



Suivi de l'avifaune nicheuse

Suivi de l'activité des chiroptères

Suivi de mortalité de l'avifaune et des  
chiroptères

Parc éolien de Bois Ballay

Mareuil-sur-Arnon (18)



collection des études

Suivi de l'avifaune nicheuse

Suivi de l'activité des chiroptères

Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Parc éolien de Bois Ballay



Agence Centre Bourgogne  
122-124 Rue du Faubourg Banner  
45000 Orléans  
Tél. : 02 38 61 07 94  
e-mail : [centrebουργogne@biotope.fr](mailto:centrebουργogne@biotope.fr)

**Citation recommandée** BIOTOPE, 2016. *Suivi de l'activité de l'avifaune nicheuse et des chiroptères, suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères, Parc éolien de Bois Ballay*. Greensolver, p100.

**Version / indice** Rapport V1

**Date** 01/12/2016

**Nom de fichier** Biotope\_2016\_Mortalite&Comportement\_BoisBallay\_V2.docx\_V1

**N° de contrat(s)** DEV20160315

**Maîtrise d'ouvrage** GREENSOLVER

**Contact maîtrise d'ouvrage**

**Responsable projet** Ludivine DOYEN, [ldoyen@biotope.fr](mailto:ldoyen@biotope.fr)  
**BIOTOPE** Directrice d'étude

# Sommaire

---

Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques	8
<b>I. Contexte écologique général</b>	<b>10</b>
I.1 Présentation du parc	10
I.2 Zonages du patrimoine naturel	13
I.2.1 Zonages règlementaires de protection du patrimoine naturel	13
I.2.2 Zonages d'inventaire du patrimoine naturel	15
I.3 Continuités écologiques	17
I.3.1 Concepts et définitions	17
I.3.1 Continuités écologiques identifiées à l'échelle régionale par le SRCE18	
I.4 Rappel des enjeux de l'étude d'impact	20
I.4.1 Les techniques employées	20
I.4.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux définis dans l'étude d'impact	21
I.4.3 Intérêt du site et de ses abords pour les chiroptères définis dans l'étude d'impact	22
I.4.4 Limites de l'étude d'impact	23
<b>II. Méthodologie appliquée</b>	<b>24</b>
II.1 Equipe de travail	24
II.2 Prospections	24
II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées	26
II.3.1 Etude de l'activité de l'avifaune nicheuse	26
II.3.2 Etude de l'activité des chauves-souris autour du parc éolien	29
II.3.3 Suivi de mortalité (oiseaux et chauves-souris : recherche par transects circulaires)	35
Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats	41
<b>III. Résultats de l'activité des oiseaux nicheurs</b>	<b>42</b>
III.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en période de nidification	42
III.1.1 Richesse spécifique	42

III.1.2	Résultats des points d'écoutes	43
III.1.3	Les espèces patrimoniales et sensibles recensées	44
III.2	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	45
<b>IV.</b>	<b>Bilan du suivi de l'activité des chiroptères</b>	<b>48</b>
IV.1	Espèces recensées sur l'aire d'étude en 2016	48
IV.1.1	Richesse spécifique	48
IV.1.2	Statuts de protection et de conservation des chiroptères de l'aire d'étude	49
IV.1.1	Sensibilité aux éoliennes des espèces recensées	50
IV.2	Données quantitatives sur l'aire d'étude en 2016	51
IV.3	Activité des chiroptères sur l'aire d'étude en 2016	55
IV.4	Rôle fonctionnel de l'aire d'étude pour les chiroptères	56
IV.5	Comparaison avec les résultats de l'étude d'impact	57
<b>V.</b>	<b>Résultats du suivi de mortalité</b>	<b>58</b>
V.1	Résultats bruts	58
V.1.1	Données générales concernant les cadavres découverts	58
V.1.2	Les oiseaux	59
V.1.3	Les chauves-souris	62
V.1.4	Suivi par éolienne	68
V.1.5	Répartition spatiale des informations	69
V.1.6	Analyse par milieu	70
V.2	Analyse des résultats	70
V.2.1	Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs	70
V.2.2	Estimation de la mortalité	71
<b>Annexes</b>		<b>79</b>

# Liste des tableaux, cartes et figures

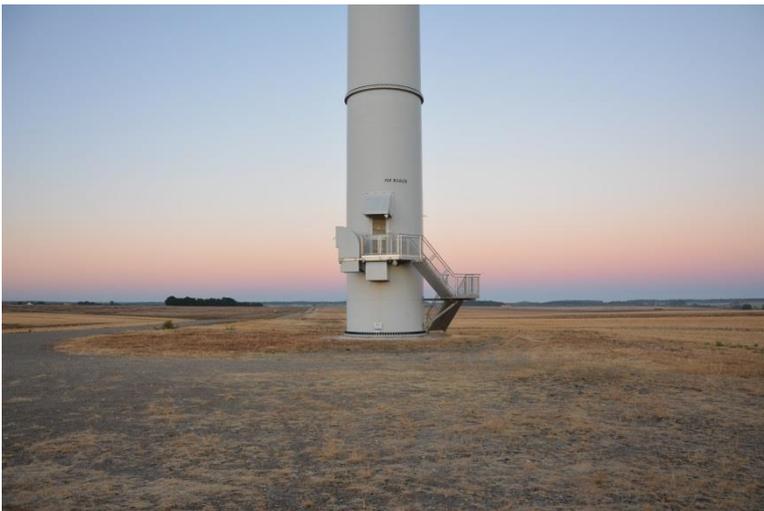
---

Tableau 1.	<i>Zonages de protection du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée</i>	15
Tableau 2.	<i>Zonages d'inventaire du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée</i>	16
Tableau 3.	<i>Dates de prospection des différents suivis menés sur le parc de Bois Ballay</i>	24
Tableau 4.	<i>Groupes identifiables en fonction de la qualité des enregistrements</i>	31
	<i>Liste des espèces patrimoniales observées en période de reproduction sur, ou à proximité immédiate, du parc éolien de Bois Ballay (BIOTOPE, 2016)</i>	44
Tableau 5.	<i>Comparaison des espèces remarquables observées en 2007 et 2016 sur et aux abords du parc éolien de Bois Ballay</i>	46
Tableau 6.	<i>Liste des espèces observées ou probables au sein de l'aire d'étude</i>	48
Tableau 7.	<i>Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères présentes</i>	49
Tableau 8.	<i>Sensibilité des espèces observées ou probables au sein de l'aire d'étude</i>	50
Tableau 9.	<i>Synthèse de l'activité chiroptérologique sur le site</i>	55
Tableau 10.	<i>Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2015) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe</i>	60
Tableau 11.	<i>Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc de Bois Ballay</i>	61
Tableau 12.	<i>Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Bois Ballay</i>	67
Tableau 13.	<i>Proportion de cadavres par éolienne</i>	69
Tableau 14.	<i>Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité globale du parc de Bois Ballay</i>	71
Tableau 15.	<i>Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité des oiseaux du parc de Bois Ballay</i>	71
Tableau 16.	<i>Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité des chiroptères du parc de Bois Ballay</i>	71
Carte n° 1.	<i>Localisation du parc éolien de Bois Ballay. Les cercles bleus correspondent aux aires d'études immédiate (&lt;1km) et éloignée (20km)</i>	11
Carte n° 2.	<i>Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc de Bois Ballay</i>	12
Carte n° 3.	<i>Extrait du SRCE Centre-Val de Loire. Le point rouge indique l'emplacement du parc éolien de Bois Ballay.</i>	19

Carte n°4.	<i>Cartographie de l'assolement et des éléments fixes du paysage extraite de l'étude d'impact</i>	21
Carte n°5.	<i>Localisation des points d'écoute IPA - Avifaune nicheuse</i>	28
Carte n°6.	<i>Localisation des points d'écoute chiroptères</i>	34
Carte n°7.	<i>Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc de Bois Ballay</i>	47
Carte n°8.	<i>Synthèse des espèces de chiroptères contactées sur l'aire d'étude</i>	54
Carte n°9.	<i>Emplacement des cadavres trouvés lors du suivi mortalité, par éolienne, sur le parc de Bois Ballay.</i>	69
Figure 1.	<i>Evolution de l'occupation de sol globale du parc éolien de Bois Ballay entre le 12 juillet et le 17 octobre 2016.</i>	10
Figure 2.	<i>Schéma des éléments constitutifs d'un réseau écologique</i>	18
Figure 3.	<i>Schéma du principe de détection, d'identification et de définition d'activité des chauves-souris par enregistrement des émissions ultrasonores. © Biotope</i>	29
Figure 4.	<i>Evolution de surface prospectée sous les éoliennes du parc de Bois Ballay durant le suivi mortalité</i>	40
Figure 5.	<i>Richesse spécifique par point d'écoute et par aire d'étude</i>	44
Figure 6.	<i>Proportions des contacts localisés à plus de 25 m de hauteur par espèce. Les erreurs standards sont indiquées pour chaque espèce sous forme de barres. L'espèce est indiquée par un code à 6 lettres, les 3 premières lettres du genre suivies des 3 premières lettres de l'espèce. (Graphique issu de BAS, 2014).</i>	50
Figure 7.	<i>Nombre total de contacts de chauves-souris par session (toutes espèces confondues)</i>	51
Figure 8.	<i>Nombre de contacts par espèce et par point au cours du passage de mai 2016</i>	52
Figure 9.	<i>Nombre de contacts par espèce et par point au cours du passage de juillet 2016</i>	52
Figure 10.	<i>Nombre de contacts par espèce et par point au cours du passage d'août 2016</i>	53
Figure 11.	<i>Nombre d'observations par passage et répartition mensuelle des cadavres trouvés sur le parc de Bois Ballay</i>	58
Figure 12.	<i>Mortalité par espèce</i>	59
Figure 13.	<i>Synthèse française des cas de mortalité pour les espèces observées sur le parc éolien de Bois Ballay (Dürr, 2015).</i>	60
Figure 14.	<i>Synthèses européenne et française des cas de mortalité liés aux parcs éoliens pour les Chauves-souris. © Adapté de Dürr (2015).</i>	63
Figure 15.	<i>Recaptures de bagues pour les populations de Noctule commune. Carte extraite de Hutterer et al. 2005</i>	64

- Figure 16. *Routes migratoires de la noctule de Leisler, obtenues par 50ans de baguage et recapture. D'après Hutterer et al. 2005.* 65
- Figure 17. *Recaptures de bagues pour les populations de Pipistrelles de Nathusius du Nord-est de l'Europe en relation avec la densité des éoliennes en Allemagne. Extrait de Voigt et al. 2015.* 66
- Figure 18. *Nombre d'observations par éolienne entre juillet et octobre 2016.* 68

# Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques



Eoliennes du parc de Bois Ballay. © Biotope, 2016.



# Introduction

---

Greensolver est propriétaire d'un parc éolien de 5 machines implantées sur la commune de Mareuil-sur-Arnon, dans le département du Cher.

Dans le cadre de la réglementation « ICPE », applicable depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2012 aux parcs éoliens et plus particulièrement de l'article 12 de l'Arrêté du 26 août 2011, Greensolver a missionné la société BIOTOPE pour réaliser différents suivis : un suivi de l'avifaune nicheuse au printemps 2016, un suivi de l'activité des chiroptères entre avril et septembre 2016, et un suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères durant l'été et l'automne 2016.

- ☞ Le présent document présente les résultats du suivi réalisé durant l'année 2016 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est de proposer une évaluation de l'utilisation du site par les chiroptères et l'avifaune nicheuse, ainsi que des taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, au sein du parc en exploitation.

# I. Contexte écologique général

## I.1 Présentation du parc

*Cf. carte 1 : Localisation du parc éolien de Bois Ballay et carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc de Bois Ballay*

Le parc éolien de Bois Ballay se situe dans le département du Cher, en région Centre. Il est éloigné d'environ 14 kilomètres au sud-est d'Issoudun et de 12,5 kilomètres au sud-ouest de Saint-Florent-sur-Cher. Le parc est situé intégralement sur la commune de Mareuil-sur-Arnon.

Mis en service en juillet 2011, le parc est composé de 5 éoliennes Nordex N100 de 2,5 MW de puissance unitaire. Ces éoliennes sont équipées d'un rotor de 100 mètres de diamètre et d'une tour de 100 mètres de hauteur. Sur site, les éoliennes portent les dénominations BB1, BB2, BB3, BB4 et BB5.

Le parc de Bois Ballay est situé dans la région agricole de la Champagne berrichonne, plaine vouée à la culture intensive de céréales. Le paysage est donc très ouvert, légèrement vallonné avec quelques bosquets et haies résiduelles.

Le recouvrement végétal au pied des éoliennes du parc de Bois Ballay varie selon les saisons et est composé de cultures de blé, de maïs, de trèfle et de colza.

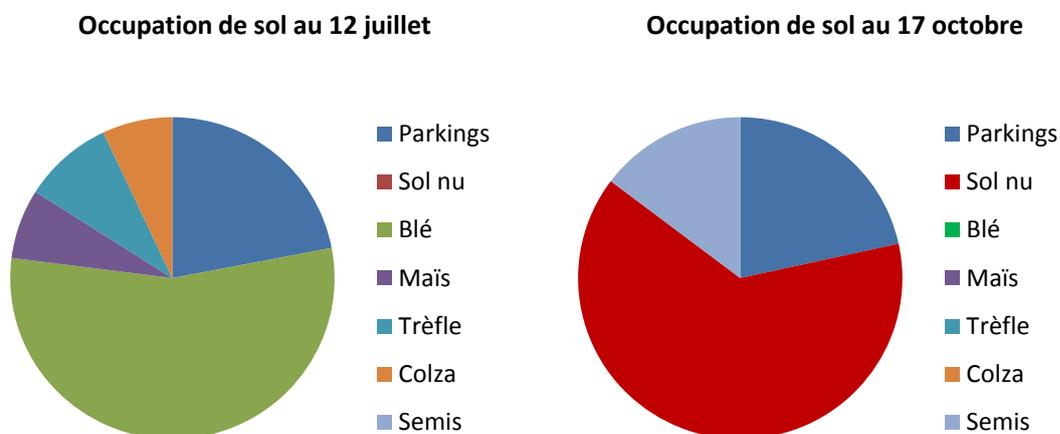
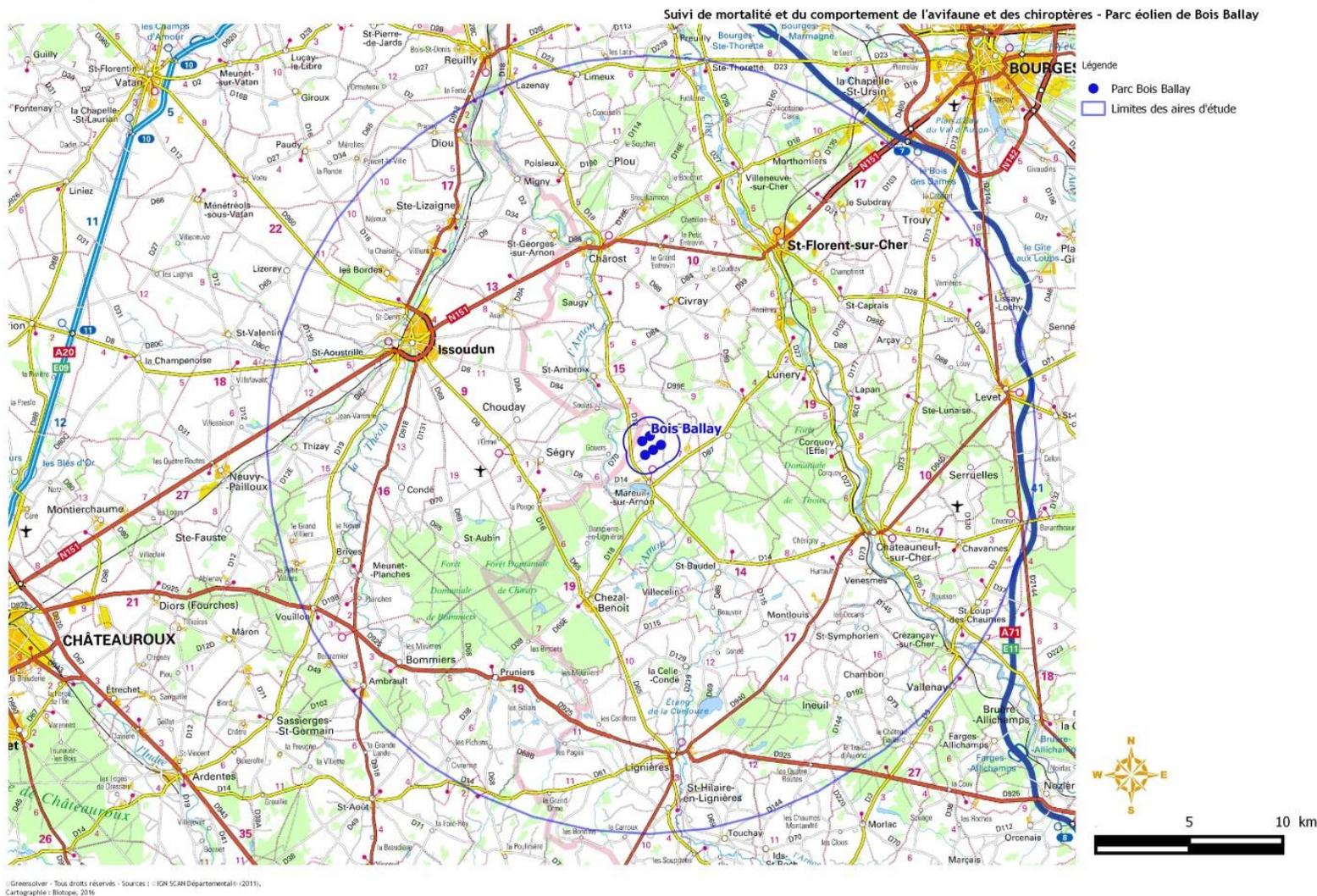


Figure 1. Evolution de l'occupation de sol globale du parc éolien de Bois Ballay entre le 12 juillet et le 17 octobre 2016.

## Localisation du parc éolien de Bois Ballay



Carte n°1. Localisation du parc éolien de Bois Ballay. Les cercles bleus correspondent aux aires d'études immédiate (<1km) et éloignée (20km)

## Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc de Bois Ballay

Suivi de mortalité et du comportement de l'avifaune et des chiroptères - Parc éolien de Bois Ballay



Carte n°2. Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc de Bois Ballay

## I.2 Zonages du patrimoine naturel

---

Un inventaire des zonages du patrimoine naturel s'appliquant sur l'aire d'étude éloignée (20km) a été effectué sur la base des données disponibles sur le portail géographique de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de la région Centre (Carmen) ainsi que le site internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN). Ces données ont été consultées en octobre 2016.

