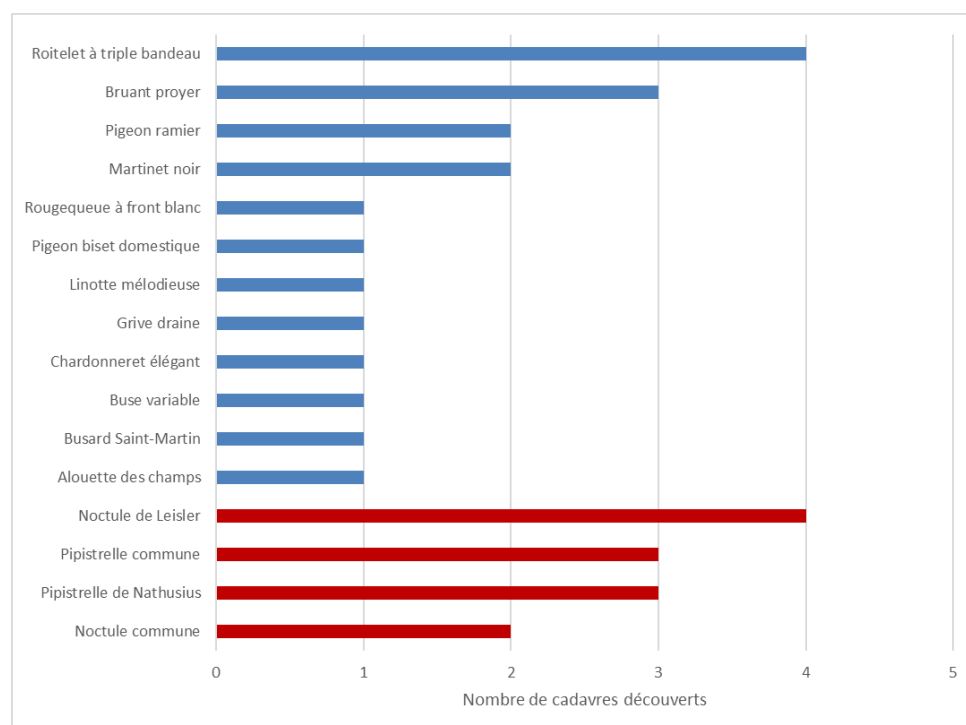


Figure 12 : Mortalité par espèce observée sur le parc éolien de Grenville-en-Beauce

2 Synthèse et analyse des résultats



2 Synthèse et analyse des résultats



Figure 13 : Extrait des photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Alouette des champs, Bruant proyer, Busard Saint-Martin, Buse variable, Chardonneret élégant, Grive draine, Linotte mélodieuse, Pigeon biset domestique, Pigeon ramier, Roitelet triple bandeau, Rougequeue à front blanc, Martinet noir, Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius et Pipistrelle commune

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été recensés sur les trois périodes de suivi : mai/juin, août et septembre/octobre. Les effectifs observés semblent, en revanche, plus conséquents lors de la période de migration août et septembre/octobre.
- Tout comme pour les oiseaux, les cadavres de chiroptères ont également été retrouvés sur les trois périodes de suivi. En revanche, les effectifs observés semblent plus conséquents lors du suivi d'août.

L'ensemble des individus découverts sont morts par barotraumatisme ou/et par collision avec les pales soit 100 % des individus dont la mort est imputable aux éoliennes.

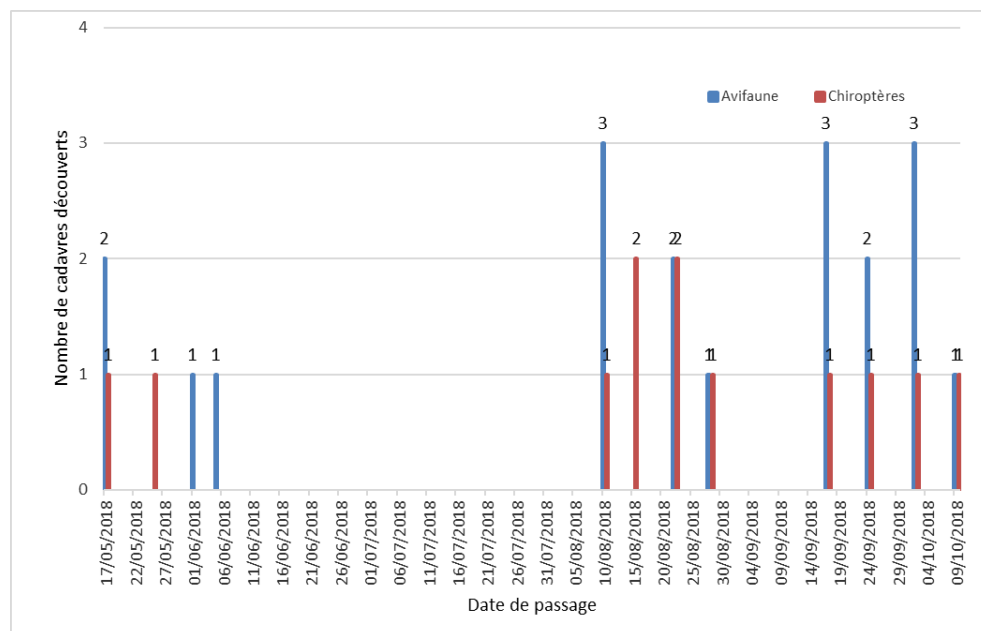


Figure 14 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Grenville-en-Beauce

2 Synthèse et analyse des résultats

1.1.2 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des effectifs variables de l'une à l'autre. Les valeurs observées restent néanmoins assez locales. Toutefois, on observe des effectifs légèrement plus élevés au niveau des éoliennes localisées les plus à l'est à savoir les éoliennes E4 et E8. Ces deux éoliennes semblent donc avoir un impact un peu plus marqué que les autres machines.

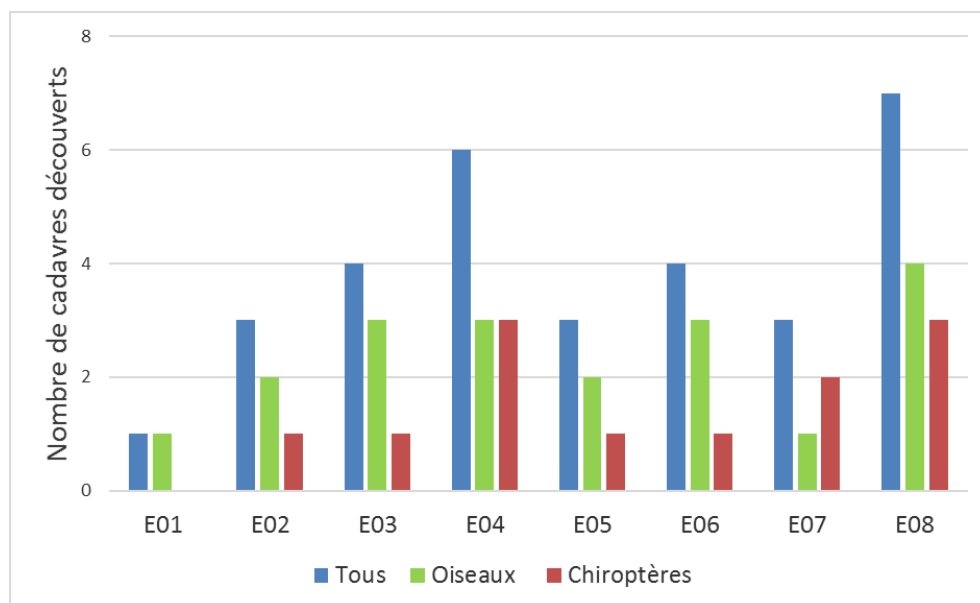


Figure 15 Nombre de cadavres découverts par éolienne

L'ensemble des éoliennes présente des cas de mortalité que ce soit pour l'avifaune et/ou pour les chiroptères. Les effectifs observés vont de 1 individu à 7 individus trouvés. Les éoliennes E4 et E8 semblent avoir un impact un peu plus marqué que les autres machines.