Les données administratives concernant les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore sont principalement de deux types :

- Les zonages réglementaires, qui correspondent à des sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels les interventions dans le milieu naturel peuvent être contraintes. Ce sont les sites du réseau européen NATURA 2000, les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les réserves naturelles nationales et régionales...
- Les zonages d'inventaires du patrimoine naturel, élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs et qui n'ont pas de valeur d'opposabilité. Ce sont notamment les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) et les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II - grands ensembles écologiquement cohérents - et ZNIEFF de type I - secteurs de plus faible surface au patrimoine naturel remarquable -).

D'autres types de zonages existent, correspondant par exemple à des territoires d'expérimentation du développement durable (ex. : Parcs Naturels Régionaux - PNR) ou à des secteurs gérés en faveur de la biodiversité (ex. : Espaces Naturels Sensibles).

Les tableaux qui suivent présentent les différents zonages du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée, en précisant pour chacun :

- le type, et l'intitulé du zonage ;
- sa localisation et sa distance par rapport à l'aire d'étude rapprochée ;
- les principales caractéristiques et éléments écologiques de ce zonage (informations issues de la bibliographie).

### 1.2.1 Zonages réglementaires de protection du patrimoine naturel

Les zonages réglementaires correspondent à des sites dans lesquels les interventions dans le milieu naturel peuvent être contraintes au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur.

Il s'agit (classés de l'échelle européenne à nationale) :

- des sites du réseau européen NATURA 2000 ;
- des réserves naturelles nationales et régionales;
- des sites faisant l'objet d'un arrêté préfectoral de protection de biotope ;
- des forêts de protection...

Les textes régissant ces espaces font partie du Code de l'environnement (article L331-1 du Code de l'environnement).

### Le réseau Natura 2000

Le Réseau Natura 2000 comprend des sites naturels contenant des habitats et des espèces d'importance européenne en application des directives européennes 79/409/CEE dite Directive «

Oiseaux » et 92/43/CEE modifiée dite Directive « Habitats ».

Il s'agit des propositions de Sites d'Intérêt Communautaire (pSIC), des Sites d'Intérêt Communautaire (SIC) et des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) de la Directive 92/43/CEE modifiée, dite Directive « Habitats », et des Zones de Protection Spéciales (ZPS) de la Directive 79/409/CEE, dite Directive « Oiseaux ».

Les projets, dans ou hors site Natura 2000, doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs incidences dès lors qu'ils sont susceptibles d'avoir un impact notable sur les habitats ou les espèces d'intérêt communautaire d'un site Natura 2000. Ces zones Natura 2000 font l'objet d'une réglementation particulière au titre du Code de l'environnement, art. R414-19 : « *Sauf mention contraire, les documents de planification, programmes, projets, manifestations ou interventions listés au I sont soumis à l'obligation d'évaluation des incidences Natura 2000, que le territoire qu'ils couvrent ou que leur localisation géographique soient situés ou non dans le périmètre d'un site Natura 2000.* »

☞ Aucun site du réseau européen NATURA 2000 ne recoupe l'aire d'étude immédiate du parc éolien de Bois Ballay.

Néanmoins, quatre zones spéciales de conservation (ZSC) recoupent l'aire d'étude éloignée.

**Le site « Coteaux, bois et marais calcaires de la Champagne berrichonne »** regroupe un ensemble de milieux présentant un très grand intérêt botanique et paysager dans une zone de grandes cultures. A noter, la présence de 6 espèces de chauves-souris inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore : la Barbastelle d'Europe, le petit Rhinolophe, le grand Rhinolophe, le grand Murin, le Murin à oreilles échancrées et le Murin de Bechstein.

**Le site « Site à Chauves-Souris de Charost »** est un site de reproduction de Grand Murin, espèce protégée inscrite à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore. Il est cependant situé à plus de 10km du parc éolien.

**Le site « Basse Vallée de l'Arnon »** est un ensemble de prairies inondables abritant la plus vaste station de Fritillaire pintade de la région. Cinq espèces de chauves-souris inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore y sont présentes : la Barbastelle d'Europe (60-80 individus), le petit Rhinolophe (30-50 individus), le grand Rhinolophe (20-30 individus), le grand Murin et le Murin à oreilles échancrées.

**Le site « Ilots de marais et coteaux calcaires au nord-ouest de la Champagne berrichonne »** est constitué d'une mosaïque d'habitats dont notamment des zones de marais, des prairies marécageuses et des prairies calcaires. C'est un site à fort intérêt floristique abritant des espèces rares et un cortège d'orchidées remarquables. A noter, la présence de Grand Rhinolophe et de Grand Murin, espèces protégées inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore.

## Autres zonages

Des Arrêtés préfectoraux de Protection de Biotope (APB) concernent les sites « Marais de Jean - Varenne » et « le Patouillet ». Le premier est un marais abritant plusieurs espèces protégées dont le Grand Murin, le Busard Saint-Martin, la Bondrée apivore, le Milan noir, le Martin-pêcheur d'Europe et la Pie-grièche écorcheur. Le deuxième vise à protéger la biodiversité associée aux milieux calcaires thermophiles

La Réserve Naturelle Nationale des Chaumes du Vernillers, située à 18km de la zone d'étude, est un ensemble de prairies calcicoles abritant plus d'une cinquantaine d'espèces déterminantes dont 23 protégées. Des anciennes galeries de mines forment des abris pour les chauves-souris. On y trouve 6 espèces : le Murin de Bechstein, le Murin de Natterer, le Murin de Daubenton, le Grand Murin, le Grand Rhinolophe et le petit Rhinolophe.

☞ Aucun zonage réglementaire de protection ne recoupe l'aire d'étude immédiate du parc éolien de Bois Ballay.

<b>Tableau 1. Zonages de protection du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée</b>			
<b>Intitulé</b>	<b>Code</b>	<b>Surface (ha)</b>	<b>Distance au parc éolien (km)</b>
<b>Réserve naturelle nationale</b>			
LES CHAUMES DU VERNILLERS	FR3600178	81	18
<b>Arrêtés de Protection de Biotope</b>			
MARAIS DE JEAN-VARENNE	FR3800057	92	16,50
LE PATOUILLET	FR3800053	89,5	9,20
<b>Natura 2000_ZSC</b>			
COTEAUX, BOIS ET MARAIS CALCAIRES DE LA CHAMPAGNE BERRICHONNE	FR2400520	4999,49	7 à 43
SITE A CHAUVES-SOURIS DE CHAROST	FR2402004	0,31	10,50
BASSE VALLEE DE L'ARNON	FR2400521	1332,28	4 à 32
ILOTS DE MARAIS ET COTEAUX CALCAIRES AU NORD-OUEST DE LA CHAMPAGNE BERRICHONNE	FR2400531	313,4	3 à 18

## 1.2.2 Zonages d'inventaire du patrimoine naturel

Les zonages d'inventaires du patrimoine naturel, sont élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs et n'ont pas de valeur d'opposabilité. Ils ont pour objectif d'identifier et de décrire les secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. Ce sont notamment les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) et les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II qui sont de grands ensembles écologiquement cohérents et ZNIEFF de type I qui sont des secteurs de plus faible surface au patrimoine naturel remarquable).

Les ZNIEFFs sont dépourvues de valeur juridique. Aucune restriction d'usage liée à leur existence ne s'applique. Elles signalent cependant la valeur écologique du territoire concerné et la présence éventuelle d'espèces réglementairement protégées.

☞ Aucune ZNIEFF ne recoupe l'aire d'étude immédiate du parc éolien de Bois Ballay.

<b>Tableau 2. Zonages d'inventaire du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée</b>			
Intitulé	Code	Surface (ha)	Distance au parc éolien (km)
<b>ZNIEFF de type I</b>			
PRAIRIE HUMIDE DU BOIS DE PASSA	240030263	2,58	2,83
PELOUSES DU TROU A RAGOT	240006417	3,51	3,11
PELOUSE DE BOISSEREAU	240030383	0,42	5,94
PELOUSES DU MOULIN NEUF	240030266	1,17	6,57
PELOUSES CALCICOLES DE LA FORET DE THOUX	240030353	73,15	7,60
PRAIRIES DE BEAUVOIR	240030285	44,61	8,50
PELOUSES DE CHANTELOUP	240030304	7,95	9,41
PELOUSES ET BOIS DU PATOUILLET	240000924	331,97	9,53
PELOUSES DU MOULIN DU BREUIL	240030310	5,36	9,58
PELOUSES SABLEUSES DE LA GRANDE ROCHE	240030363	6,63	9,77
PELOUSES DES USAGES DE LA ROCHE (COMMUNAUX DE LAPAN, LES VALLEES, LES MALCORPS, TARDONNE)	240000919	16,68	10,51
PELOUSES DES HAUTS DE LAPAN	240030334	18,69	10,67
CHENAIE THERMOPHILE DE CHANTOISEAU	240030862	23,27	10,83
PELOUSES DE LA TOUCHE	240009905	16,05	11,05
PELOUSES DE LA MAISON NEUVE	240030332	29,48	11,87
MARAIS DE ROUSSY	240030151	16,16	12,03
PELOUSES DE ROUSSY	240030152	7,86	12,09
PELOUSES DES EPARGNES	240031559	1,26	12,43
CHENAIE-CHARMAIE DU PETIT BOIS	240031564	14,75	13,11
PELOUSES DES CASSONS	240030317	5,81	13,17
PELOUSE DE LA VALLEE DE TREFOU	240030367	0,69	13,20
PELOUSE CALCICOLE DE MARNIGNY	240031608	0,29	13,58
PELOUSES DES REAUX	240000908	3,96	13,86
PELOUSE DU BOIS DE LA SOUPLEE	240030292	5,69	14,56
PRAIRIE DES GAMBIERS	240031628	3,70	14,98
PELOUSES DU PETIT CHEVRIER	240030311	1,51	15,00
PELOUSES DES VARROUX	240000909	9,17	15,05
BOIS DE LA LANDE	240000911	182,80	15,29
PELOUSES ET FOURRES DU BOIS DU CROT	240031361	9,62	15,42
MARAIS DE GRAVOLLE	240000588	50,30	15,49
PRAIRIE HUMIDE DU GUE PINARD	240031574	2,16	15,65
MARAIS DE CHAVANNES	240031597	6,99	15,75
BOIS DE LA COUDRE	240031575	103,57	15,80
MARAIS DE JEAN-VARENNE	240000580	99,48	15,85
PELOUSES DES BOIS BORGNES	240000578	78,87	16,18
ETANG DES USAGES ET BOIS PLAINS	240009387	110,36	16,60

PELOUSES DES CHAUMES DU VERNILLER	240006415	185,18	16,81
PELOUSES DES MONTEES	240030303	2,06	17,26
PELOUSES DE NEROUX	240030107	29,32	17,27
PRAIRIE HUMIDE DE SAUZAY	240031599	3,65	17,57
PELOUSES DU CROT ROUGE	240030312	1,74	17,78
ETANG DU COLOMBIER	240000914	10,58	17,81
PELOUSES ET OURLETS DES BORDES ET DU PUIITS D'IGNOUX	240030349	38,04	18,68
PRAIRIE HUMIDE DES FONDS JOINTS	240031647	1,21	18,70
PELOUSES DES CARRIERES DE LA CHAPELLE-SAINT-URSIN	240030323	17,11	19,73
FORÊT DE LA LANDE ROUGE	240031468	58,79	19,79
<b>ZNIEFF de type II</b>			
BOIS DE THOUX	240000915	3917,09	2,67
MARAIS DU PONTET	240000922	36,69	5,53
FORET DE CHOEURS-BOMMIERS	240000606	5193,69	6,24
BOIS THERMOPHILES ET PELOUSES DU CANTON DE LA ROCHE, DE LA BOUQUETIERE ET DE LA GARENNE	240030892	955,78	10,08
VALLEE DE L'ARNON : BOUCLE DE ROUSSY	240009385	192,69	11,50
BOIS DU PALAIS	240031577	905,91	12,45
MARAIS DE THIZAY	240031330	333,39	15,30
BOIS DU ROI	240031048	315,15	16,17

☞ Ces zonages d'inventaires indiquent une diversité et une richesse importante de la faune et de la flore aux alentours du parc éolien.

## I.3 Continuités écologiques

### I.3.1 Concepts et définitions

La circulation des espèces dépend de la qualité des paysages, et plus exactement de leur perméabilité liée principalement à leur structuration. Chaque espèce ayant des exigences écologiques et des capacités de dispersion propres, il existe en théorie autant de réseaux que d'espèces. Cependant, par commodité, il est légitime de regrouper dans un même cortège les espèces ayant des exigences proches.

De manière simplifiée, un réseau écologique est constitué de deux composantes principales :

- Les **réservoirs de biodiversité** (ou zones nodales ou cœurs de nature) qui sont de grands ensembles d'espaces naturels ou semi-naturels continus constituant des noyaux de biodiversité. Ces zones sont susceptibles de concentrer la plupart des espèces animales et végétales remarquables de l'aire d'étude et assurent le rôle de « réservoirs » pour la conservation des populations et pour la dispersion des individus vers les autres habitats.
- Les **corridors écologiques** sont des liaisons fonctionnelles permettant le déplacement des

espèces entre cœurs de nature.

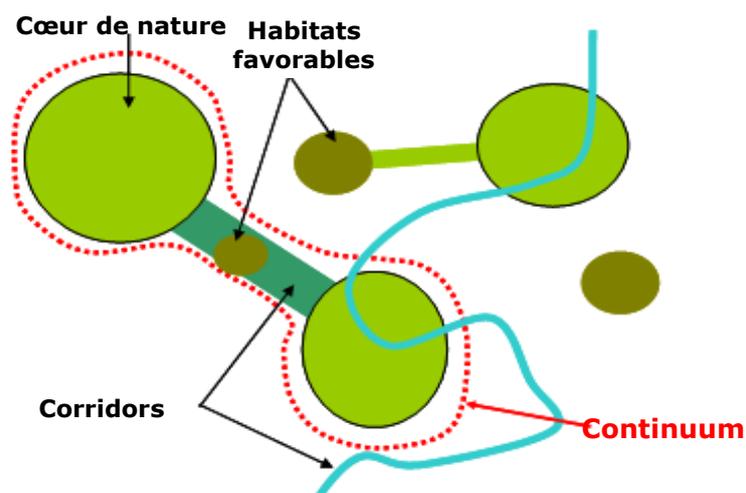


Figure 2. Schéma des éléments constitutifs d'un réseau écologique

A ces deux éléments s'ajoutent des habitats favorables qui sont des ensembles naturels de moindre qualité que les cœurs de nature mais qui contribuent au maillage écologique. Les continuums (ou continuités écologiques) représentent l'ensemble des éléments du paysage accessible à la faune. Ils sont constitués d'un ou plusieurs cœurs de nature, de zones relais et de corridors.

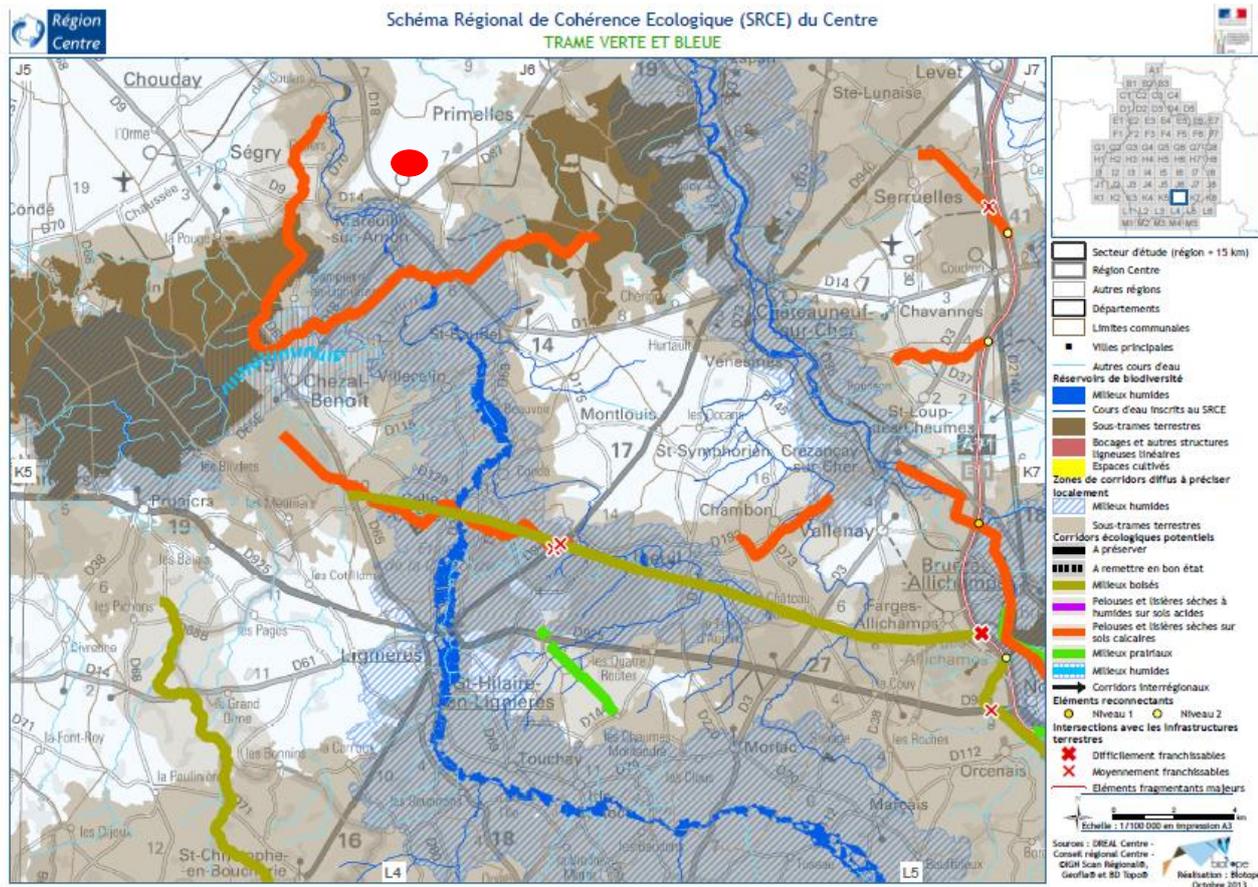
L'assemblage des continuités écologiques forme le réseau écologique. Le reste de l'espace, à priori peu favorable aux espèces, constitue la matrice.

### 1.3.1 Continuités écologiques identifiées à l'échelle régionale par le SRCE

Les données présentées dans ce paragraphe sont extraites de la dernière version disponible (version adoptée en janvier 2015) du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) de la région Centre-Val de Loire.

L'analyse du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) de la région Centre-Val de Loire, permet d'établir la trame écologique dans un contexte plus global. Le SRCE s'est attelé à définir des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques à l'échelle régionale.

☞ Au niveau de l'aire d'étude immédiate (<1km) aucune zone n'est définie par le SRCE. Le site est cependant bien entouré par des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques dans l'aire éloignée, au niveau des cours d'eau et des Znieffs.