1.1.3 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées sur la quasi-totalité des distances prospectées, notamment sur de longues distances vu la taille des passereaux et des chiroptères. L'individu retrouvé le plus loin d'une éolienne est un Pigeon ramier à 64 m. On notera également la présence d'une Grive draine et d'une Pipistrelle de Nathusius à 55 m.

Si l'on regarde la localisation des observations par rapport aux éoliennes suivies, les observations semblent assez aléatoires aussi bien pour les chiroptères que pour l'avifaune.

2 Synthèse et analyse des résultats

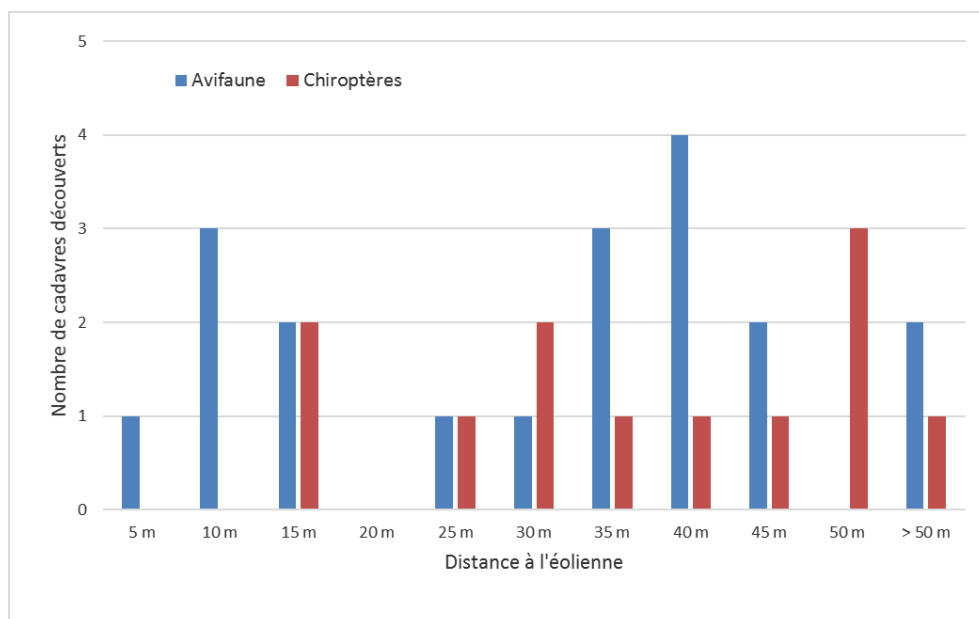


Figure 16 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Greneville-en-Beauce

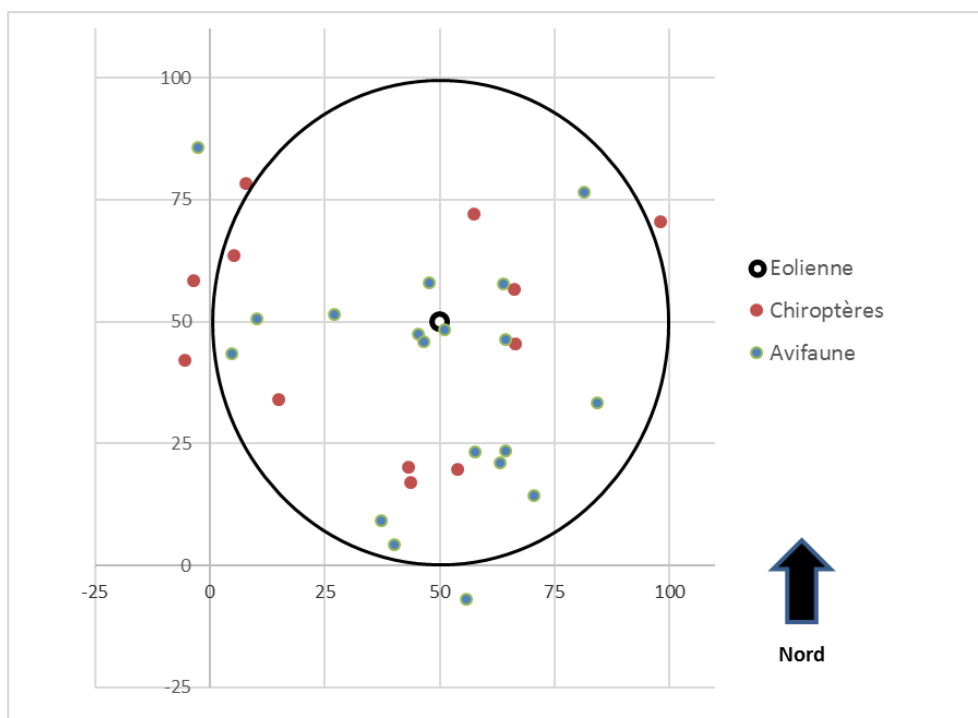


Figure 17 Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes

Les dépouilles ont été trouvées à une distance comprise entre 2 et 64 mètres du mât des éoliennes. Cette variation peut s'expliquer par le fait que les individus ont pu être projetés lors de la collision ou de l'aspiration d'air provoquée par les pales des éoliennes. Les individus

2 Synthèse et analyse des résultats

retrouvés, hormis les oiseaux (Buse variable, Pigeon ramier, Pigeon biset domestique, Busard Saint-Martin), sont en effet des espèces de petite taille, légères, dont la trajectoire lors de la chute est forcément dépendante des conditions météorologiques (vent) et de l'impulsion donnée par les pales de l'éolienne.

La Figure 17 montre que la répartition des cadavres trouvés reste assez homogène autour des éoliennes. Aucune tendance ne se dégage.

La détection des dépouilles n'a pas toujours été aisée sur le parc éolien de Grenville-en-Beauce au regard de l'hétérogénéité des milieux, de la hauteur de végétation ainsi que par la présence de chaumes et/ou d'épandage de fumier au cours du suivi.

1.1.4 Description des oiseaux retrouvés

19 individus répartis au sein de 12 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Grenville-en-Beauce : **Alouette des champs** (1 individu), **Bruant proyer** (3 individus), **Busard Saint-Martin** (1 individu), **Buse variable** (1 individu), **Chardonneret élégant** (1 individu), **Grive draine** (1 individu), **Linotte mélodieuse** (1 individu), **Martinet noir** (2 individus), **Pigeon biset domestique** (1 individu), **Pigeon ramier** (2 individus), **Roitelet triple bandeau** (4 individus) et **Rougequeue à front blanc** (1 individu).

À titre de comparaison, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr au 1^{er} juin 2015 (mise à jour le 19 mars 2018) sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de réaliser la Figure 18. On constate que le Roitelet triple bandeau, le Martinet noir, l'Alouette des champs et la Buse variable sont des espèces fortement impactées par l'éolien, puisqu'ils représentent 4 des 5 premières espèces les plus retrouvées au pied des parcs éoliens français, avec respectivement 10,8 %, 9,3 %, 6,9 % et 5,7 % du total de cadavres d'oiseaux retrouvés. Les autres espèces sont retrouvées de manière plus anecdotique.

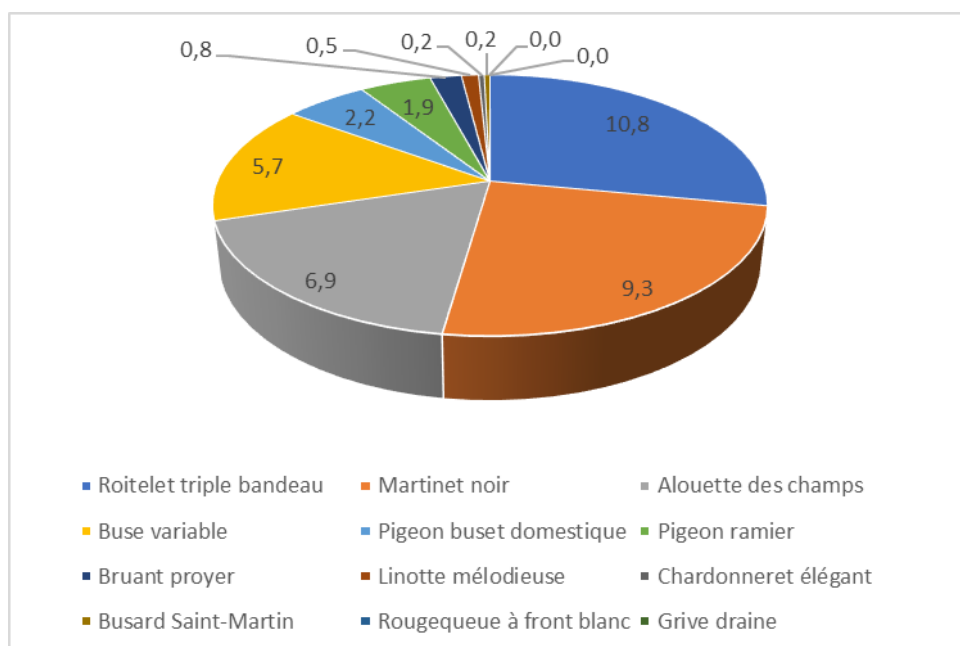


Figure 18 : Synthèse française des cas de mortalité pour les espèces d'oiseaux observées sur le parc éolien de Grenville-en-Beauce en % (Dürr, 2018 ; mise à jour le 19 mars 2018)

2 Synthèse et analyse des résultats

Ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc de Greneville-en-Beauce par rapport à celles observées aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs à différentes dates. C'est néanmoins la synthèse la plus précise qui existe à ce jour.

Tableau 7 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2018, mis à jour le 19 mars 2018) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	A	BE	BG	CH	CR	CZ	D	DK	E	EST	F	FR	Greneville-en-Beauce	GB	GR	NL	N	P	PL	RO	S	Total (hors Greneville-en-Beauce)	
Busard Saint-Martin							1		1			2	1	5			1						10
Buse variable	15						514		31			75	1		3	12		3	5		3		661
Pigeon biset domestique	26	19				1	68		7			29	1			15							165
Pigeon ramier	5	12					171		14			25	2			3			2		1		233
Martinet noir	14	3		1		2	147	1	75			122	2		2	5		5			3		380
Alouette des champs	23					8	103		89			90	1		1	2		44	9				269
Rougequeue à front blanc							1		5				1										6
Grive draine				1			4		27				1		1								33
Roitelet triple bandeau	1	1		7		3	34		45			141	4					2					234
Chardonneret élégant							3		36			2	1			1		1					43
Linotte mélodieuse	3						2	1	24			6	1			1		10	1				48
Bruant proyer							32		252			11	3					20					315

Légende :

A = Autriche, BE = Belgique, BG = Bulgarie, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, DK = Danemark, E = Espagne, EST = Estonie, F = Finlande, FR = France, GB = Royaume-Uni, GR = Grèce, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2007, on constate qu'hormis le Pigeon biset domestique et le Roitelet triple bandeau, toutes les autres espèces ont été observées lors des inventaires réalisés et traitées dans cette étude.

Évaluation des enjeux

Le Tableau 6 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Greneville-en-Beauce à l'échelle française et européenne.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 8 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Greneville-en-Beauce

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Convention de Bonn	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France nicheur (2016)	NIOF migrateur (2008)	Liste rouge nicheur C-VdL (2013)	Statut migrateur C-VdL (2002)
Busard Saint-Martin	Article 3	Annexe I	Annexe II	NT	LC	PC	NT	C
Buse variable	Article 3		Annexe II	LC	LC	Sédentaire et C	LC	C
Pigeon biset domestique		Annexe II		-	-	Sédentaire	-	-
Pigeon ramier		Annexes II & III		LC	LC	CC	LC	C
Martinet noir	Article 3			LC	NT	CC	LC	C
Alouette des champs		Annexe II		LC	NT	C	NT	C
Rougequeue à front blanc	Article 3			LC	LC	C	LC	C
Grive draine		Annexe II		LC	LC	C	LC	C
Roitelet triple bandeau	Article 3			LC	LC	Sédentaire	LC	PC
Chardonneret élégant	Article 3			LC	VU	C à CC	LC	C
Linotte mélodieuse	Article 3			LC	VU	C	NT	C
Bruant proyer	Article 3			LC	LC	Partiellement sédentaire	NT	C

Légende :

Protection nationale

Arrêté interministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection :
 Article 3 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Oiseaux

Il s'agit de la directive européenne n°79/409 du 6 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages. Elle vise à assurer une protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen.

Annexe I : espèces faisant l'objet de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (Zone de Protection Spéciale).

Annexe II : espèces pouvant être chassées :

Partie 1 (A.II.1) : espèces pouvant être chassées dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive ;

Partie 2 (A.II.2) : espèces pouvant être chassées seulement dans les États membres pour lesquels elles sont mentionnées.

Annexe III : espèces pouvant être commercialisées :

Partie 1 (A.III.1) : espèces pour lesquelles la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente ne sont pas interdits, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou autrement licitement acquis ;

Partie 2 (A.III.2) : espèces pour lesquelles les États membres peuvent autoriser sur le territoire la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente et à cet effet prévoir des limitations, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou capturés ou autrement licitement acquis.

Convention de Bonn

Cette convention du 23/06/79 est relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (JORF du 30/10/90).

Annexe I : espèces migratrices menacées, en danger d'extinction, nécessitant une protection immédiate ;

2 Synthèse et analyse des résultats

Annexe II : espèces migratrices se trouvant dans un état de conservation défavorable et nécessitant l'adoption de mesures de conservation et de gestion appropriées.