Carte n°3.Extrait du SRCE Centre-Val de Loire. Le point rouge indique l'emplacement du parc éolien de Bois Ballay.

## I.4 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

---

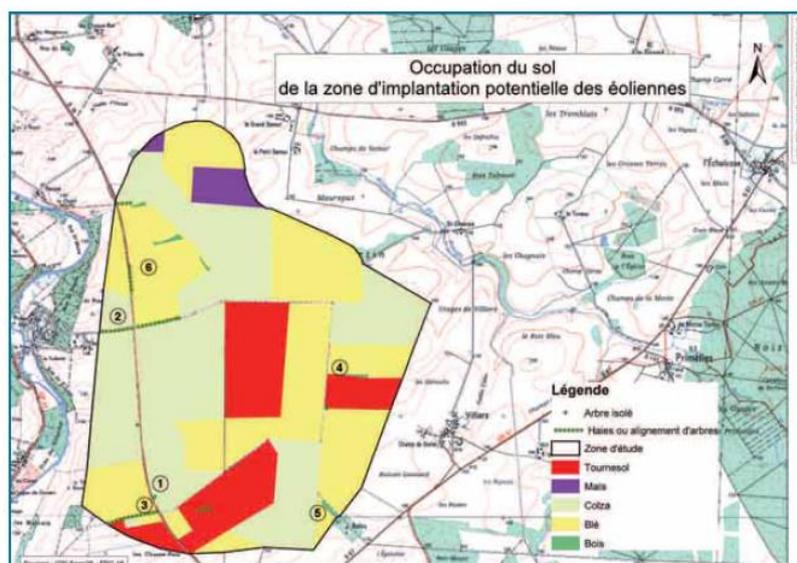
☞ L'objectif de cette partie est de résumer et de ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2016.

### I.4.1 Les techniques employées

L'étude d'impact, publiée en juin 2007 est commune à 2 parcs éoliens, dont celui de Bois Ballay, installés sur les communes de Mareuil-sur-Arnon et de Saint-Ambroix, dans le Cher (18). Plusieurs acteurs ont été mobilisés afin d'étudier les différents groupes faunistiques. Le volet avifaune a ainsi été réalisé par l'association Nature 18 qui s'est appuyée sur une base de données historiques, ainsi que sur une phase de terrain effectuée de mars à fin octobre 2005. Les comportements des oiseaux en phase de reproduction, de migration pré-nuptiale et de migration post-nuptiale ont été étudiés durant cette période. L'étude de la migration des grues cendrées a été poursuivie en 2006. La Fédération Départementale des Chasseurs du Cher a apporté un complément à l'étude de Nature 18. Le Museum d'Histoire Naturelle de Bourges a apporté son expertise pour la partie chiroptères et a réalisé 2 points d'écoutes lors de la nuit du 16 juin 2005.

La zone d'étude se compose quasi exclusivement de cultures céréalières. Quelques rares bosquets et boqueteaux sont parsemés dans les cultures. On note tout de même la présence d'une ceinture forestière, située au sud-est de la zone et comprenant la forêt domaniale de Choieurs, le bois de l'Ecoron, la forêt de Besse et la forêt domaniale de Thoux. Un étang de 30ha est également à proximité du site, à Mareuil-sur-Arnon. La vallée de l'Arnon se situe dans un axe nord/sud à environ 1 Km à l'est de la zone.

☞ La zone d'étude n'a pas subi d'évolution de l'occupation du sol. Les éoliennes se localisent au sein de zones cultivées.



Carte n° 4. Cartographie de l'assolement et des éléments fixes du paysage extraite de l'étude d'impact

#### 1.4.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux définis dans l'étude d'impact

La diversité spécifique des espèces nicheuses au sein de la zone d'étude et de ses abords immédiats apparaît comme **relativement faible** au regard de la totalité des espèces nicheuses de la région Centre. Le cortège présent peut être considéré comme banal, la majorité de la plaine étant habitée par des espèces communes (Alouette des champs, Perdrix rouge, Perdrix grise, Corneille noire, Bruant proyer, Corbeau freux, Pigeon ramier, etc.) et est utilisé comme zone de chasse pour les passereaux insectivores. Ce résultat s'explique en grande partie par la nature du milieu, essentiellement composé d'espaces cultivés homogènes, donc globalement peu favorables à l'avifaune. Quelques rares éléments fixes (alignements d'arbres, buissons, haies) ponctuent ce paysage d'openfields et abritent un cortège d'espèce de milieux arborés et buissonnants : Geai des chênes, Pic vert, Mésange bleue, Fauvette à tête noire, Hypolaïs polyglotte, Linotte mélodieuse, Rossignol philomèle.

Les principales espèces nicheuses remarquables du secteur d'étude, susceptibles d'être affectées par le projet éolien, sont **les Busards cendré et Saint-Martin et l'Œdicnème criard**. Ces espèces nichent au sol et exploitent les espaces ouverts du secteur d'étude pour la quête de nourriture. Le Faucon hobereau et la Bondrée apivores sont également des espèces d'intérêt patrimonial ayant déjà été observées sur le site et potentiellement nicheuses.

La modification ou la perte d'habitat, occasionnée par les travaux d'installation des machines et/ou par leur fonctionnement en phase d'exploitation, constitue un impact pour ces espèces sur le secteur d'étude. Un risque de collision existe également pour les espèces capables de voler à hauteur des pales des éoliennes. Ce risque a cependant été pris en compte dans l'implantation puisque le projet se situe à 380 m du premier petit boisement et à 1250 m de la première forêt, afin de limiter les perturbations sur les espèces forestières et de ne pas impacter les oiseaux circulant entre deux massifs arborés. Afin de favoriser la nidification de l'Œdicnème criard à distance des éoliennes, des parcelles attractives, telles que des jachères, pourraient être mises en place.

Deux espèces remarquables fréquentent ponctuellement la zone : la Cigogne noire et le Grue cendrée. La Cigogne noire a été notée à plusieurs reprises en période de nidification sur le réseau de forêts domaniales de Thoux, Choeurs et de Bommier, entre trois et neuf kilomètres à l'est de la zone.

Le Cher est situé en plein couloir de migration de la Grue cendrée. Ainsi, 15000 à 20000 oiseaux passent chaque année en migration pré-nuptiale et post-nuptiale. En 2006, 14650 grues ont été comptées en migration pré-nuptiale dans le Cher et on estime que la majorité a survolé la commune de Mareuil-sur-Arnon.

Les risques de percussio n sur les pales en mouvement ou les pylônes ne sont pas à exclure pour ces espèces. Suite aux recommandations de Nature 18, l'alignement a été choisi pour accompagner les vols migratoires en opposant le moins de résistance frontale est un axe sud-ouest/nord-est. Cet axe devrait limiter les perturbations des oiseaux en vol et leur éviter d'adopter une réaction trop importante qui se traduirait par un changement de hauteur de vol, une bifurcation par une extrémité du parc ou la traversé du parc par une trouée entre deux éoliennes. Il apparaît nécessaire de réaliser un suivi sur plusieurs années pendant la phase d'exploitation pour évaluer de façon concrète les risques dus aux parcs éoliens.

### 1.4.3 Interêt du site et de ses abords pour les chiroptères définis dans l'étude d'impact

Les populations de chiroptères, locales et migratrices, peuvent être affectées par les parcs éoliens du fait de leur aptitude au vol. Plusieurs études européennes montrent une incidence des éoliennes sur les chauves-souris. Deux facteurs sont en cause : la dégradation directe de l'habitat (coupe des boisements, haies, ouverture du milieu, etc) et le risque de collision ou de barotraumatisme induit par les pales de l'éolienne.

Les modes de chasse et la hauteur de vol varie selon les espèces. Ainsi on peut distinguer des espèces de bas vol et des espèces de haut vol. Certaines, comme les Pipistrelles, utilisent les deux méthodes. Les Rhinolophes et l'essentiel des Myotis exploitent le sol et la canopée. Pour ces espèces, l'enjeu était donc essentiellement de préserver leur habitat en limitant la dégradation des haies et boisements, voire en favorisant leur implantation.

Dans la région Centre, 6 espèces sont susceptibles d'être impactées par les pales des éoliennes : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Khul, la Pipistrelle de Nathusius, la Sérotine commune, la Noctule de Leisler, la Noctule commune et la grande Noctule. Ces espèces, les plus fréquemment retrouvées mortes au pied des éoliennes, sont capables de voler à plusieurs centaines de mètres d'altitude.

L'étude acoustique menée sur le site au cours de la nuit du 16 juin 2005 semble indiquer que le secteur est très peu exploité par les chiroptères : seuls 10 contacts ont été enregistrés au niveau du sol sur le premier point d'écoute et 3 contacts au niveau du sol sur le deuxième point d'écoute. Aucun chiroptère n'a été détecté en altitude (80m). Trois colonies de Pipistrelles ont en revanche été identifiées à moins de 3km du site d'étude.

Le faible nombre de contacts peut s'expliquer par la nature du secteur d'étude, zone de grandes cultures céréalières, ouverte, pauvre en bosquets, haies et plans d'eau. Cette configuration semble peu propice aux chiroptères qui affectionnent les secteurs boisés, utilisés comme zone de chasse, de reproduction ou de transit.

Les éoliennes ne posent problème pour les chauves-souris que si elles se trouvent sur une route de migration ou dans des habitats favorables, riches en insectes. Les chiroptères se reproduisant lentement (généralement un petit par an et par femelle) et ayant une longue espérance de vie, ils peuvent avoir du mal à compenser une mortalité importante.

En raison de la faiblesse du nombre de contacts, la création d'un parc éolien ne devrait pas faire l'objet d'enjeu spécifique relatif à la conservation des chiroptères sur le secteur d'étude, tant que l'on reste suffisamment éloigné des bois et des points d'eau. L'implantation des éoliennes retenue dans cette étude vise à limiter l'impact sur les chiroptères puisqu'elles se trouvent à 380m du premier petit boisement et à 1250m de la première forêt.

Cependant, même si on connaît un certain nombre de routes de migration, on ne peut pas prédire ces routes dans des zones encore non étudiées. Cela nécessiterait un long travail de terrain, non réalisé ici.

#### 1.4.4 Limites de l'étude d'impact

Concernant l'avifaune, les expertises ont été réalisées par deux structures au cours des phases de nidification et de migrations. Les techniques employées sont en partie identiques à celles d'aujourd'hui. Cependant, aucun comportement d'évitement des éoliennes n'a été décrit et il manque des informations comme le nombre de points d'écoutes, leurs localisations et le nombre de passages.

Une grande partie des recommandations formulées et des mesures de réductions ont été prises en compte pour l'implantation du parc.

☞ Les données sur l'avifaune de l'étude d'impact nous permettront de comparer uniquement les espèces présentes / absences par période.

Concernant les chauves-souris, les connaissances sur les chiroptères et les techniques disponibles ayant énormément évoluées depuis 2005, l'évaluation des impacts sur ce groupe présentée ici paraît aujourd'hui insuffisante au regard des connaissances actuelles. Un diagnostic complet sur l'ensemble des périodes permet d'identifier les espèces présentes dans l'aire d'étude mais aussi les niveaux d'activité de ces espèces et leur utilisation des différents habitats du secteur. L'évaluation de la variation des niveaux d'activité selon les saisons et l'identification de pics d'activités potentiels sont aujourd'hui indispensables (Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016).

La période de mise en place et le nombre des points d'écoute effectués dans cette étude d'impacts sont donc aujourd'hui fortement critiquables. En effet, seuls 2 points d'écoute ont été effectués au sein de la zone d'étude lors de la seule nuit du 16 juin 2005.

Le Museum d'Histoire Naturelle de Bourges préconisait, à l'époque, de ne pas réaliser d'études poussées sur les sites semblant peu propices aux chiroptères dans le cas où les premiers résultats étaient faibles. Il préconisait également de réaliser les études sur deux périodes : juin à juillet et mi-août à fin septembre. Ces périodes correspondent à l'estivage/dispersion des jeunes et à la migration. Seule la première a été retenue ici. Les périodes où l'on observe la mortalité la plus importante (printemps et automne), correspondant aux pics de migration et de dispersion, n'ont donc pas été couvertes dans cette étude.

☞ Les données de l'étude d'impact concernant les chauves-souris ne nous permettront pas de faire de comparaison avec les suivis réalisés en 2016 exceptées sur la comparaison des espèces observées (présence/absence).

## II. Méthodologie appliquée

### II.1 Equipe de travail

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

<i>Domaines d'intervention</i>	<i>Agents de BIOTOPE</i>
Directeur d'étude Suivi et contrôle qualité	Ludivine DOYEN
Chef de projet - coordination et rédaction de l'étude	Melissa GOEPFERT
Chargé d'études chiroptérologue - Appui sur le volet chauves-souris	Antonin DHELLEMME
Technicien fauniste - Récolte des données avifaune et chiroptères	Antonin DHELLEMME Cyril BELLANGER Melissa GOEPFERT

Les cadavres de chauves-souris ont été apportés à Laurent Arthur, expert du Museum d'Histoire Naturelle de Bourges, avec l'accord du développeur, pour une identification plus fine. Ces cadavres serviront au muséum pour réaliser une étude sur les isotopes afin de définir l'origine géographique de ces espèces migratrices.

### II.2 Prospections

Les dates de réalisation des suivis sont récapitulées dans le tableau ci-dessous. Les conditions météorologiques sont également précisées car elles peuvent avoir une influence sur l'exhaustivité des inventaires.

<b>Tableau 3. Dates de prospection des différents suivis menés sur le parc de Bois Ballay</b>		
<b>Numéro de passage</b>	<b>Date</b>	<b>Conditions météorologiques</b>
<b>Avifaune nicheuse (3 passages)</b>		
1	28/04/2016	7°C- Couverture nuageuse : 30-60% - Vent : faible
2	18/05/2016	5°C - Soleil - Vent : peu à moyen
3	08/06/2016	15 - 20°C – Soleil – Vent : peu

<b>Activité des chiroptères (3 sessions d'une nuit)</b>		
1	24/05/2016	Ciel dégagé, 16 à 7°C, vent faible (7 à 15 km/h en moyenne) - période printanière
2	20/07/2016	Ciel couvert, 30 à 18°C, vent faible (6 à 19 km/h en moyenne) - période estivale
3	17/08/2016	Ciel dégagé, 30 à 19°C, vent faible (9 à 20 km/h en moyenne) - période automnale
<b>Suivi mortalité (15 passages)</b>		
1	12/07/16	Couvert
2	20/07/16	Ciel bleu
3	26/07/16	Couvert (50-75%)
4	01/08/16	Ciel bleu, vent
5	09/08/16	Couvert 100%, pluie (dégagé à 10h)
6	16/08/16	Nuageux, se dégageant progressivement
7	23/08/16	Ciel bleu, vent
8	31/08/16	Couvert 100%
9	07/09/16	Ciel bleu, chaud
10	12/09/16	Couvert 50-75%
11	20/09/16	Brouillard (visibilité 10m!) se dégageant progressivement
12	28/09/16	Ciel bleu
13	05/10/16	Ciel bleu, vent 4 Beaufort
14	14/10/16	Couvert 100%, pluie
15	17/10/16	Couvert 100%, pluie
<b>Tests de prédation (2 tests)</b>		
1	01/08/16	Ciel bleu, vent
1	02/08/16	Couvert 100%, vent, pluie
1	04/08/16	Couvert 100%, vent, pluie
2	12/09/16	Couvert 50-75%
2	13/09/16	Nuageux, vent
2	15/09/16	Couvert 100%, pluie
<b>Tests d'efficacité (2 tests)</b>		
1	09/08/16	Couvert 100%, pluie (dégagé à 10h)
2	20/09/16	Brouillard se dégageant progressivement

## II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées

---

Le projet a été installé de sorte à suivre les recommandations de l'étude d'impact initiale, à savoir le choix d'un alignement des éoliennes dans l'axe des oiseaux migrateurs et le respect d'une certaine distance par rapport aux boisements. Lors de l'étude d'impact, des espèces patrimoniales avaient été observées sur le site à chaque saison. Pour évaluer l'impact du parc en exploitation, un suivi de l'avifaune nicheuse et de l'activité des chiroptères a été mené, afin de détecter un éventuel changement de comportement de ces animaux. Un suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères a également été mené afin de détecter la mortalité réellement induite par le parc et non évaluable lors de l'étude d'impact.

Ce suivi est en cohérence avec le « *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – novembre 2015* »

« *Ce suivi est prévu dans des termes identiques par l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement et par le point 3.7 de l'annexe I de l'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:*

« *Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs.*

*Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées. »*

Ce suivi doit également être conforme à l'article R122-14 du code de l'environnement et à la réglementation de l'étude d'impact.

### II.3.1 Etude de l'activité de l'avifaune nicheuse

*Cf. Carte 5 : Localisation des points d'écoute IPA - Avifaune nicheuse*

*Annexe : description des points IPA*

Trois passages diurnes ont été réalisés entre avril et juin 2016 pour inventorier l'avifaune nicheuse. Deux techniques de prospection complémentaires ont été utilisées au cours de cet inventaire :

- L'écoute des chants nuptiaux et cris des oiseaux à partir de parcours réalisés sur l'ensemble du secteur d'étude, dans les différents milieux naturels présents (**technique des Indices Ponctuels d'Abondance dits IPA**). Cette méthode d'inventaire qualitatif est valable principalement pour les passereaux. L'observateur note tous les contacts auditifs et visuels qu'il peut effectuer.
- Pour les oiseaux ne se détectant pas par le chant (rapaces et grands échassiers essentiellement), une prospection visuelle classique a été réalisée. Celle-ci a notamment ciblé les lisières de boisements afin de détecter la présence éventuelle de rapaces nicheurs.

Ces deux méthodes ont été appliquées aux premières heures après le lever du soleil pour correspondre à une période d'activité maximale de l'avifaune.

Les points d'écoute ont été réalisés trois fois entre avril et juin, espacés d'au moins 15 jours, afin de recenser à la fois les nicheurs précoces et les nicheurs tardifs. Au total, 11 points d'écoute de ce type ont été définis au sein du parc et aux abords dans l'aire d'influence et au-delà en prenant soin de balayer l'ensemble des milieux présents.

Les recherches ont notamment visé à quantifier la fréquentation de l'espace par les espèces en période de nidification.

## Localisation des points d'écoute IPA en période de reproduction

Suivi de mortalité de l'avifaune et des chauves-souris. Parc éolien de Bois Ballay



### Légende

- Points d'écoute IPA
- Parc éolien Bois Ballay



© GREENSOLVER - Tous droits réservés - Sources : ©BingAerial® (2004), © BIOTOPE 2016  
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n° 5. Localisation des points d'écoute IPA - Avifaune nicheuse

## II.3.2 Etude de l'activité des chauves-souris autour du parc éolien

*Cf. carte 6 : Localisation des points d'écoute chiroptères*

Ce suivi a pour but principal d'identifier les différentes espèces de chauves-souris utilisant le site d'étude et de caractériser leur activité et les risques de collision pour ces populations.

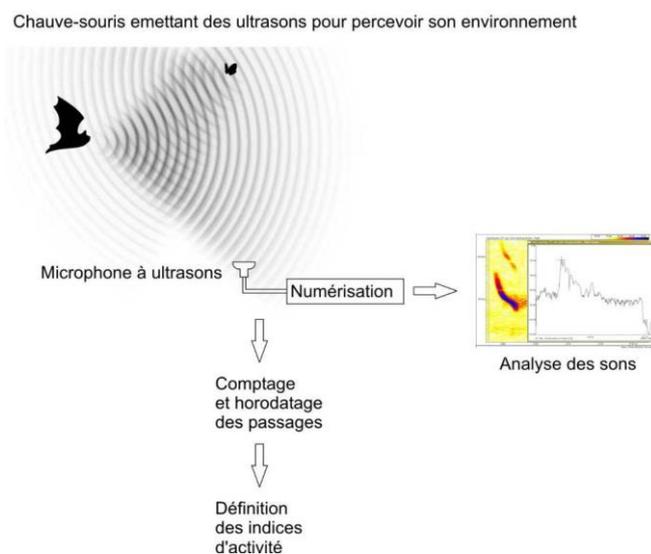
L'objectif, pour la première année, est de définir l'activité des chauves-souris au niveau du parc éolien afin de mieux comprendre le comportement des espèces locales face aux éoliennes.

La méthode d'enregistrement continu automatisé et d'analyse ultérieure des émissions ultrasonores des chiroptères a été utilisée pour inventorier les espèces présentes et obtenir des indices semi-quantitatifs permettant d'estimer l'activité sur l'aire d'étude.

Les inventaires ont été réalisés en période printanière, estivale et automnale (au sens du cycle biologique des espèces), afin de couvrir l'ensemble du cycle biologique des espèces au cours de une nuit à chaque période.

Les chiroptères du site ont été inventoriés par les méthodes de détection et d'analyse des ultrasons émis lors de leurs déplacements et activités de chasse. Des écoutes nocturnes avec un détecteur d'ultrasons permettent à la fois d'identifier la majorité des espèces de la faune française et d'obtenir des données semi quantitatives sur leur fréquence et leur niveau d'activité.

Le détecteur utilisé pour cet inventaire est le modèle SM2BAT développé par Wildlife Acoustics. Ce matériel est un détecteur-enregistreur qui permet d'obtenir des données spécifiques et quantitatives (nombre de contacts par heure) en continu. Le SM2BAT enregistre automatiquement l'ensemble des contacts de chauves-souris détectés et les enregistrements sont ensuite analysés et identifiés sur ordinateur. Il permet d'obtenir des fichiers en division de fréquence mais également en expansion de temps, ce dernier système étant le seul moyen d'identifier certaines espèces telles que les murins.



**Figure 3. Schéma du principe de détection, d'identification et de définition d'activité des chauves-souris par enregistrement des émissions ultrasonores. © Biotope**

L'inventaire a été réalisé en 3 sessions, entre mai et août, période de forte activité des chauves-souris.

Deux points d'écoute fixes ont été réalisés à chaque session. Leur localisation a été choisie de manière

à couvrir les milieux favorables du parc.

#### ★ **Détermination du signal et identification des espèces**

Les chiroptères perçoivent leur environnement par l'ouïe et en pratiquant l'écholocation. A chaque battement d'ailes, elles émettent un cri dans le domaine des ultrasons, à raison de 1 à 25 cris par seconde. L'écoute des ultrasons au moyen de matériel spécialisé permet donc de détecter immédiatement la présence de ces mammifères.

Chaque espèce possède des caractéristiques acoustiques qui lui sont propres. L'analyse de ces signaux permet donc de réaliser des inventaires d'espèces.

Il existe une abondante bibliographie sur ce sujet, parmi laquelle BARATAUD (2012).

#### ★ **Détermination automatique**

L'analyse des données issues des SM2Bat s'appuie sur le programme Sonochiro développé par le département « Recherche & Innovation » de Biotope. Ce programme permet un traitement automatique et rapide d'importants volumes d'enregistrements.

Le programme Sonochiro inclut :

- Un algorithme de détection et de délimitation des signaux détectés.
- Une mesure automatique, sur chaque cri, de 41 paramètres discriminants (répartition temps/fréquence/amplitude, caractérisation du rythme et ratios signal/bruit).
- Une classification des cris basée sur les mesures d'un large panel de sons de référence. Cette banque de sons a été rassemblée par notre équipe et nos partenaires ces 5 dernières années. La classification s'appuie sur la méthode des forêts d'arbres décisionnels ("*random forest*") qui semble la plus performante pour la classification des signaux d'écholocation de chauves-souris (ARMITAGE & OBER, 2010). Contrairement aux autres méthodes de classification (réseaux de neurones, analyses discriminantes, etc.), elle tolère bien la multiplicité des types de cris par espèce. De plus, elle permet d'obtenir, pour chaque cri, une probabilité d'appartenance à chaque espèce potentielle.
- Une identification à la séquence de cris, incluant l'espèce la plus probable est un indice de confiance de cette identification. Dans le cas où certaines espèces présentes sont peu différenciables entre elles, les séquences sont alors identifiées au groupe d'espèce également assorties d'un indice de confiance.
- Un algorithme détectant la présence simultanée de deux groupes de cris attribuables à deux espèces aisément différenciables, permettant dans ce cas de proposer une identification supplémentaire de l'espèce passant en arrière-plan.

Cette méthode permet de réaliser une « pré-détermination » des enregistrements qui sont ensuite validés par un expert.

#### ★ **Détermination « à dire d'expert »**

Les enregistrements sont analysés à l'aide de logiciels appropriés (Bat Sound) qui donnent des représentations graphiques du son (sonagrammes) et permettent de les mesurer.

Les critères d'identification sont basés sur les variations de fréquence (entre 10 à 120 kHz), la durée du signal (quelques millisecondes), les variations d'amplitude (puissance du signal) et le rythme.

Dans l'état actuel des connaissances les méthodes acoustiques permettent d'identifier 25 espèces sur les 34 françaises. Néanmoins, les cris sonar de certaines espèces sont parfois très proches, voire

identiques dans certaines circonstances de vol, c’est pourquoi les déterminations litigieuses sont rassemblées en groupes d’espèces (cf. tableau ci-dessous).

<b>Tableau 4. Groupes identifiables en fonction de la qualité des enregistrements</b>			
<b>Nom vernaculaire</b>	<b>Nom scientifique</b>	<b>Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables</b>	
		<b>Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables</b>	
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale	
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand Rhinolophe	
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Grands Myotis	
Petit murin	<i>Myotis blythii</i>		
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentoni</i>	Murin de Daubenton	Petits Myotis
Murin de capaccini	<i>Myotis capaccini</i>	Murin de capaccini	
Murin à moustache	<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustache	
Murin d’Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d’Alcathoe	
Murin à oreilles échanrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échanrées	
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteini</i>	Murin de Bechstein	
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Sérotules
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	
Vespère de savi	<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de savi	
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	Pipistrelle / Minioptère
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersi</i>	Minioptère de Schreibers	
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhli</i>	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Groupe des Oreillards	
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>		
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrobularis</i>		
Barbastelle d’Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d’Europe	
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande Noctule	Groupe Molosse / Grande

<b>Tableau 4. Groupes identifiables en fonction de la qualité des enregistrements</b>			
<b>Nom vernaculaire</b>	<b>Nom scientifique</b>	<b>Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables</b>	<b>Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables</b>
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	Noctule

### ★ **Dénombrement**

Dans la majorité des études qui sont pratiquées jusqu'à maintenant, que ce soit avec un détecteur à main ou un enregistreur automatique en point fixe, les résultats des écoutes sont tous exprimés par une mesure de l'activité en nombre de contacts par unité de temps, en général l'heure. Selon les opérateurs et l'appareillage, la définition d'un contact n'est pas très claire, mais correspond à une durée de séquence que l'on pense être proche d'un passage d'un chiroptère, soit de 5 secondes dans le cas des détecteurs à main.

- ☞ Ainsi, pour palier aux nombreux facteurs de variations de dénombrements liés au matériel (sensibilité du micro, seuils de déclenchements, paramétrages de séquençage des fichiers...) l'unité la plus pratique de dénombrement que nous utiliserons correspond à la « minute positive ».
- ☞ Dans cette étude, tout contact affiché correspondra donc à une minute positive c'est-à-dire une minute au cours de laquelle une espèce a été contactée. Qu'il y ait un fichier d'enregistrement ou 10 au cours d'une minute, l'incrémentatation correspondra à 1.

Les tests statistiques ont montré que les variations liées au matériel étaient moins fortes avec cette méthode. Le dénombrement des « minutes positives » évite des écarts de 1 à 10 en cas de forte activité. En cas de faible activité les résultats de dénombrement de minutes positives ou de fichiers d'enregistrements sont sensiblement les mêmes.

Ce type de dénombrement tend à mesurer une régularité de présence d'une espèce sur un site d'enregistrement et peut donc être formulé en occurrence par heure (rapport du nombre de minutes positives sur la durée totale d'écoute en minute pouvant être exprimé en pourcentage) pour obtenir un indice d'activité.

L'intérêt majeur de cette unité de comptage est de pouvoir mêler des données issues de différents matériels et de différents paramétrages de matériel.

### ★ **Évaluation de l'activité**

L'enregistrement des chauves-souris durant des nuit entières permet d'obtenir un indice standardisé d'activités qui correspond ici au nombre de minutes de présence par nuit pour chaque espèce. Ces résultats sont confrontés au référentiel ACTICHIRO (HAQUART, 2013) qui s'appuie à ce jour sur plus de 6 000 nuits d'enregistrements de références réalisées en France par les experts de BIOTOPE et qui permet de définir le niveau d'activité observé pour les espèces considérées.

Le taux d'activité des espèces se base sur le référentiel d'activité ACTICHIRO (HAQUART A. 2013). Ce référentiel permet d'évaluer l'activité des chiroptères lorsqu'une espèce est présente dans un contexte à expertiser. Il s'appuie sur un jeu de plus de 6 000 nuits d'enregistrements collectées sur

plus de 4 000 localisations en France. L'unité de mesure de l'activité est la « minute positive » par nuit, c'est-à-dire le nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris.

Excepté pour les espèces très communes comme les pipistrelles, la détectabilité des chauves-souris est généralement faible et il faut plusieurs nuits d'enregistrement pour contacter l'ensemble des espèces présentes. L'absence de contact étant difficile à interpréter (réelle absence ou échantillonnage insuffisant ?), l'évaluation de l'activité ne s'appuie uniquement sur les nuits où l'espèce a été contactée. Plusieurs interprétations sont possibles en fonction du contexte géographique et écologique :

- **Activité faible :** L'espèce n'a été contactée qu'en transit sur le site et la densité de population est vraisemblablement faible. Il peut s'agir d'individus erratiques, d'une espèce en limite d'aire de répartition ou encore que le territoire d'étude présente un intérêt limité pour l'espèce. Il peut également indiquer un contexte météorologique ou saisonnier défavorable.
- **Activité moyenne :** En fonction de la phénologie des contacts, elle peut indiquer soit un transit relativement important de plusieurs individus, soit la chasse d'un ou quelques individus sur le point d'écoute. Sur un site avec un grand nombre de nuits au cours desquelles l'espèce a été contactée, l'activité moyenne indique qu'une population de l'espèce est présente et active sur le territoire considéré.
- **Activité forte :** Le point d'enregistrement se situe sur un territoire de chasse très attractif pour l'espèce, un ou plusieurs individus y chassent de manière soutenue. L'activité forte peut également indiquer la proximité d'un gîte.
- **Activité très forte :** Elle indique généralement la proximité immédiate d'un gîte ou d'un groupe de gîtes, souvent associée à des cris sociaux (balisage territorial), se rencontre également sur des milieux très attractifs pour la chasse ou le breuvage, sur des points d'eau isolés par exemple.

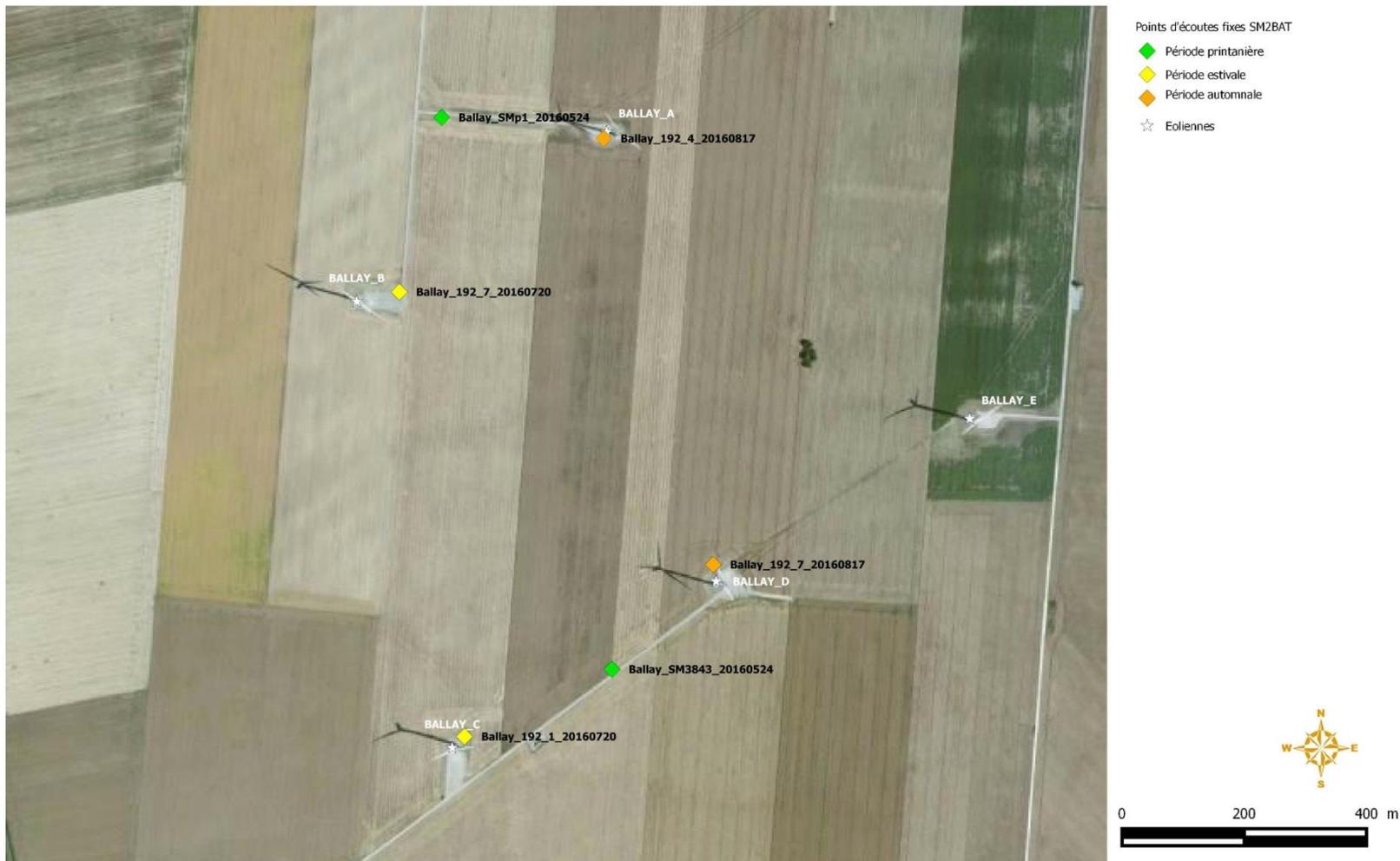
#### ★ *Limites de la méthode*

Plusieurs limites méthodologiques sont associées aux expertises des chiroptères, dont les techniques sont en constante évolution :

- Le détecteur d'ultrasons ne permet pas toujours de différencier certaines espèces proches (espèces d'Oreillard et de Murins uniquement différenciables dans des conditions d'enregistrement optimales) ;
- La distance de détection varie suivant les espèces (de quelques mètres à 150 mètres). Les espèces à faible distance de détection sont donc sous-estimées ;
- Aucun relevé en altitude n'a été réalisé, il y a donc un risque de sous-estimation des espèces de haut vol, plus sensibles aux risques de mortalité ;
- La présence d'espèces rarement identifiables par l'écoute au détecteur ne peut souvent être mise en évidence que par des captures avec filet japonais sur les terrains de chasse, méthode non utilisée dans le cadre de cette étude (nécessitant des autorisations de captures) ;
- Les relevés avec détecteur d'ultrasons fournissent des indications sur les taux d'activité et non sur les effectifs précis (simple présence simultanée de plusieurs individus décelable) ;

☞ Malgré les limites méthodologiques invoquées, les prospections permettent de disposer d'une bonne connaissance du peuplement chiroptérologique local au sol. En effet, elles ont été réparties sur l'ensemble du périmètre et l'ensemble de la période d'activité des chiroptères (3 nuits d'enregistrement réalisées sur les 3 principales périodes d'activité des chauves-souris) et les conditions météorologiques ont été globalement favorables.

Suivi de mortalité et du comportement de l'avifaune et des chiroptères - Parc éolien de Bois Ballay



© Greensolver - Tous droits réservés - Sources : © Microsoft® Bing Aerial (2004). Cartographie : Biotope, 2016

Carte n°6. Localisation des points d'écoute chiroptères

### II.3.3 Suivi de mortalité (oiseaux et chauves-souris : recherche par transects circulaires)

L'objectif de ce suivi d'après le protocole est que « *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 WINCKELMAN), 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) puis remplacés par les protocoles développés par les équipes d'Arnett et al. (2008) - Casselman Wind Project, 2008-2010), et Baerwald et al. (2008). Ces protocoles récents ont été adaptés en 2010 sur le parc éolien de Bouin par BIOTOPE (Lagrange *et al.*, 2010).

#### 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 les 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 pâles (aire de rayon 50 m : 0,78 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** (économie en temps > 1 journée),
- Il **permet des passages beaucoup plus resserrés** (environ 5m contre 12,5 m pour certains suivis classiques), facilitant et fiabilisant le travail de l'opérateur

Les prospections s'effectuent à pied sous les éoliennes et dans un rayon de 50 mètres autour de chaque éolienne. 10 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (50 m), jusqu'au plus proche (5 m) sont alors effectués.

Pour assurer le maintien de la distance à l'éolienne, l'opérateur tient une corde entourée autour de l'éolienne, à la longueur souhaitée (50 m, 45m, 40m, etc.). Ainsi 10 cercles de diamètre variable ont été parcourus.