NIOF (Nouvel Inventaire des Oiseaux de France) Migrateur et statut migrateur en Centre-Val de Loire

Cela présente le statut de rareté de l'espèce en période de migration en France (NIOF) et en région Centre-Val de Loire
Nouvel Inventaire des oiseaux de France (NIOF) (P. J. Dubois, P. Le Maréchal, G. Olioso et P. Yésou, 2008)
L'avifaune de la Région Centre, synopsis des connaissances (PERTHUIS, 2002)
CC = taxon très commun ; C = taxon commun ; PC = taxon peu commun.

Listes rouges nicheurs

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2016)

Liste rouge oiseaux nicheurs de Centre-Val de Loire (DREAL Centre-Val de Loire, 2013)
LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable.

1.1.5 Description des chauves-souris retrouvées

12 individus répartis au sein de 4 espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Greneville-en-Beauce : **Pipistrelle commune** (3 individus), **Pipistrelle de Nathusius** (3 individus), **Noctule de Leisler** (4 individus) et **Noctule commune** (2 individus).

La **Pipistrelle commune** est une espèce plus sédentaire, s'éloignant rarement de son domaine vital. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien.

La **Pipistrelle de Nathusius**, la **Noctule de Leisler** et la **Noctule commune** sont quant à elles des espèces migratrices. Il est donc probable que les individus touchés par le parc de Greneville-en-Beauce soient des individus en migration. On ne peut cependant pas affirmer cela avec certitude : des colonies de mise-bas sont présentes en France et de nouvelles colonies sont découvertes chaque année.

À titre de comparaison, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürri (mise à jour le 5 décembre 2017) sur les cadavres de chauves-souris relate :

- Que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne (20,7 % des individus impactés) et à l'échelle française (30 %) ;
- Que la Noctule commune est la 2^{ème} espèce la plus impactée en Europe (16,6 %) et la 6^{ème} en France (5,2 %).
- Que la Pipistrelle de Nathusius est la 3^{ème} espèce la plus impactée en Europe (15,8 %) et la 4^{ème} en France (9,2 %) après les chiroptères indéterminés et les pipistrelles indéterminées ;
- Que la Noctule de Leisler est la 5^{ème} espèce la plus impactée en Europe (6,8 %) et la 7^{ème} en France (5 %).

Ces chiffres sont des minima car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque genre (Pipistrelle indéterminée, Noctule indéterminée, etc.). De même, pour un grand nombre d'individus (11 % pour l'Europe et 19,5 % pour la France), même le genre n'a pas pu être déterminé du fait, entre autres, de leur état de décomposition avancée et/ou de la non-présence de spécialistes à proximité capables d'identifier notamment les pipistrelles grâce à leur dentition.

2 Synthèse et analyse des résultats

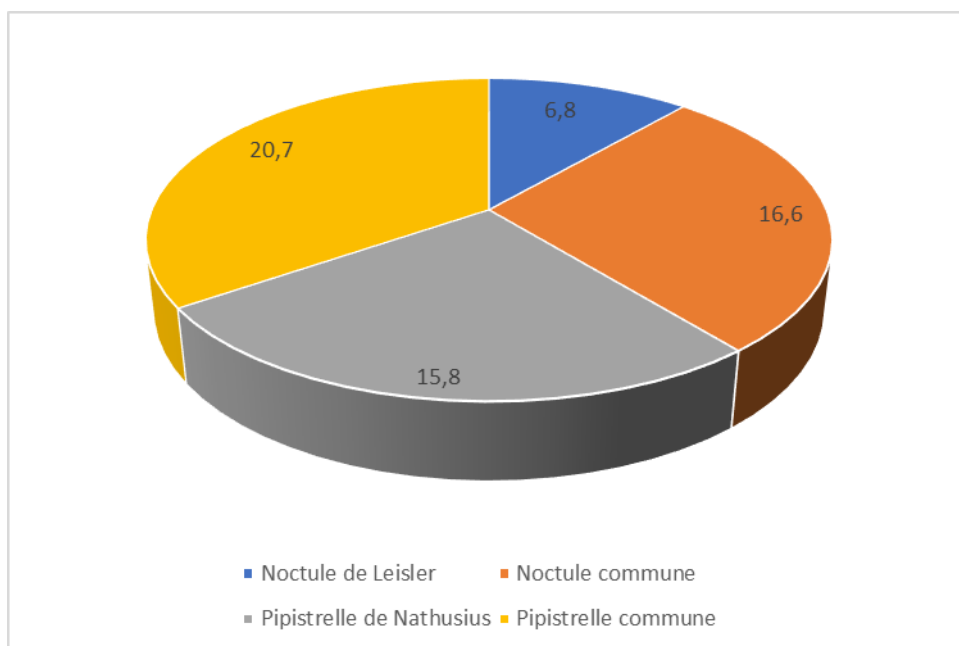


Figure 19 : Synthèse européenne des cas de mortalité pour les espèces de chiroptères observées sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce (Dürr, mise à jour le 5 décembre 2017).

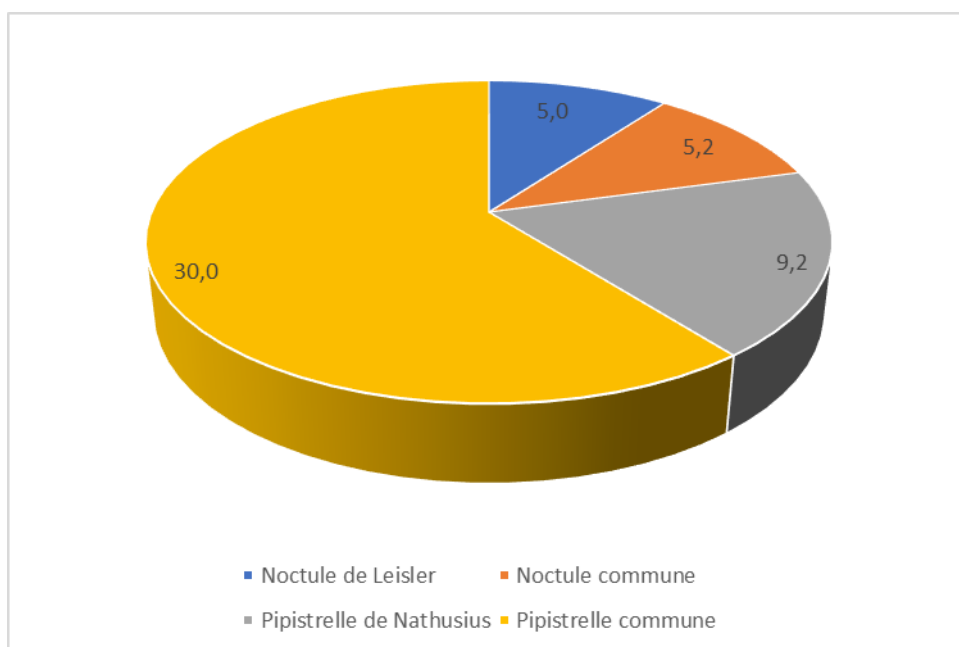


Figure 20 : Synthèse française des cas de mortalité pour les espèces de chiroptères observées sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce (Dürr, mise à jour le 5 décembre 2017).