**Ainsi, pour chaque éolienne, nous prévoyons de parcourir 1730 mètres de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.**

Pour chaque dépouille découverte, une fiche de synthèse récapitulant les informations suivantes a été rédigée :

- Date ;
- Espèce découverte, état (frais, avancé, sec) ;
- Evaluation de la cause de la mort (choc avec pale, barotraumatisme) - selon diagnostic visuel ;
- Distance à l'éolienne ;
- Localisation de la dépouille + numéros des photos correspondantes.

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

**Ainsi 15 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 12 juillet au 17 octobre.**

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.
- Ouvrages de reconnaissance des oiseaux d'Europe

### **Estimation de la mortalité : détermination des coefficients correcteurs**

L'évaluation de la mortalité induite par un parc éolien devrait 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'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...) soit par les insectes nécrophages (carabes, mouches...).

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.

**Des coefficients de correction d'erreur sont déterminés au préalable et mis à jour à plusieurs reprises au cours de la mission.** Ils permettent d'intégrer l'efficacité de la découverte des cadavres ainsi que les paramètres liés aux **phénomènes de prédation**. Ces coefficients de correction 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 :

**Winkelmann :  $N_{\text{estimé}} = (N_a - N_b) / (P \times Z \times O \times D)$**

*N<sub>a</sub> : nombre total d'individus trouvés morts*

*N<sub>b</sub> : nombre d'individus tués par autre chose que les éoliennes*

*P : temps de disparition d'un cadavre*

*Z : taux de découverte, variable en fonction du couvert végétal*

*O : surface prospectée ou nombre d'éoliennes surveillées (pour exprimer les résultats par unité de surface ou par éolienne)*

*D : nombre de jours de recherche.*

**Erickson :  $N_{\text{estimé}} = (N_a - N_b) * I / (tm \times Z)$**

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

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

**Jones et Huso :  $N_{\text{estimé}} = (N_a - N_b) / (a * Z * \hat{e} * P)$**

*a : coefficient de correction surfacique*

*ê : coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à (Min I : I) / I.*

*Formule de Jones :  $P = e^{-0,5 * I / tm}$*

*Formule de Huso :  $P = tm * (1 - e^{-I / tm}) / I$*

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, ...).

## Occupation du sol

Il est important de préciser que l'efficacité du suivi de la mortalité est fortement dépendante du nombre de passages et du type de recouvrement végétal sous les éoliennes. Les milieux cultivés hauts et denses (type blé et maïs) sont incompatibles avec les suivis.

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

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. **2 tests de détermination** de l'efficacité de l'observateur ont été effectués : un en début de mission et un en fin de mission.

Les tests se sont déroulés de la façon suivante :

- Mise en place de **10 leurres par éolienne x 3 éoliennes (soit 30 leurres)**. L'opérateur en charge de la pose des leurres est différent de l'observateur réalisant le suivi mortalité. La pose est réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi mortalité. La position de chaque lure est enregistrée au GPS ;
- Utilisation de **leurres non organiques** (pas de risques de disparition) ;
- Le choix des 3 éoliennes sélectionnées pour le test sera aléatoire. L'observateur en charge du suivi mortalité (l'observateur « testé ») ne connaîtra pas les 3 éoliennes « tests » ;
- Réalisation du suivi 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, récupération des leurres ;
- Calcul des taux de l'efficacité de détection par éolienne.



### ▮ Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche

Exemple : 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 :  $Z=0,8$

## Détermination de P : Test de prédation

Il vise à estimer la vitesse de disparition des cadavres sur le site (pas d'apport de cadavres sur le site) entre les passages de suivi, de façon à estimer le nombre de cadavres que l'observateur est susceptible de trouver sur site.

Le taux de prédation est déterminé en fonction du temps écoulé.

Le test de prédation a été réalisé sur 10 jours, lors de 2 passages à des périodes différentes :

- Du 01/08/16 au 11/08/16 pour les 3 éoliennes suivantes : BB2, BB4 et BB5
- Du 12/09/16 au 22/09/16 pour les 3 éoliennes suivantes : BB1, BB2 et BB5

Le parti pris a été de tester un maximum d'éoliennes et non de réitérer le 2<sup>ème</sup> test sur les premières éoliennes.

Les tests se sont déroulés de la façon suivante :

- Réalisation du test de prédation par l'opérateur en charge du suivi de mortalité.
- Installation, lors d'un passage « suivi de mortalité », de 30 cadavres de rats. Pointage GPS des cadavres installés. 3 éoliennes testées (10 sous chaque éolienne).

- Visite de contrôle à différents jours (J+1, J+3, J+5, J+8, J+10), tôt le matin, pendant une semaine (une demi-journée).
- Contrôle par l'opérateur de la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus chaque matinée.

Exemple : Ainsi si sur 50 cadavres, 2 disparaissent en 1 semaine on a  $P=0,8$ , pour 1 semaine.

**NB** : Lorsque tous les cadavres avaient disparus à J+1, empêchant tout calcul de P, nous avons utilisé une valeur moyenne. Cette valeur correspond à la moyenne des taux de prédation pour 8 parcs suivis par Biotope dans le département du Cher. Ces parcs ont été suivis sur la même période, avec le même protocole, et présentent la même configuration. Ils comportent ainsi 4 à 5 éoliennes chacun, sont situés dans la même zone géographique et sont implantés dans des milieux similaires, à savoir une zone de cultures.

### Détermination du coefficient de correction surfacique

Toutes les surfaces n'ont pas pu être prospectées en raison de la hauteur de végétation. Un coefficient de correction surfacique a donc été pris en compte dans le cadre de cette étude. La formule utilisée est une simplification de celle d'Arnett (2005) :

$$A = \frac{\sum_k Ck / Sk}{\sum_k Ck} \quad \text{Avec } Sk, \text{ la proportion de surface du cercle concentrique } k \text{ prospectée}$$

$Ck$ , le nombre de cadavres comptés sur le cercle concentrique  $k$

Quatre cercles concentriques, inférieurs à 56m de rayon et espacés de 14m chacun, ont été considérés afin d'être proche d'une surface prospectée de 1ha, suivant les recommandations de André (2004). Cette formule repose sur deux hypothèses :

- L'efficacité de l'observateur est identique quel que soit le cercle concentrique considéré
- La dispersion des cadavres est homogène autour de l'éolienne

### 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 des biais. Par exemple, la capacité de détection des cadavres varie d'un observateur à l'autre. Elle peut également varier pour un même observateur en fonction du terrain (hauteur de végétation, aspérités du sol, etc) et des conditions météorologiques (pluie, éblouissement, etc). De même, en ne passant sur chaque site qu'une fois par semaine, il faut prendre en compte le fait que les cadavres peuvent disparaître, car prédatés, entre deux passages. Afin que les données soient exploitables, il faut donc recourir à des coefficients correcteurs pour pallier à ces biais et estimer la mortalité induite par les éoliennes.

A cela s'ajoute un autre biais rencontré, induit par 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 passer sur leurs champs, entraînant le déplacement hors zone ou l'enterrement involontaire des cadavres.

La pose de rats paraît être une bonne solution pour tester la prédation. On peut cependant penser que 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. Malheureusement 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 fiables. Enfin, bien qu'un rat est plus détectable pour un prédateur qu'une chauve-souris, il correspond à une taille intermédiaire entre les chiroptères et les oiseaux et semble donc être un bon compromis.

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, tournesol ou maïs) sont incompatibles avec les suivis. Une hauteur de végétation supérieure à 10 cm rend difficile la prospection. En fonction des cultures, la zone d'étude ne peut donc pas toujours être prospectée dans son intégralité ou avec une probabilité de détection moindre.

Dans le cas du suivi mené sur le parc éolien de Bois Ballay, 15 passages ont été menés par le même observateur. Les cultures ont fortement fait varier la part de surface prospectée tout au long du suivi (Figure 4). Ainsi, 3/5 des éoliennes ont pu être prospectées dans leur intégralité dès le 3<sup>ème</sup> passage. En revanche l'éolienne BB1 n'a pu être prospectée entièrement qu'à partir du 7<sup>ème</sup> passage et l'éolienne BB3 seulement à partir du 14<sup>ème</sup>.

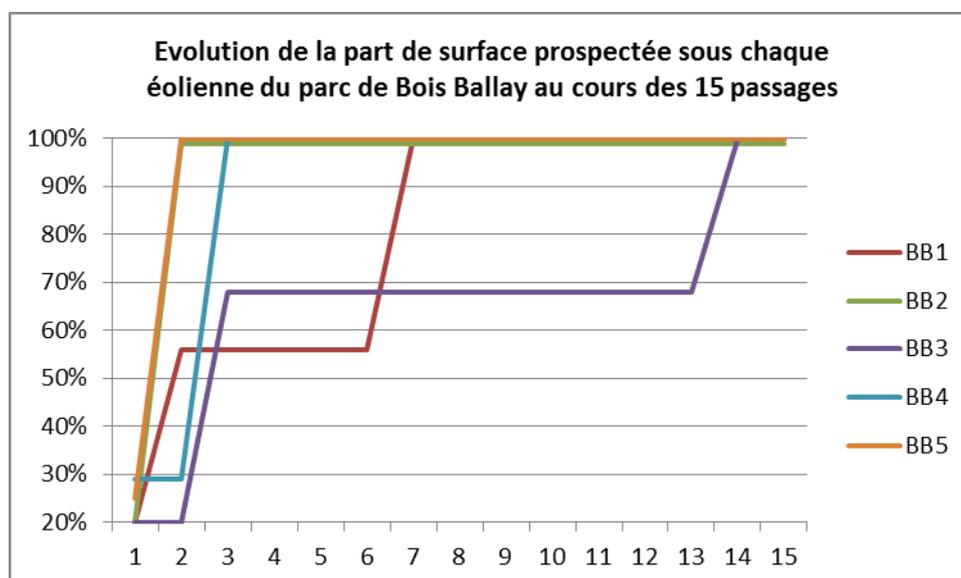


Figure 4. Evolution de surface prospectée sous les éoliennes du parc de Bois Ballay durant le suivi mortalité

# Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats



Eoliennes du parc de Bois Ballay. © Biotope, 2016



Noctule commune sur site. © Biotope, 2016

## III. Résultats de l'activité des oiseaux nicheurs

*Cf. Carte 7 : Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc de Bois Ballay*

L'expertise de terrain des oiseaux nicheurs a été menée sur le parc éolien et ses abords en période de nidification. La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre de la présente étude.

### III.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en période de nidification

#### III.1.1 Richesse spécifique

A l'issue des prospections réalisées en période de nidification (avril à juin 2016), 55 espèces ont été observées dont 40 espèces protégées en France et 14 régulables. Les effectifs de chaque espèce ont été dénombrés en considérant qu'un mâle chanteur, entendu ou vu, est compté comme un couple. Les effectifs présentés ici sont donc un nombre de couples.

Afin de faciliter l'analyse des enjeux liés à l'avifaune nicheuse, il apparaît nécessaire de regrouper les espèces par cortège. Quatre groupes principaux peuvent ainsi être distingués :

- Les passereaux ;
- Les rapaces ;
- Les corvidés ;
- Les colombidés.

##### ★ Les passereaux

Parmi les passereaux observés lors des prospections en période de nidification, une partie fréquente le site à l'année, notamment les espèces forestières. De plus, les vastes zones de cultures sont favorables à l'accueil de passereaux.

L'espèce la mieux représentée est l'Alouette des champs, suivie du Bruant proyer.

Les recensements de passereaux sur la zone d'étude concernaient essentiellement des groupes de quelques individus ou des couples présents dans leur habitat naturel au sein de la zone d'étude ou dans un périmètre proche à celle-ci.

##### ★ Les rapaces

Cinq espèces de rapaces ont été observées sur la zone d'étude.

Le Faucon crécerelle est sédentaire sur le site. Deux couples probables y ont été observés. Les individus volaient à une altitude comprise entre 5 et 35 mètres.

Une femelle de Busard cendré a été observée en chasse active au cœur de la zone d'étude. Ses déplacements s'effectuaient à une altitude inférieure à 20 mètres.

Deux couples de Busard Saint-Martin ont été vus en chasse sur des zones bien définies. Ils ont également été contactés au sol à plusieurs reprises dans des cultures, mais rien ne peut prouver l'existence de nid. Cette espèce se déplace sur toute la zone d'étude. Lors des sessions de chasse, les couples n'étaient guère au-delà de 15/20 mètres d'altitude. En revanche, un mâle en déplacement a été observé traversant le parc entre deux éoliennes à une altitude d'environ 80 mètres, entre les pâles.

Une seule Buse variable a été observée sur le site. En déplacement local, elle fut contactée à une hauteur d'environ 50 mètres.

Un Milan noir a été observé en vol à proximité du parc éolien.

★ Les corvidés

Quatre espèces, appartenant au groupe des corvidés, ont été contactées : la Corneille noire, le Corbeau freux, le Geai des Chênes et la Pie bavarde. Ces 4 espèces occupent l'ensemble de la zone, de l'étang, au sud, jusqu'aux différents massifs boisés, en passant par l'ensemble des cultures où se regroupent parfois d'importants groupes. L'espèce la plus représentée est la Corneille noire suivi du Corbeau freux.

★ Les colombidés

Dans ce groupe, 3 espèces ont été observées : le Pigeon ramier, la Tourterelle turque et la Tourterelle des bois. Des groupes de Pigeon ramier d'une dizaine d'individus maximum sont présents sur le site, notamment dans les cultures pour l'alimentation abondante se trouvant dans les parcelles céréalières.

### III.1.2 Résultats des points d'écoutes

Sur les onze points IPA réalisés :

- Les points IPA : 3, 7, 8 et 9 sont dans l'aire d'influence du parc éolien et majoritairement des milieux ouverts de cultures céréalières
- Les points IPA 1, 2, 4, 5, 6, 10 et 11 sont au-delà représentent des milieux ouverts de cultures céréalières ainsi que les autres milieux présents aux alentours comme les zones de lisières, les zones humides...

☞ Les points IPA réalisés dans l'aire d'étude d'influence sont ceux présentant la plus faible richesse spécifique.

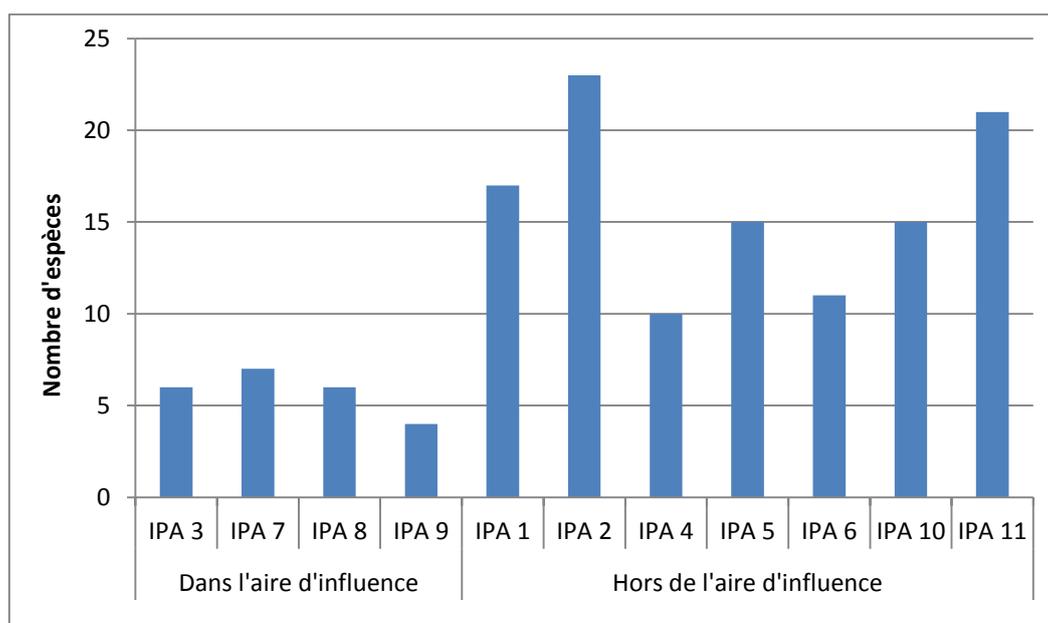


Figure 5. Richesse spécifique par point d'écoute et par aire d'étude

### III.1.3 Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Dans le cadre des expertises effectuées en 2016, 14 espèces remarquables, dont 6 nicheuses ont été recensées au sein de l'aire d'étude.

Les éléments principaux sont repris sous forme de tableau présentant pour chaque espèce, ou groupes d'espèces :

- Considérée comme remarquable de par l'enjeu de patrimonialité qu'elle représente (menacée au niveau régional ou national)
- De par leur sensibilité à l'éolien,
- De par les effectifs remarquables ou de par leur comportement

Les informations principales sont les suivantes :

- L'espèce est-elle considérée comme sensible
- L'espèce est-elle considérée comme régionale

#### Liste des espèces patrimoniales observées en période de reproduction sur, ou à proximité immédiate, du parc éolien de Bois Ballay (BIOTOPE, 2016)

Nom vernaculaire Nom scientifique	Nom français	Statut de protection en France	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge France (nicheur)	Liste rouge Centre (nicheur)	Effectifs <sup>1</sup>	Espèce sensible aux collisions <sup>2</sup>
Espèces nicheuses							
<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	Protégé	X		VU	1	3
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	Protégé	X	LC	NT	3	2
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	Protégé		VU	LC	1	
<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse	Protégé		VU	NT	7	
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Pouillot fitis	Protégé		NT	NT	3	
<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois	Chassable		VU	LC	6	1

Espèces non nicheuses							
<i>Chlidonias hybrida</i>	Guifette moustac	Protégé	X	VU	EN	10	
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	Protégé	X	EN	CR	1	
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	Protégé	X	LC	VU	1	3
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	Protégé		NT	EN	10	2
<i>Sterna hirundo Linnaeus</i>	Sterne pierregarin	Protégé	X	Occasionnel	NT	1	2
<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorne de Belon	Protégé		LC	Occasionnel	3	2
<i>Saxicola rubetra</i>	Tarier des prés	Protégé		VU	CR	1	
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Traquet motteux	Protégé		NT	Occasionnel	1	

LC = Préoccupation mineure ; NT = Quasi menacé ; Nab = Espèce occasionnelle ; VU = Vulnérable ; CR = Danger critique ; EN = en danger

1 : effectifs en nombre de couples pour les espèces nicheuses et en nombre d'individus pour les espèces non nicheuse  
 2 : Niveau de sensibilité 4 = espèce très sensible, 3 = espèce fortement sensible, 2 = espèce moyennement sensible, 1 = espèce peu sensible

- ☞ Parmi les espèces patrimoniales contactées, 7 espèces sont classées « rouge », « orange » ou « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (*Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015*).
- ☞ Six sont d'intérêt européen car inscrites en annexe I de la directive européenne 2009/147/EC dite directive « Oiseaux ». Elles sont également protégées en France : Le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, la Guifette moustac, la Guifette noire, le Milan noir et la Sterne pierregarin. Une est inscrite à l'annexe II de la directive européenne 2009/147/EC dite directive « Oiseaux » : la Mouette rieuse.
- ☞ Une espèce nicheuse remarquable présentant des comportements de vol sensible aux risques de collision avec les éoliennes a été observée lors des inventaires : le Busard Cendré.
- ☞ Une autre espèce, non nicheuse sur le site mais sensible aux risques de collision, du fait de son comportement de vol, est également présente : le Milan noir.

## III.2 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

Les résultats de l'état initial de l'étude d'impact (Nordex, 2007) ne permettent pas une évaluation quantitative des espèces présentes. De plus, aucun nombre de couples n'est abordé pour les espèces à large territoire.

Il n'y a pas de précisions quant à la pression d'inventaire réalisée en 2006 et donc il est délicat de

comparer ces résultats à ceux de 2016.

Les listes d'espèces présentés mettent néanmoins de comparer la présence des espèces remarquables entre l'étude d'impact et les suivis 2016.

**Tableau 5.** Comparaison des espèces remarquables observées en 2007 et 2016 sur et aux abords du parc éolien de Bois Ballay

<i>Espèce</i>	<i>Espèces observées en période de nidification en 2005 - 2007</i>	<i>Espèces observées en période de nidification en 2016</i>
Bondrée apivore	X	
Busard Saint-Martin	X	X
Busard cendré	X	X
Chardonneret élégant		X
Faucon hobereau	X	
Guifette moustac		X
Guifette noire		X
Linotte mélodieuse	X	X
Milan noir		X
Mouette rieuse		X
Oedicnème criard	X	
Pouillot fitis		X
Sterne pierregarin		X
Tadorne de Belon		X
Tarier pâtre		X
Tourterelle des bois		X
Traquet motteux	X	X
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
	Espèce observée en 2007 et non revue en 2016	
	Espèce observée uniquement en 2016	

Le Busard cendré (une femelle a été observée en chasse active au cœur de la zone d'étude) et le Busard Saint Martin (deux couples ont été observés au cœur de la zone d'étude) sont deux espèces encore présentes au sein de la zone d'étude en 2016.

La Bondrée apivore et le Faucon Hobereau n'ont pas été revus en 2016. Ces deux espèces qui nichent en forêt sont plus difficiles à observer et peuvent passer inaperçu, ce n'est pas le cas des busards qui volent en milieu ouvert.

L'Oedicnème criard avait été noté comme nicheur probable en 2005 au niveau d'une parcelle de tournesol mais non revu en 2016. Cela peut s'expliquer dû fait de l'assolement aujourd'hui qui ne compte plus de parcelles de tournesol et de la discrétion de cette espèce. Les populations d'Oedicnèmes criards sont bien présentes en Champagne Berrichonne.

Les autres espèces nicheuses considérées comme menacées à l'époque des inventaires (2005 -2007) sont encore présentes aujourd'hui.

Suivi de mortalité de l'avifaune et des chauves-souris. Parc éolien de Bois Ballay



### Légende

-  Parc éolien de Bois Ballay
-  Points IPA

### Espèces nicheuses

-  Busard cendré
-  Busard Saint-Martin
-  Chardonneret élégant
-  Linotte mélodieuse
-  Pouillot fitis
-  Tourterelle des bois

### Espèces non nicheuses

-  Guifette moustac
-  Guifette noire
-  Milan noir
-  Mouette rieuse
-  Sterne pierregarin
-  Tadome de Belon
-  Tarier des prés
-  Traquet motteux



© GREENSOLVER - Tous droits réservés - Sources : ©BingAerial® (2004), © BIOTOPE 2016  
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n° 7. Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc de Bois Ballay

## IV. Bilan du suivi de l'activité des chiroptères

Cf. Carte 8. Synthèse des espèces de chiroptères contactées sur l'aire d'étude

### IV.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en 2016

#### IV.1.1 Richesse spécifique

Les prospections au sol ont mis en évidence la présence de 4 espèces et 3 groupes d'espèce de chiroptères.

La richesse spécifique observée au sein de l'aire d'étude est considérée comme faible (25 espèces de chauves-souris recensées en région Centre).

☞ Cette richesse spécifique est toutefois cohérente au regard de la localisation de l'aire d'étude, des habitats en présence et de la pression d'inventaire.

Tableau 6. Liste des espèces observées ou probables au sein de l'aire d'étude	
Nom français	Nom scientifique
<b>ESPECES OBSERVEES</b>	
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
<b>ESPECES APPARTENANT AUX GROUPES D'ESPECE IDENTIFIES</b>	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>

## IV.1.2 Statuts de protection et de conservation des chiroptères de l'aire d'étude

Tableau 7. Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères présentes					
Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection nationale	Directive Habitats	Statut de conservation	
				En France	En région Centre
<b>ESPECES AVEREES</b>					
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	Art 2	An. II & IV	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure Espèce déterminante de ZNIEFF
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Art 2	An. IV	Quasi menacée	Quasi menacée Espèce déterminante de ZNIEFF
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Art 2	An. IV	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure Espèce déterminante de ZNIEFF
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Art 2	An. IV	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure
<b>ESPECES APPARTENANT AUX GROUPES D'ESPECE IDENTIFIES</b>					
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Art 2	An. IV	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure Espèce déterminante de ZNIEFF
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Art 2	An. IV	Quasi menacée	Quasi menacée Espèce déterminante de ZNIEFF
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Art 2	An. IV	Quasi menacée	Quasi menacée Espèce déterminante de ZNIEFF
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Art 2	An. IV	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure Espèce déterminante de ZNIEFF
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	Art 2	An. IV	Préoccupation mineure	Données insuffisantes Espèce déterminante de ZNIEFF

Protection nationale : Arrêté ministériel du 23 avril 2007

Directive Habitats : Directive européenne du 21 mai 1992 concerne la préservation des habitats naturels de la faune et de la flore sauvage

Statut de conservation en France : La Liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre Mammifères de France métropolitaine (UICN France, MNHN, ONCFS & SPEFM, 2009)

Statut de conservation en région Centre : Livre rouge des habitats naturels et des espèces menacés de la région Centre (NATURE CENTRE, CBNBP, 2014) & Liste des espèces et habitats déterminants de la région Centre (DREAL CENTRE, 2012).

☞ Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées au titre des individus et des habitats de repos et de reproduction.

- ☞ Une espèce d'intérêt communautaire a été contactée dans l'aire d'étude: le Grand murin.
- ☞ Aucune espèce rare et/ou menacée n'est recensée sur l'aire d'étude. Seules trois espèces sont considérées comme quasi-menacées.

### IV.1.1 Sensibilité aux éoliennes des espèces recensées

Les synthèses nationales des écoutes effectuées sur des mâts de mesures météorologiques à différentes hauteurs ont permis de mettre en évidence que la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Sérotine commune, les Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius sont les espèces qui volent très fréquemment au-delà de 25 m (cf. figure suivante).

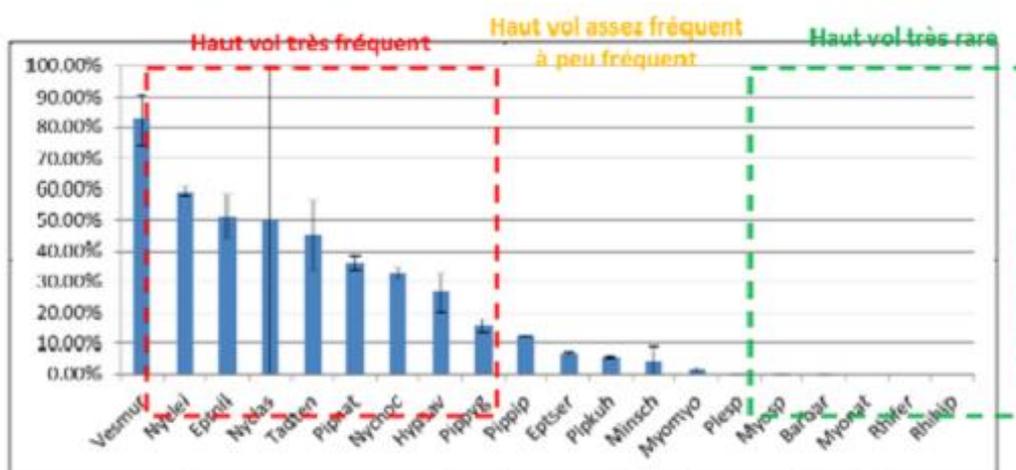


Figure 6. Proportions des contacts localisés à plus de 25 m de hauteur par espèce. Les erreurs standards sont indiquées pour chaque espèce sous forme de barres. L'espèce est indiquée par un code à 6 lettres, les 3 premières lettres du genre suivies des 3 premières lettres de l'espèce. (Graphique issu de BAS, 2014).

Tableau 8. Sensibilité des espèces observées ou probables au sein de l'aire d'étude		
Nom français	Nom scientifique	Note de risque
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	3,5
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	3
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	2,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	1,5
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	

Note de risque : source SFEP, 2012 in Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (Ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2015).

☞ Six espèces présentes, ou potentiellement présentes, sur l'aire d'étude ont des comportements de vol les rendant particulièrement sensibles aux risques de collision avec les éoliennes (vol en altitude, comportement de migration...) : il s'agit de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler, de la Pipistrelle commune, de la Pipistrelle de Kuhl, de la Pipistrelle de Nathusius et de la Sérotine commune.

## IV.2 Données quantitatives sur l'aire d'étude en 2016

- 129 contacts de chauves-souris ont été obtenus lors des trois sessions d'expertises.
- Un nombre plus important de contacts a été obtenu au cours du passage du mois de mai, ces résultats sont à corréliser avec les conditions climatiques plus clémentes (les mois suivants ont été caniculaires) et une activité intense des chauves-souris (période de mise-bas). Toutefois, la diversité spécifique relevée est plus limitée.
- La diminution des contacts en juillet et août peut s'expliquer par une baisse d'attractivité de l'aire d'étude pour la chasse. En effet, la moisson puis le labour des parcelles impliquent une réduction drastique du nombre de proies disponibles pour les chiroptères.

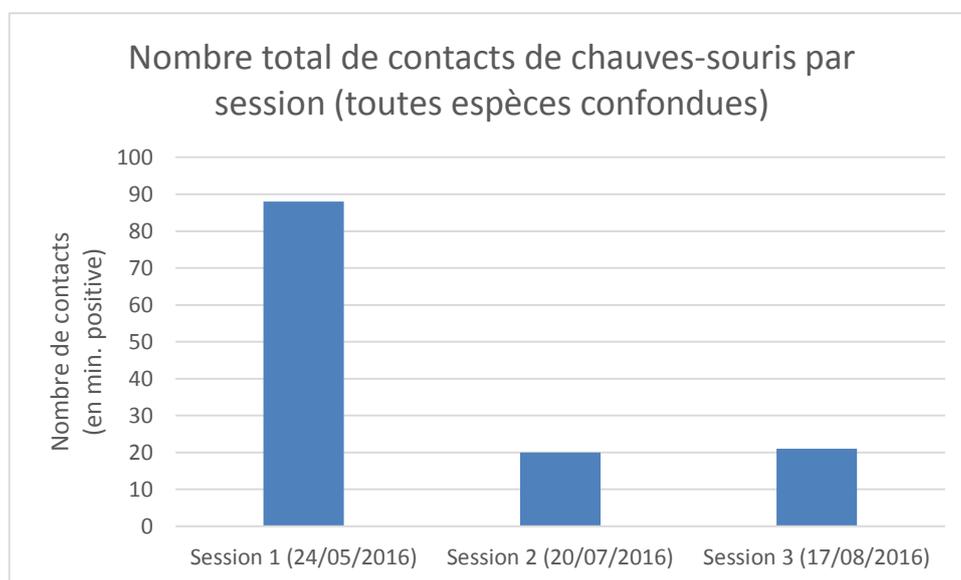


Figure 7. Nombre total de contacts de chauves-souris par session (toutes espèces confondues)

- Les points d'écoute sont tous situés dans le même type de milieu (grandes cultures) pourtant, les points situés au nord, à proximité des éoliennes, semblent plus attractifs que ceux au sud.
- Il faut noter la présence du Grand murin, espèce de bocage pouvant se déplacer sur de longues distances. Un contact a été réalisé en milieu de nuit, indiquant que l'individu était en transit sur l'aire d'étude.
- La Noctule commune, seule espèce migratrice au long cours identifiée de façon certaine sur cette étude, a été contactée à quelques reprises (sessions de juillet et août).

- Etrangement, aucune Pipistrelle commune n'a été contactée au mois de juillet alors qu'il s'agit de l'ensemble la plus commune du territoire.

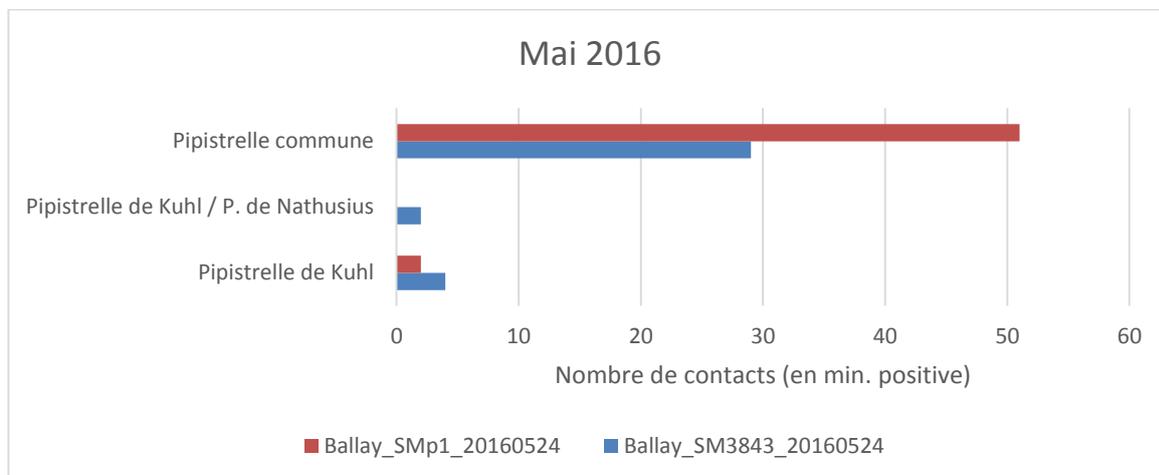


Figure 8. Nombre de contacts par espèce et par point au cours du passage de mai 2016

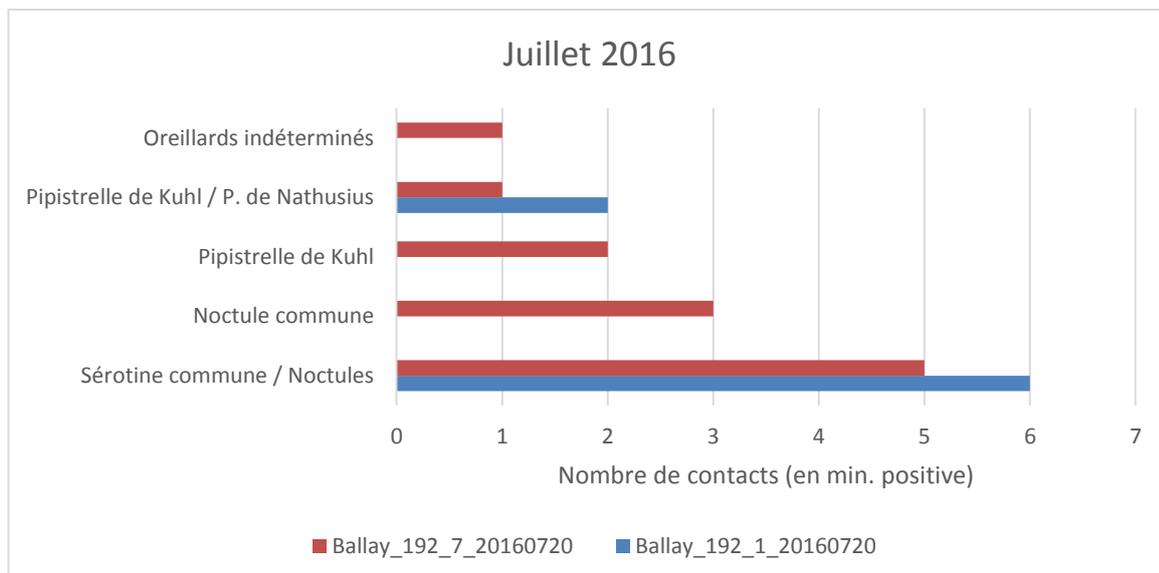


Figure 9. Nombre de contacts par espèce et par point au cours du passage de juillet 2016