Tout comme pour les oiseaux, ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc de Greneville-en-Beauce par rapport à celles observées aux échelles nationale et européenne. Cependant, si

2 Synthèse et analyse des résultats

elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs à différentes dates. C'est néanmoins la synthèse la plus précise qui existe à ce jour.

Tableau 9 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2018, mis à jour le 5 décembre 2017) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	A	BE	CH	CR	CZ	D	E	EST	F	FR	Greneville-en-Beauce	GR	IT	LV	NL	N	P	PL	RO	S	UK	Total (hors Greneville-en-Beauce)
Noctule de Leisler			1		3	172	15			79	4	58	2				210	5				545
Noctule commune	46	1			31	1130	1			82	2	10					1	16	5	1		1324
Pipistrelle de Nathusius	13	4		3	7	985				145	3	35	2	23	8			16	12	5		1258
Pipistrelle commune	2	20		2	16	658	211			471	3	0	1		15		248	3	3	1	2	1653

Légende :

A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, EST = Estonie, F = Finlande, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2007, on constate que seules la Pipistrelle commune et la Noctule commune, identifiées dans ce document, sont observées lors du suivi réalisé. En revanche, aucun Murin sp., Oreillard sp., Sérotine commune et Pipistrelle pygmée n'a été retrouvé au pied des éoliennes. La méthodologie mise en place à l'époque s'avère aujourd'hui obsolète et les données récoltées sont donc inexploitable.

À noter que lors de l'étude d'impact, aucun inventaire en altitude n'a été réalisé à l'époque. Il est donc possible que des espèces volant à hauteur de pale n'aient pas été détectées lors des inventaires de 2006/2007 comme par exemple la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius.

La plupart des chauves-souris effectuent des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hibernation, variant de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. Quatre espèces effectuent cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1 000 km : la Noctule commune (2 cas de mortalité recensé sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce), la Noctule de Leisler (4 cas de mortalité recensé sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce), la Pipistrelle de Nathusius (3 cas de mortalité recensé sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce et la Sérotine bicolore. Ces espèces se reproduisent en Europe du nord et de l'est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'émanent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes à l'exception de la Sérotine bicolore où la majorité des données en période de migration concernent des mâles. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas. Des colonies de mise-bas sont également présentes en France, bien que rares. Cependant, cette rareté peut être liée à un manque de connaissances, de nouvelles colonies étant découvertes chaque année (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

La Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius font partie des espèces les plus impactées par les projets éoliens. Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations.

2 Synthèse et analyse des résultats

Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

Concernant l'éolien, Laurent ARTHUR (2016) indique qu' « *il n'est considéré dans les études de mortalité, que celle résiduelle par parc : une analyse réductrice qui conduit à minorer l'impact réel sur les populations. Compte tenu des indicateurs du MNHN et de publications scientifiques récentes sur le sujet, on peut réellement craindre pour la survie même de ces taxons qui traversent l'Europe deux fois par an. Tous les indicateurs que nous avons à disposition démontrent que les courbes démographiques de ces espèces sont déjà en train de chuter et qu'elles ne pourront encaisser longtemps une telle hémorragie sans être réellement menacées de disparition, d'autant que les parcs doivent continuer à augmenter pour atteindre une production électrique permettant d'aider à contenir le taux de CO2 dans l'atmosphère [...]. Le bridage est actuellement la seule mesure efficace pour restreindre la mortalité. Il devrait être mis en application de manière systématique sitôt que les études d'impact signalent, soit des chauves-souris migratrices, soit de fortes populations locales d'espèces sédentaires.* »

La Noctule de Leisler est une espèce qui vole fréquemment à plus de 25 mètres d'altitude lorsqu'elle chasse et à plus de 50 mètres en vol direct, ce qui la rend très sensible au risque éolien (RODRIGUES et al., 2015). En France, les populations sont assez rares au nord-ouest et augmentent en densité vers le sud-est (ARTHUR & LEMAIRE, 2015). Ses effectifs sont en très nette diminution (TAPIERO, 2014 ; KERBIRIOU et al., 2015). En Bourgogne, seulement 3 gîtes de mise-bas sont connus (SHNA, 2014).



Figure 21 : Routes migratoires de la Noctule de Leisler, obtenues par 50 ans de baguage et recapture (d'après HUTTERER et al., 2005.)

La Sérotine bicolore est une espèce qui vole très fréquemment entre 20 et 40 mètres d'altitude lorsqu'elle chasse et à 40-50 mètres en vol direct, ce qui la rend très sensible au risque éolien (RODRIGUES et al., 2015). En France, aucune colonie de reproduction ou d'hivernage n'est connue et les observations concernent uniquement des individus isolés ou en très petit nombre.

Évaluation des enjeux

Le Tableau 10 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc de Greneville-en-Beauce à l'échelle de la France et de l'Europe. Les 4 espèces contactées sont strictement protégées en France et dans l'Union

2 Synthèse et analyse des résultats

Européenne. Elles sont par ailleurs considérées comme patrimoniales en France car quasi menacées voire vulnérables pour la Noctule commune. Cette dernière est également vulnérable en région Haute-Normandie et assez rare.

Tableau 10 : Statuts réglementaires et de conservation de l'espèce de chauve-souris touchée par le parc de Greneville-en-Beauce

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe (2012)	Liste rouge France (2017)	Liste rouge C-VdL (2012)
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC
Pipistrelle de Nathusius	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT
Noctule commune	Annexe IV	Article 2	LC	VU	NT
Noctule de Leisler	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT

Légende :

Protection nationale

Arrêté interministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (modif. arrêté du 15 septembre 2012) : Article 2 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Habitats

L'annexe IV de la directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », liste les espèces animales et végétales d'intérêt européen qui nécessitent une protection stricte sur le territoire des états membres de l'Union européenne.

Listes rouges Europe, France et Centre-Val de Loire

Liste rouge européenne des espèces menacées (UICN, 2012)

Liste rouge des espèces menacées en France, Mammifères de France métropolitaine (UICN France & MNHN, 2017)

Liste rouge régionale des mammifères (Sologne Nature Environnement, 2012)

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable

1.2 Analyse des résultats

Dans le cadre de cette étude, plusieurs formules ont été utilisées pour estimer la mortalité du parc éolien. Il s'agit des formules d'Erickson (2000), Jones (2009) et Huso (2012). Les tableaux suivants détaillent les différents résultats selon les formules utilisées. À noter que le test de Winkelmann n'a pas été réalisé dans le cadre de cette étude, car il est jugé obsolète au regard des autres tests développés.

1.2.1 Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs

Coefficient correcteur de surface

Afin d'intégrer les surfaces non prospectées/non prospectables, nous avons calculé un coefficient de surface correspondant à l'inverse du taux de prospection de chaque passage de l'éolienne considérée (Tableau 9). Ainsi les coefficients correcteurs de surface sont assez importants. La moyenne est le résultat retenu pour le calcul d'estimation de la mortalité par éolienne.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 11 : Coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 12 passages pour chacune des éoliennes suivies

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Coefficient correcteur de surface	1,20	1,30	1,29	1,18	1,21	1,43	1,22	1,22

Test d'efficacité de l'observateur

Les tests d'efficacité de recherche ont été réalisés pour l'observateur ayant réalisé le suivi de mortalité.