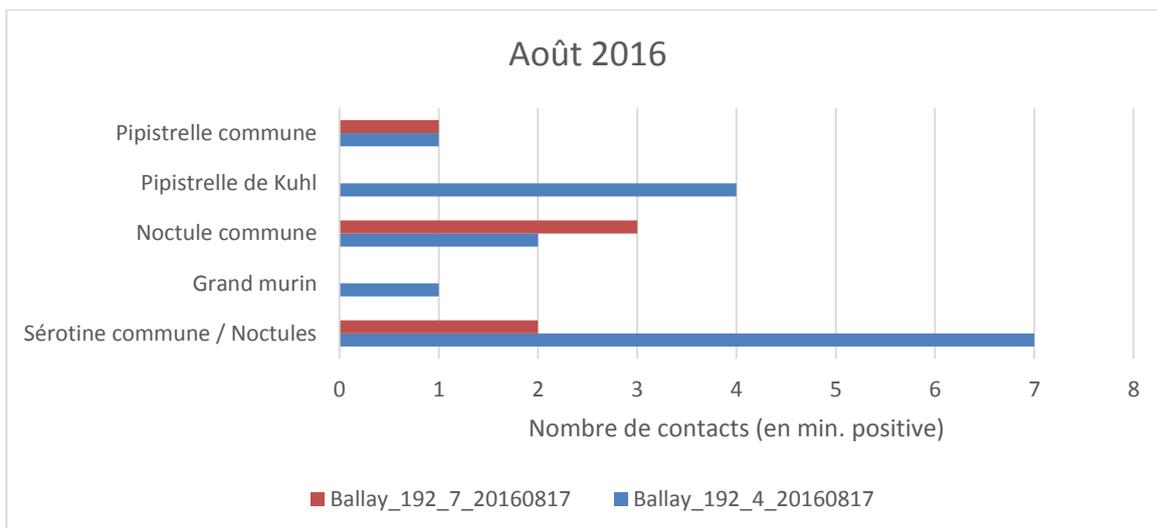
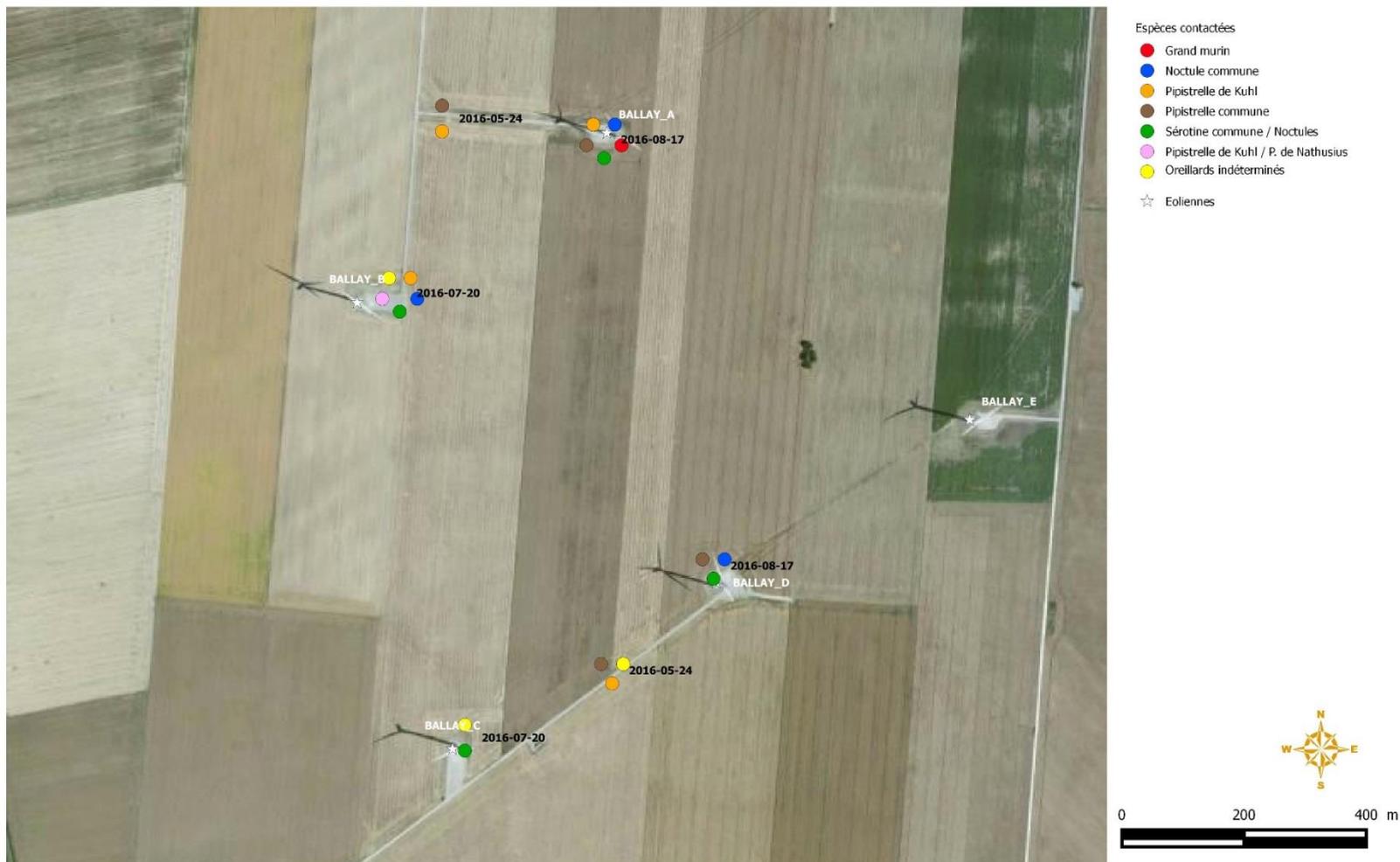


Figure 10. Nombre de contacts par espèce et par point au cours du passage d'août 2016

Suivi de mortalité et du comportement de l'avifaune et des chiroptères - Parc éolien de Bois Ballay



© Greensolver - Tous droits réservés - Sources : © Microsoft® Bing Aerial (2004), Cartographie : Biotope, 2016

Carte n°8. Synthèse des espèces de chiroptères contactées sur l'aire d'étude

## IV.3 Activité des chiroptères sur l'aire d'étude en 2016

☞ Aucune différence significative n'est relevée entre les points d'écoute, seule l'activité générale fait l'objet d'une analyse.

**Tableau 9. Synthèse de l'activité chiroptérologique sur le site**

Espèce	N	n	Occ S	MoyS	Mediane	MaxNuit	ActiviteMediane	ActiviteMax
Pipistrelle commune	6	3	44 %	13,67	51	82	Moyenne	Moyenne
Sérotine commune / Noctules	6	4	44 %	3,33	7	20	Moyenne	Moyenne
Pipistrelle de Kuhl	6	4	67 %	2,00	4	12	Faible	Moyenne
Noctule commune	6	3	33 %	1,33	3	8	Moyenne	Moyenne
Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	6	3	33 %	0,83	2	5	Faible	Moyenne
Grand murin	6	1	6 %	0,17	1	1	Faible	Faible
Oreillards indéterminés	6	1	6 %	0,17	1	1	Faible	Faible
<b>Bilan toutes espèces</b>	6	-	-	-	<b>69</b>	<b>129</b>	Faible	Moyenne

*N : Nombre de nuit d'écoute global*

*n : Nombre de nuit d'écoute ou l'espèce a été contactée*

*Occ = Pourcentage d'occurrence nuit sur la saison (rapport du nombre de nuit ou l'espèce a été contactée sur le nombre de nuit total d'enregistrement)*

*Moy = Moyenne du nombre minute positive par nuit et par enregistreur*

*Médiane : Médiane du nombre minute positive par nuit et par enregistreur*

*MaxtNuit = Nombre maximum de minutes positives enregistrés au cours d'une nuit*

*Activité Médiane : Analyse de l'activité en fonction du référentiel Actichiro, sur l'activité médiane*

*Activité Max : Analyse de l'activité en fonction du référentiel Actichiro, sur l'activité maximale*

☞ L'activité globale sur l'ensemble du site est jugée faible pour l'ensemble du peuplement chiroptérologique de l'aire d'étude.

☞ L'activité la plus forte est logiquement relevée au printemps (activité moyenne).

☞ Toutefois, on relève une activité moyenne pour les espèces sensibles aux éoliennes (Pipistrelle commune, Noctule commune et groupe Sérotine commune / Noctules).

## IV.4 Rôle fonctionnel de l'aire d'étude pour les chiroptères

---

Située en Champagne Berrichonne, l'aire d'étude s'inscrit sur un vaste plateau céréalier. Ce paysage d'openfield contraste avec la vallée de l'Arnon qui le borde à l'ouest.

### ★ *Habitats de gîte*

Aucun élément boisé ou de bâti favorable à l'implantation d'une colonie de chauves-souris n'est recensé à proximité immédiate des éoliennes.

Il est possible, au regard de la phénologie des contacts que les bâtis en périphérie de la zone étudiée, soient utilisés par des espèces anthropiques comme la Pipistrelle commune ou de Kuhl.

### ★ *Habitats de chasse*

Les espèces privilégient essentiellement les espaces naturels diversifiés et délaissent les zones cultivées ouvertes pauvres en insectes.

Sur le site, aucun élément paysager majeur n'est recensé mais les bords de chemins, les haies et les délaissés associés aux plateformes des éoliennes peuvent constituer des habitats de chasse secondaires pour les espèces ubiquistes comme les Pipistrelles.

### ★ *Zones de transit*

Les chauves-souris fréquentent plusieurs territoires de chasse au cours de la nuit. Les comportements de vols lors des transits entre les gîtes et les différents territoires de chasse sont variables selon les espèces : en plein ciel pour les noctules, le long des végétations basses pour les rhinolophes, etc. En dehors des espèces de haut vol, la plupart utilise des éléments paysagers et choisissent préférentiellement les alignements d'arbres, les haies ou les cours d'eau qui favorisent les déplacements en les sécurisant. Ces corridors drainent un nombre important d'individus et jouent un rôle majeur dans la fonctionnalité écologique du secteur.

Au sein de l'aire d'étude, les éléments linéaires structurants sont inexistant, les chauves-souris se déplaceraient sans suivre de continuité écologique bien identifiée, à l'exception possible des chemins.

Le Grand murin, la Noctule commune, le groupe Sérotine commune / Noctules ou les oreillards ont été contactés en activité de transit sur l'aire d'étude.

☞ L'aire d'étude est vraisemblablement une zone de transit entre la vallée de l'Arnon et les massifs boisés à l'est. Ces deux grands secteurs abritent des habitats de chasse et de gîte d'importance.

## IV.5 Comparaison avec les résultats de l'étude d'impact

---

L'état initial intègre une étude au sol et en altitude réalisée par le Muséum de Bourges en 2005 au cours d'une seule nuit. Seul le groupe des Pipistrelles (sans précision de l'espèce) a été identifié au cours de cette étude. Ces données réduites ne nous permettent pas de comparer ni l'activité ni les comportements entre 2005 et 2016.

Le rapport indique également que 3 colonies de Pipistrelles ont été identifiées dans un rayon de 3 km.

L'enjeu de l'aire d'étude pour les chiroptères a été considéré comme minime. D'après les inventaires de 2016, l'aire d'étude semble peu favorable au bon accomplissement de la totalité du cycle biologique de l'ensemble des espèces.

Le groupe des Pipistrelles a été recensé comme en 2005. Toutefois, le site constitue une zone de transit pour plusieurs des espèces, dont des espèces sensibles aux éoliennes et présentant une activité moyenne (Pipistrelle commune, Noctule commune et groupe Sérotine commune / Noctules).

# V. Résultats du suivi de mortalité

## V.1 Résultats bruts

### V.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

Au total, 13 cadavres ont été trouvés au sein du parc de Bois Ballay dont 3 oiseaux (3 espèces) et 10 chauves-souris (4 espèces) entre juillet et octobre 2016.

Les espèces d’oiseaux trouvées sont le Bruant proyer, le Corbeau freux et le Rougegorge familier. Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler.

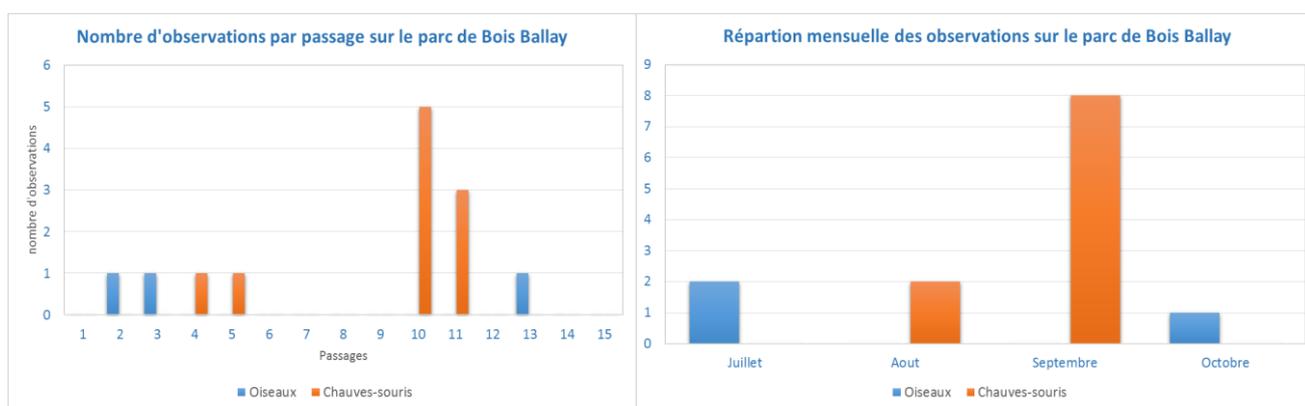


Figure 11. Nombre d’observations par passage et répartition mensuelle des cadavres trouvés sur le parc de Bois Ballay

### Cause de la mort

Pour une des chauves-souris trouvée la cause de la mort semble être due à une collision. Pour tous les autres cadavres trouvés, la cause de la mort est liée au barotraumatisme.



Illustration de cadavres d’animaux morts par barotraumatisme

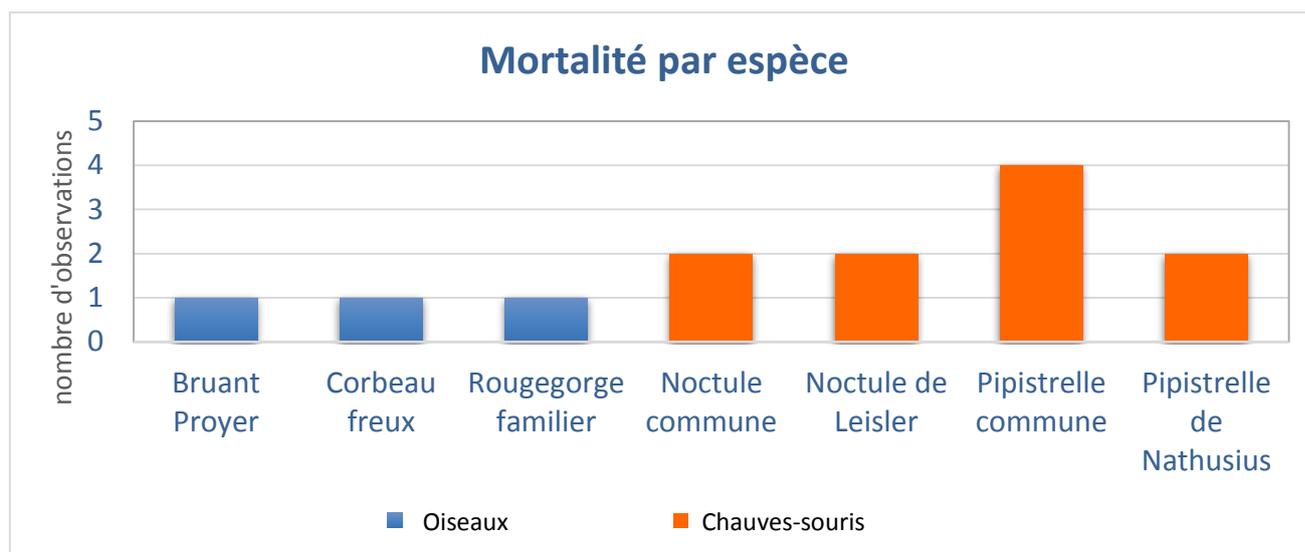


Figure 12. Mortalité par espèce

## V.1.2 Les oiseaux

### Analyse

Trois espèces différentes ont été retrouvées sous les éoliennes du parc de Bois Ballay : **le Bruant Proyer, le Corbeau freux et le Rougegorge familial.**

A titre de comparaison, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr au 1<sup>er</sup> juin 2015 sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de dresser le tableau ci-dessous. On constate que les espèces impactées par le parc de Bois Ballay ne sont pas des espèces fortement impactées par l'éolien. Elles représentent en effet seulement 0% à 2% des cadavres trouvés dans les parcs éoliens français. A l'échelle européenne, le Bruant Proyer représente 2,5% des individus impactés, le Corbeau freux 0,1% et le Rougegorge familial 1%. A noter cependant que le Bruant proyer fait partie des dix espèces les plus impactées par l'éolien en Europe.

**Le Bruant Proyer et le Corbeau freux** sont des espèces communes en milieux ouverts tels que les plaines céréalières. On peut ainsi considérer les individus trouvés comme des cas isolés. Ces espèces ont été observées sur le site en période de reproduction.

**Le Rougegorge familial** en revanche a été détecté en octobre, date correspondante à la période de migration de l'espèce. Un deuxième cadavre a été trouvé sous une éolienne du parc éolien voisin le même jour confirmant l'hypothèse d'un passage d'individus en migration. Ces deux individus étaient des juvéniles, encore peu expérimentés et donc plus sensibles au risque éolien. Cette espèce n'a pas été détectée lors de la période de reproduction.

### Synthèse française (Dürr 2015) des cas de mortalité pour les espèces observées sur le parc éolien de Bois Ballay

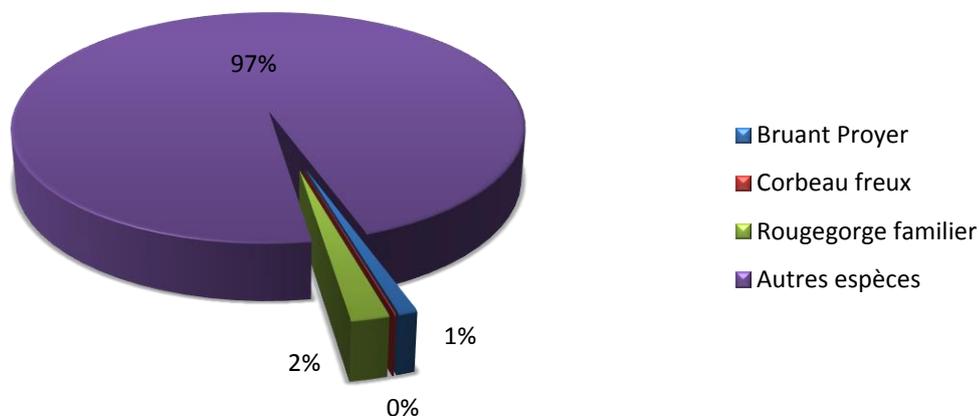


Figure 13. Synthèse française des cas de mortalité pour les espèces observées sur le parc éolien de Bois Ballay (Dürr, 2015).

Le tableau de synthèse qui suit, se base sur des observations transmises. Il permet de comparer la mortalité observée sur le parc de Bois Ballay par rapport à la France et aux autres pays de l'Europe. Cependant, s'il donne une idée générale sur les espèces touchées et leurs proportions, il n'est pas exhaustif de l'ensemble des parcs. 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 10. Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2015) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	A	BE	BG	CR	CZ	D	DK	E	EST	FR	Bois Ballay	GB	GR	NL	N	P	PL	RO	S	Total (hors Bois Ballay)	
Bruant Proyer						30		25 2		2	1					20					304
Corbeau freux	9					6					1								1		16
Rougegorge familial		1			1	28		79		6	1		2	1		3	1		4		126
Total	35 9	17 71	5	1	24	30 22	9	54 92	1	32 4	3	167	99	49 8	13 8	22 2	79	2	13 6		12356

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

## Evaluation des enjeux

Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur Bois Ballay à l'échelle de la France et de l'Europe. Les espèces contactées, malgré leurs statuts de protection ne relèvent pas d'enjeu de conservation élevé.

Tableau 11. Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc de Bois Ballay							
Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge France migrateur (2011)	Bird in Europe (2004)	Convention de Bonn	Liste rouge France nicheur (2016)	Liste rouge Europe (2015)
<i>Emberiza calandra</i> Bruant proyer	Article 3			SPECE 2		LC	LC
<i>Corvus frugilegus</i> Corbeau freux		Annexe II /2		Non-SPEC		LC	LC
<i>Erithacus rubecula</i> Rougegorge familier	Article 3		NA	Non-SPEC		LC	LC

### Liste rouge

VU : Vulnérable, NT : Quasi menacé, EN : En danger

LC : Préoccupation mineure

DD : Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)

NA : Non applicable (espèce non soumise à évaluation car (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 (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 sont remplis)

### 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 ;

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

### 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 Etats 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 Etats 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.