Tableau 12 : Taux d'efficacité de recherche

Éolienne	25/05/2018		22/08/2018		Taux de découvert (Z)
	Nb leurre posé	Nb leurre non détecté	Nb leurre posé	Nb leurre non détecté	
E1	11	2	-	-	0,818
E2	-	-	-	-	-
E3	-	-	11	2	0,818
E4	8	5	9	1	0,632
E5	12	2	-	-	0,833
E6	9	1	11	7	0,626
E7	-	-	12	6	0,500
E8	-	-	-	-	-
Total	40	10	43	16	0,705

Ainsi, nous avons calculé pour chaque parcours de recherche réalisé sur chaque éolienne un taux d'efficacité de recherche (que sur les surfaces prospectées). L'ensemble de ces taux par passage ont été utilisés pour obtenir les taux moyens. Pour les éoliennes qui n'ont pas fait l'objet de test d'efficacité, la valeur moyenne du résultat des six autres éoliennes testées a été retenue, à savoir 0,705.

Ainsi, la majorité des éoliennes possède un taux d'efficacité relativement moyen par passage de 0,7. Le taux d'efficacité pour l'éolienne E5 (0,833) est le plus élevé.

Test de prédation et temps moyen de persistance des cadavres

Le bilan du test de prédation réalisé est présenté dans le tableau ci-dessous. On remarque une assez forte prédation au sein du parc de Greneville-en-Beauce, avec une disparition moyenne des cadavres d'environ de 2 jours (Pm total du parc). Les éoliennes suivies présentent un temps moyen de persistance des cadavres faible, allant de 1,0 à 3,95 jours au cours du test réalisé.

2 Synthèse et analyse des résultats

L'ensemble des éoliennes présentent donc un temps moyen de persistance bien inférieur à 7 jours (2,22 jours en moyenne) alors que l'intervalle moyen entre deux passages était pour la période de mai/juin de 6,3 jours, pour la période d'août de 6 jours et pour la période de septembre/octobre de 7,33 jours ; soit un intervalle moyen de 6,54 pour les 3 sessions réalisées.

Tableau 13 : Résultats des calculs associés des temps de persistance (Pm) (utilisés par Erickson, Jones et Huso).

	E1	E3	E5	E8	Total parc
Résultats du test du 08/08/2018					
Pm	1,30	1,00	3,95	2,70	2,22

Ainsi, le Pm retenu pour chacune des éoliennes suivies correspond à la valeur indiquée dans le tableau ci-dessus. Pour les éoliennes où il n'y a pas eu de test de prédation réalisé, le Pm total du parc a été retenu, à savoir 2,22.

1.2.2 Estimation de la mortalité

Les calculs d'estimation de mortalité ont été réalisés strictement à partir des cadavres trouvés et pour lesquels l'origine de la mort est imputable de façon certaine aux éoliennes. Par ailleurs, seules les observations réalisées à partir du 2^{ème} passage (de chaque période) ont été prises en compte. En effet, les observations faites au 1^{er} passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1^{er} passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédent chaque passage.

Estimation de la mortalité des chiroptères

Tableau 14 : Estimation de la mortalité des chiroptères au sein du parc de Greneville-en-Beauce sur la période du suivi

Estimateurs	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Total parc
Mortalité observée des chiroptères pris en compte	0	1	0	2	1	1	1	3	9
Erickson (2000)	0	5,47	0	11,03	2,42	6,75	7,23	12,61	45,51
Jones (2009)	0	7,43	0	14,99	3,34	9,17	9,83	17,14	61,90
Huso (2012)	0	6,33	0	12,75	2,98	7,8	8,37	14,58	52,82

- *Éolienne E1*

Aucun individu de chauves-souris n'a été trouvé lors des trois phases de suivi réalisées en 2018 (59 jours au total). Il en découle qu'aucune estimation de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E1 ne peut être réalisée.

2 Synthèse et analyse des résultats

- *Éolienne E2*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E2 sont comprises entre 6 et 8 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que l'unique observation a été réalisée à l'automne 2018 (02/10/2018).

- *Éolienne E3*

Aucun individu de chauves-souris n'a été trouvé lors des trois phases de suivi réalisées en 2018 (59 jours au total). Il en découle qu'aucune estimation de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E3 ne peut être réalisée.

- *Éolienne E4*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E4 sont comprises entre 12 et 15 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que les deux observations ont été réalisées sur 2 jours différents (15/08/2018 et 24/09/2018) étalés sur l'été/automne 2018.

- *Éolienne E5*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E5 sont comprises entre 3 et 4 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que l'unique observation a été réalisée à l'automne 2018 (09/10/2018).

- *Éolienne E6*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E6 sont comprises entre 7 et 10 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que l'unique observation a été réalisée au printemps 2018 (25/05/2018).

- *Éolienne E7*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E7 sont comprises entre 8 et 10 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que l'unique observation a été réalisée durant l'été 2018 (15/08/2018).

- *Éolienne E8*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E8 sont comprises entre 13 et 18 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que les trois observations ont été réalisées sur 2 jours différents (22/08/2018 et 28/08/2018) étalés sur l'été 2018.

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée des chiroptères est au minimum de 46 et 62 individus sur l'ensemble du suivi, en se basant sur les formules les plus fiables (hors Winkelmann). Les 9 observations ont été réalisées sur 7 jours différents centrés principalement sur l'été/automne (août, septembre et octobre). La majorité des observations (~89 %) ont été réalisées entre le 15/08/2018 et le 09/10/2018, soit sur un peu moins de 2 mois.

On notera que deux éoliennes présentent une plus forte estimation de mortalité à l'échelle du parc ; il s'agit des éoliennes E4 et E8. Ces éoliennes sont les plus à l'est du parc. Pour les autres éoliennes, les valeurs restent globalement dans les mêmes ordres de grandeur.

2 Synthèse et analyse des résultats

Estimation de la mortalité pour l'avifaune

Tableau 15 : Estimation de la mortalité des oiseaux au sein du parc de Greneville-en-Beauce sur la période du suivi

Estimateurs	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Total parc
Mortalité observée des oiseaux pris en compte	1	0	3	2	0	2	0	3	11
Erickson (2000)	7,42	0	30,91	11,03	0	13,49	0	12,61	75,47
Jones (2009)	10,09	0	42,01	14,99	0	18,34	0	17,14	102,57
Huso (2012)	8,59	0	35,75	12,75	0	15,61	0	14,58	87,28

- *Éolienne E1*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E1 sont comprises entre 8 et 11 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que l'unique observation a été réalisée à l'automne 2018 (02/10/2018).

- *Éolienne E2*

Aucun individu de chauves-souris n'a été trouvé lors des trois phases de suivi réalisées en 2018 (59 jours au total). Il en découle qu'aucune estimation de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E2 ne peut être réalisée.

- *Éolienne E3*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E3 sont comprises entre 31 et 43 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que les trois observations ont été réalisées sur 3 jours différents (22/08/2018, 24/09/2018 et 02/10/2018) étalés sur l'été/automne 2018.

- *Éolienne E4*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E4 sont comprises entre 12 et 15 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que les deux observations ont été réalisées sur 2 jours différents (24/09/2018 et 02/10/2018) étalés sur l'automne 2018.

- *Éolienne E5*

Aucun individu de chauves-souris n'a été trouvé lors des trois phases de suivi réalisées en 2018 (59 jours au total). Il en découle qu'aucune estimation de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E5 ne peut être réalisée.

- *Éolienne E6*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E6 sont comprises entre 14 et 19 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que les deux observations ont été réalisées sur 2 jours différents (22/08/2018 et 09/10/2018) étalés sur l'été/automne 2018.

2 Synthèse et analyse des résultats

- *Éolienne E7*

Aucun individu de chauves-souris n'a été trouvé lors des trois phases de suivi réalisées en 2018 (59 jours au total). Il en découle qu'aucune estimation de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E7 ne peut être réalisée.

- *Éolienne E8*

Les estimations de mortalité selon les modèles d'estimation les plus fiables pour l'éolienne E8 sont comprises entre 13 et 18 individus sur les trois périodes de suivi (59 jours au total). On notera toutefois que les trois observations ont été réalisées sur 3 jours différents (01/06/2018, 05/06/2018 et 28/08/2018) étalés sur le printemps/été 2018.

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée des oiseaux est au minimum de 76 et 103 individus sur l'ensemble du suivi, en se basant sur les formules les plus fiables (hors Winkelmann). Les 11 observations ont été réalisées sur 7 jours différents étalés sur la fin de printemps (début du mois de juin) et sur l'été/automne (août, septembre et octobre). La majorité des observations (~82 %) ont été réalisées entre le 22/08/2018 et le 09/10/2018, soit sur un peu moins de 2 mois.

On notera qu'une éolienne présente une plus forte estimation de mortalité à l'échelle du parc ; il s'agit de l'éolienne E3. La présence d'un fourré arbustif à proximité de l'éolienne aurait pu expliquer en partie ce résultat mais nous n'obtenons pas de résultat similaire sur l'éolienne E2 (le fourré étant localisé entre les éoliennes E2 et E3).

Pour les autres éoliennes, les valeurs restent dans les mêmes ordres de grandeur et les variations d'estimations sont liées aux variations des coefficients correcteurs entre éolienne.

2 Synthèse du suivi de mortalité

Le premier suivi de mortalité mené entre le 17 mai 2018 et le 9 octobre 2018 sur le parc éolien de Greneville-en-Beauce (8 machines) a permis l'observation de 19 cadavres d'oiseaux et de 12 cadavres de chiroptères.

En effet, 12 espèces d'oiseaux (l'Alouette des champs, le Bruant proyer, le Busard Saint-Martin, la Buse variable, le Chardonneret élégant, la Grive draine, la Linotte mélodieuse, le Martinet noir, le Pigeon biset domestique, le Pigeon ramier, le Roitelet triple bandeau et le Rougequeue à front blanc) et 4 espèces de chiroptères (la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler et la Noctule commune) ont été retrouvées sous les éoliennes du parc suivi.

La majorité des espèces d'oiseaux observées sont des Roitelets triples bandeaux (4 individus), des Bruants proyers (3 individus), des Pigeons ramiers (2 individus) et des Martinets noirs (2 individus). La majorité des espèces de chiroptères observées sont des Noctules de Leisler (4 individus) et dans une moindre mesure des Pipistrelles communes (3 individus) et des Pipistrelles de Nathusius (3 individus). À noter l'observation de 2 Noctules communes.

La cause de la mort des individus semble imputable aux éoliennes, que cela soit par collision ou par barotraumatisme.

Les cadavres ont été localisés à des distances comprises pour les oiseaux entre 2 m pour le Chardonneret élégant et 64 m du mât pour un Pigeon ramier et pour les chauves-souris entre 13 m pour la Pipistrelle commune et 55 m du mât pour la Pipistrelle de Nathusius.

Un test de persistance des cadavres a été réalisé, avec utilisation au total de 79 rats. Lors de ce test, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez importantes à l'échelle du

2 Synthèse et analyse des résultats

parc, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de 1,0 jour (E3) à 3,95 jours (E5).

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi (59 jours).

L'utilisation des formules d'estimation de mortalité les plus fiables amène à estimer une mortalité de l'ordre de 46 à 62 cas de mortalité de chiroptères au minimum sur la période de suivi où ~89 % des observations (et donc des estimations) se concentrent seulement sur moins de deux mois (mi-août à début octobre).

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation de mortalité les plus fiables amène à estimer une mortalité de l'ordre de 76 à 103 cas de mortalité d'oiseaux au minimum sur la période de suivi où ~82 % des observations (et donc des estimations) se concentrent seulement sur moins de deux mois (fin août à début octobre).

Au regard des résultats estimatifs du premier suivi de mortalité de ce parc, il semblerait opportun de continuer une nouvelle campagne de suivi sur un second cycle. Elle permettrait de valider les résultats obtenus aussi bien pour les aspects quantitatifs (estimations de la mortalité) que qualitatifs (phénologie de la mortalité) en suivant au minimum les périodes du protocole (révision 2018).

Pour aller encore plus loin dans la robustesse des estimations, une démarche de concertation avec les exploitants agricoles locaux serait une réelle plus-value. Cela pourrait permettre d'améliorer l'efficacité de recherche des surfaces prospectées et de réduire au minimum le coefficient de correction de surface (occupations du sol plus adéquates, passages organisés en fonction du travail du sol).

Ces chiffres sont sensiblement supérieurs à ceux mentionnés par la bibliographie. Selon RYDELL et al. (2010), le nombre de chiroptères tués par éolienne et par an est compris entre 0 et 5 individus en Europe. En Allemagne, la mortalité des chauves-souris est estimée entre 10 et 12 individus par éolienne et par an (KORNER-NIEVERGELT et al., 2013). En Champagne-Ardenne, une étude menée sur 18 parcs éoliens donne des résultats de 1 à 3 cadavres par éolienne et par an, sans correction statistique (HARTER, 2015). De plus, de la mortalité a été constatée sur tous les parcs étudiés.

Faute de référentiel, il est complexe de conclure et d'évaluer l'impact du parc de Greneville-en-Beauce en fonctionnement sur la conservation des espèces d'oiseaux et de chiroptères. On notera toutefois que le taux de mortalité estimé sur le parc semble supérieur aux résultats fournis par la bibliographie.

Avec le développement rapide de l'éolien, une réflexion sur l'effet cumulé des parcs sur ces espèces devrait être menée (RYDELL et al. 2012). En effet, la puissance raccordée du parc éolien français devrait doubler entre 2015 et 2020. Avec l'augmentation du nombre d'éoliennes, le taux de mortalité par mât pourrait ne plus être acceptable et, à moyen terme, devenir une menace sérieuse pour la conservation de certaines espèces (ARTHUR, 2016). Ceci est particulièrement vrai pour les chiroptères, dont les tailles de population sont limitées et dont la reproduction est lente.

Les stratégies et voies de migration étant peu connues pour les chiroptères, il serait intéressant de poursuivre ce suivi sur une autre année et de le coupler à une étude acoustique en altitude pour affiner les résultats.

2 Synthèse et analyse des résultats

Enfin, nous rappellerons que le suivi réalisé en 2018 ne suit pas exactement le nouveau protocole révisé et validé par le Ministère de la transition écologique et solidaire (absence de suivi post-implantation de l'activité en nacelle des chauves-souris, suivi mortalité réalisé sur 12 prospections au lieu de 20, 1 test de prédation réalisé sur les 2 prévus) ; celui-ci étant paru en même temps que le lancement de l'étude.

3

Bibliographie

3 Bibliographie

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

ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNS J. & HORN J., 2005. – Relationship between bats and wind turbine in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. – Bats and Wind Energy Cooperative, 168 p.

ARNETT E. B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. – Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. – Bats and Wind Energy Cooperative, 44 p.

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.

BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. – Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.

DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.

BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.

DULAC. P. 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan des 5 années de suivi. LPO Vendée, ADEME Pays de Loire, Région Pays de Loire, Nantes – La Roche-sur-Yon - 106 p.

FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.

FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

HUSO, M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses – Environmetrics, DOI: 10.1002/env.1052. 19 p.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of literature and analysis of banding data. Naturschutz und Biologische Vielfalt No. 28: 1-172.

JONES G., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Scoping and method development report. 158 p.

KORNER-NIEVERGELT, Fränzi, KORNER-NIEVERGELT, Pius, BEHR, Oliver, et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, vol. 17, no 4, p. 350-363.

MARCHESI, P., BLANT, M. ET CAPT, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.

3 Bibliographie

SVENSSON L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.

TRAN, M. & Roux, D. 2012. Évaluation de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères et suivi du comportement de l'avifaune du parc éolien de Bollène (Vaucluse). Bilan de 3 années de suivi. Rapport ONCFS, nov. 2012. 77 p.

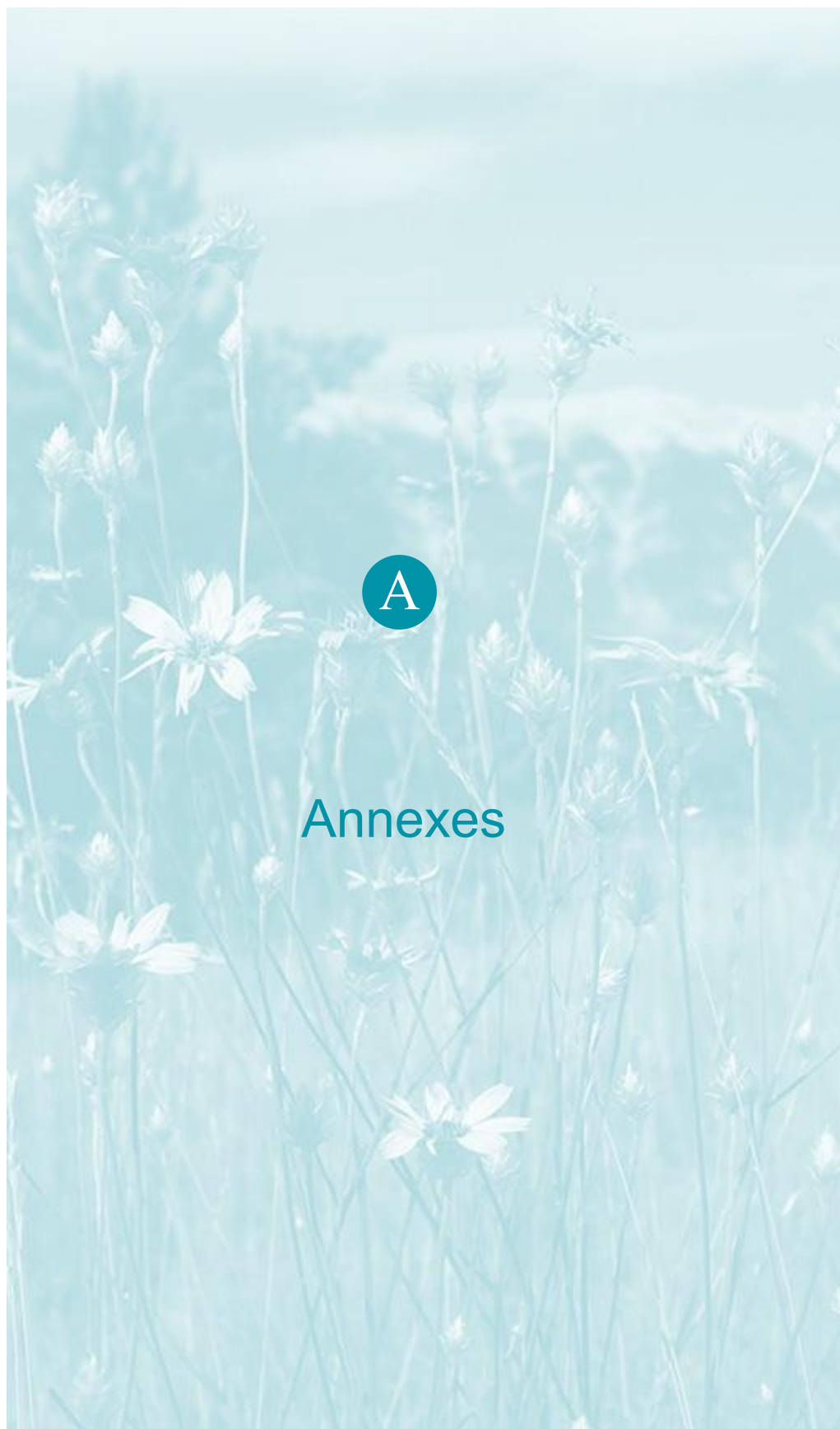
WINKELMAN J.E., 1984. - Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). RIN-report 84/7, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

WINKELMAN J.E., 1985a. - Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). Limosa 58: 117-121.

WINKELMAN J.E., 1985b. Impact of medium-sized wind turbines on birds: a survey on flight behaviour, victims, and disturbance. Neth. J. Agric. Sci. 33: 75-78.

Site internet :

DURR, 2018 : <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>



A

Annexes

A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

Tableau 16 : Résultats du suivi de mortalité

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
17/05/2018	E4	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	35
17/05/2018	E5	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	31
17/05/2018	E7	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	50
25/05/2018	E6	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	13
01/06/2018	E8	<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	6
05/06/2018	E8	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	64
09/08/2018	E2	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	Frais	Immature	Indéterminé	Collision avec pale	15
09/08/2018	E3	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	33
10/08/2018	E2	<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	Frais	Immature	Indéterminé	Collision avec pale	2
10/08/2018	E8	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	45
15/08/2018	E4	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	30
15/08/2018	E7	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	45
22/08/2018	E3	<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	55
22/08/2018	E6	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	15

A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

22/08/2018	E8	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	15
22/08/2018	E8	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	40
28/08/2018	E8	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	38
28/08/2018	E8	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	50
17/09/2018	E4	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	50
17/09/2018	E5	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	6
17/09/2018	E6	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple bandeau	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	7
17/09/2018	E7	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple bandeau	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	33
24/09/2018	E3	<i>Columbia livia f. domestica</i>	Pigeon biset domestique	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	40
24/09/2018	E4	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	22
24/09/2018	E4	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	26
02/10/2018	E1	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple bandeau	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	42
02/10/2018	E2	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	30
02/10/2018	E3	<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	25
02/10/2018	E4	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple bandeau	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	39
09/10/2018	E5	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	55
09/10/2018	E6	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	36



Siège social :
22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze
Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - www.biotope.fr