### Bird in Europe

Les critères utilisés prennent en compte le statut mondial et européen de ces espèces et le pourcentage de leur effectif qui se trouve en Europe.

Les SPECS sont divisées en 4 catégories :

**SPEC 1** : Espèces menacées à l'échelle mondiale, dépendantes de moyens de conservation ou insuffisamment connues ;

**SPEC 2** : Espèces dont la population mondiale est concentrée en Europe et qui ont un statut de conservation défavorable en Europe ;

**SPEC 3** : Espèces dont la population mondiale n'est pas concentrée en Europe mais qui y ont un statut de conservation défavorable ;

**SPEC 4** : Espèces dont la population mondiale est concentrée en Europe mais qui ont un statut de conservation favorable en Europe

### V.1.3 Les chauves-souris

#### Analyse

Quatre espèces ont été retrouvées mortes sur le parc de Bois Ballay : la **Pipistrelle commune (4 individus)**, la **Pipistrelle de Nathusius (2 individus)**, la **Noctule commune (2 individus)** et la **Noctule de Leisler (2 individus)**.

La **Pipistrelle commune** est une espèce sédentaire, s'éloignant rarement de son domaine vital. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien. A noter que 3 colonies de Pipistrelles communes avaient été détectées à moins de 3km de l'aire d'étude lors de l'étude d'impact initiale en 2007.

La **Pipistrelle de Nathusius**, la **Noctule commune** et la **Noctule de Leisler** sont des espèces migratrices (cf. chapitre dédié). Il est donc probable que les individus touchés par le parc de Bois Ballay soient majoritairement des individus en migration. En effet, quatre individus sur six étaient des femelles, le sixième n'étant pas sexable du fait de son état de décomposition. Or, il semblerait que ce soit surtout les femelles et les jeunes qui migrent, entre août et novembre, les mâles étant plus sédentaires (Arthur et Lemaire 2009). On ne peut cependant affirmer cela avec certitude : des colonies de mise-bas sont présentes en France et de nouvelles colonies sont découvertes chaque année.

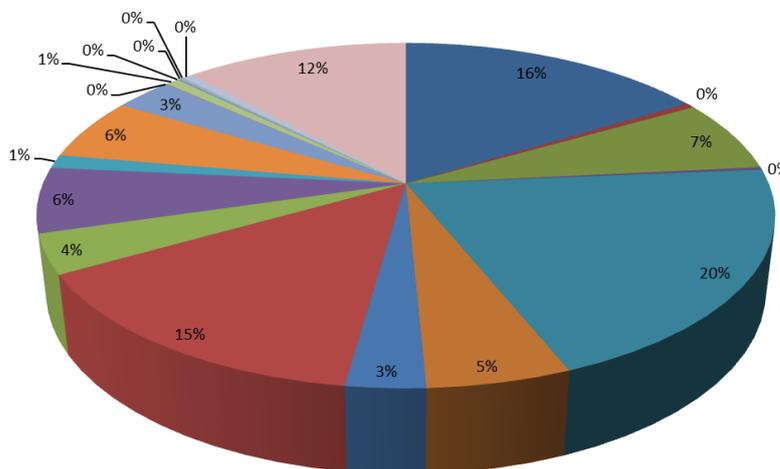
A titre de comparaison, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürr au 1<sup>er</sup> juin 2015 sur les cadavres de chauves-souris relate :

- que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne (+ de 20% des individus impactés) et à l'échelle française (+ de 29%)
- que la Pipistrelle de Nathusius est la troisième espèce la plus impactée en Europe (+ de 15%) et la troisième en France (+ de 6%)
- que la Noctule commune et la Noctule de Leisler représentent respectivement 16% et 7% des individus impactés par les parcs éoliens à l'échelle européenne et 3% et 4% à l'échelle française.

Ces chiffres sont des minimums car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque espèce. De même, pour un grand nombre d'individus (12% pour l'Europe et 22% pour la France), même l'espèce n'a pas pu être déterminée du fait, entre autres, de leur état de décomposition avancée.

### Espèces de Chiroptères impactées par les parcs éoliens européens (adaptation de Dürr 2015)

- Noctule commune
- Grande Noctule
- Noctule de Leisler
- Noctules indéterminées
- Pipistrelle commune
- Pipistrelle commune/pygmée
- Pipistrelle pygmée
- Pipistrelle de Nathusius
- Pipistrelle de Kuhl
- Pipistrelles indéterminées
- Sérotine commune
- Autre Sérotines
- Vespère de Savi
- Barbastelle d'Europe
- Molosse de Cestoni
- Minoptère de Schreiber
- Oreillards
- Rinolophes
- Myotis
- Indéterminé



### Espèces de Chiroptères impactées par les parcs éoliens français (adaptation de Dürr 2015)

- Noctule commune
- Grande Noctule
- Noctule de Leisler
- Noctules indéterminées
- Pipistrelle commune
- Pipistrelle commune/pygmée
- Pipistrelle pygmée
- Pipistrelle de Nathusius
- Pipistrelle de Kuhl
- Pipistrelles indéterminées
- Sérotine commune
- Autre Sérotines
- Vespère de Savi
- Barbastelle d'Europe
- Molosse de Cestoni
- Minoptère de Schreiber
- Oreillards
- Rinolophes
- Myotis
- Indéterminé

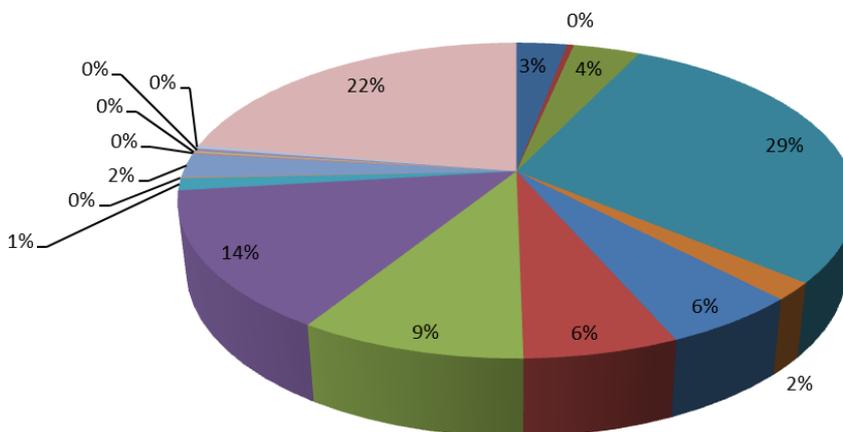


Figure 14. Synthèses européenne et française des cas de mortalité liés aux parcs éoliens pour les Chauves-souris. © Adapté de Dürr (2015).

## Cas particulier des chauves-souris migratrices

La plupart des chauves-souris effectuent des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hibernation, variant de quelques à plusieurs dizaines de kilomètres. Trois espèces effectuent cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1000 km : la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius. Les trois espèces font l'objet d'une protection stricte sur le territoire français et sont inscrites comme « quasi-menacées » sur la Liste Rouge nationale.

Ces espèces se reproduisent en Europe du nord et de l'est. Les petits naissent entre juin et fin juillet et s'émancipent 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. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas (Arthur et Lemaire 2009). 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 et Lemaire 2009).

Ces chauves-souris font parties des espèces les plus impactées par l'éolien d'après les différentes études et les suivis post-implantations. Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations. Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (extrait Arthur et Lemaire 2009).

La **Noctule commune** est une espèce dont la hauteur de vol varie de 10 mètres à quelques centaines de mètres (Rodrigues *et al.* 2015). Cette espèce a été observée s'approchant très près des éoliennes, la rendant très sensible au risque de collision ou de barotraumatisme (Roeleke *et al.* 2016). En Allemagne, des études isotopiques, effectuées sur les cadavres retrouvés sous les éoliennes, ont montré qu'une partie des individus impactés était des migrants (Lehnert *et al.* 2014). L'espèce est présente sur l'ensemble du territoire français mais ses effectifs fluctuent (Kerbiriou *et al.* 2015). Dans le Cher, une vingtaine de colonies de mâles sont connues, en été. En revanche aucune colonie de femelle 'a été découverte jusqu'à présent (L. Arthur, communication personnelle).

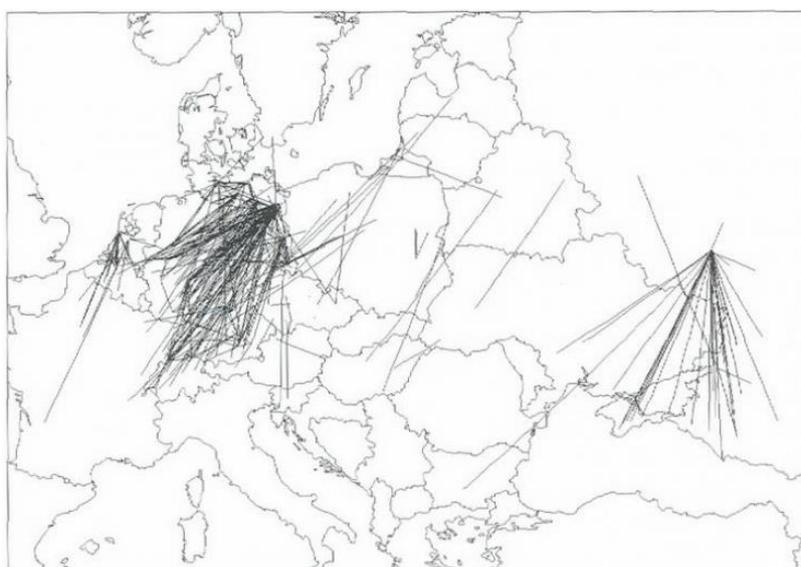


Figure 15. Recaptures de bagues pour les populations de Noctule commune. Carte extraite de Hutterer *et al.* 2005

**La Noctule de Leisler** est une espèce qui vole 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 et Lemaire 2009). Ses effectifs sont en très nette diminution (Kerbiriou *et al.* 2015). Dans le département du Cher une seule colonie, constituée d'environ 160 femelles reproductrices, est connue. Hormis cette donnée, tous les autres contacts concernent des individus retrouvés piégés dans des cheminées. Ainsi seules 23 Noctules de Leisler ont été contactées par le Museum de Bourges depuis 1987, hors suivi acoustique (L. Arthur, communication personnelle).



Figure 16. Routes migratoires de la noctule de Leisler, obtenues par 50ans de baguage et recapture. D'après Hutterer *et al.* 2005.

**La Pipistrelle de Nathusius** est une espèce qui vole 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). Cette chauve-souris est présente sur l'ensemble du territoire français, avec des populations plus abondantes sur les littoraux qu'au centre. Il existe de grandes disparités de sexe et d'effectifs en raison du caractère migrateur de l'espèce (Arthur et Lemaire 2009). Le peu de données disponibles sur l'espèce ne permet pas d'estimer une tendance de la population (Kerbiriou *et al.* 2015).

La Pipistrelle de Nathusius est également très mal connue dans le département du Cher. Les prospections sont difficiles pour cette espèce, qui est arboricole. Seuls quelques rares individus isolés sont observés, morts ou en difficulté. Ainsi le Museum de Bourges n'a contacté que 19 Pipistrelles de Nathusius depuis 1987. Aucune colonie n'est connue à ce jour en région Centre (L. Arthur, communication personnelle).

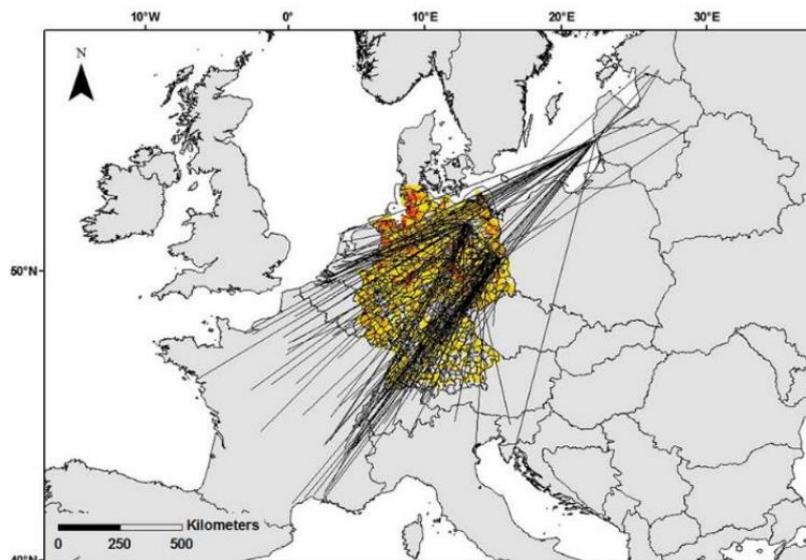


Figure 17. Recaptures de bagues pour les populations de Pipistrelles de Nathusius du Nord-est de l'Europe en relation avec la densité des éoliennes en Allemagne. Extrait de Voigt *et al.* 2015.

#### Synthèse des premiers résultats dans le cadre des études de mortalité des parcs éoliens de la région Centre.

*Cf. texte intégral en Annexe 7. Premiers résultats sur les analyses des cadavres de chauves-souris dans le cadre des études de mortalité des parcs éoliens de la région Centre. Laurent Arthur, décembre 2016.*

Une première analyse des résultats des suivis mortalité des parcs éoliens de la région Centre a été réalisée par Laurent Arthur, expert du Museum d'Histoire Naturelle de Bourges, en décembre 2016. Cette analyse porte sur les suivis de mortalité conduits en 2016 sur 11 parcs en Indre et dans le Cher, dont 8 suivis par Biotope (avec l'autorisation des développeurs). Une étude isotopique est en cours afin de définir la provenance et de confirmer le pourcentage d'individus tués en migration automnale.

Cette analyse relate que : « Les 45 individus de six espèces découverts représentent le cortège habituel des victimes des aérogénérateurs. La mortalité concerne trois espèces sédentaires : Pipistrelle commune (18 cadavres), Sérotine commune (2 cadavres) et Pipistrelle de Kuhl (1 cadavre). Les animaux provenant de populations locales, il apparait une corrélation entre un pic de mortalité et la forte densité de colonies de Pipistrelles communes le long des parcs de la vallée du Cher. Les autres espèces touchées sont des chauves-souris connues comme migratrices. Elles représentent plus de la moitié des individus récoltés : Pipistrelle de Nathusius (5 individus), Noctule commune (8 individus) et Noctule de Leisler (9 individus). Essentiellement tuées au moment du pic migratoire, de la mi-août à la mi-septembre, ces dépouilles viennent confirmer les autres études menées en France et en Europe. »

A noter que « plus de la moitié des animaux récoltés étaient en parfait état de conservation ». « Les prochaines publications des bureaux d'études permettront de mieux cerner l'estimation du taux de disparition des cadavres par les nécrophages. Même si ces futures projections de mortalité doivent être prises avec précaution, le nombre de cadavres de la présente étude doit être considéré comme à minima. »

« Phénomène plus déroutant par rapport aux connaissances actuelles, l'essentiel des corps ont été découverts dans des milieux d'openfield, là où les contacts acoustiques des études préliminaires étaient peu nombreux et les enjeux vis à vis de ces espèces qualifiés de faibles. [...] »

Si aucune mesure de contrôle des machines n'est mise en place, l'effet pour les populations sédentaires à faible rayon d'action restera impactant mais localisé. Il pourrait entraîner des menaces sur la pérennité des colonies proches des parcs [...], mais ces conséquences ne devraient pas entraîner de disparition d'espèce au sens réel du terme. »

Concernant les espèces migratrices, « 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. »

## Evaluation des enjeux

Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des chauves-souris retrouvées sur le parc Bois Ballay à l'échelle de la France et de l'Europe. Les espèces contactées font toutes l'objet d'une protection stricte en France et dans l'Union européenne. La Pipistrelle commune ne relève pas d'enjeu de conservation élevé. Par contre la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont des espèces considérées comme quasi menacées à l'échelle régionale et à l'échelle nationale selon les critères de l'UICN.

Tableau 12. Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Bois Ballay						
Espèces		Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge		
				Européenne (2012)	France (2009)	Centre (2012)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Protégé (Article 2)	Annexe IV	LC	LC	LC
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Protégé (Article 2)	Annexe IV	LC	NT	NT
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Protégé (Article 2)	Annexe IV	LC	NT	NT
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Protégé (Article 2)	Annexe IV	LC	NT	NT

**Directive Habitats**

L'annexe IV de la directive européenne 92/43/CEE, 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.

**Droit français**

Pour les espèces de chauves-souris dont la liste est fixée à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 (NOR : DEVN0752752A) : « [...] I. – Sont interdits sur tout le territoire métropolitain et en tout temps la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel.

II. – Sont interdites sur les parties du territoire métropolitain où l'espèce est présente, ainsi que dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations existants, la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques. [...] »

**Liste rouge** : LC : Préoccupation mineure ; NT : Quasi menacé

☞ D'une manière générale, les résultats bruts par espèce du parc du Bois Ballay y suivent la même tendance qu'à l'échelle française et européenne. Le groupe des Pipistrelles est un des plus touchés par les éoliennes, suivi par celui des Noctules. Rappelons que la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont des espèces sensibles, inscrites sur les Listes rouges nationale et régionale.

### V.1.4 Suivi par éolienne

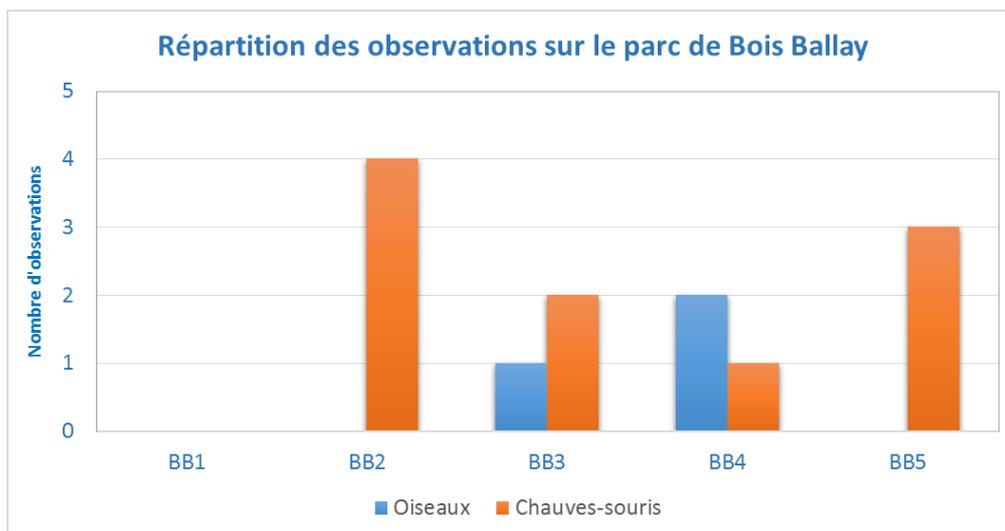


Figure 18. Nombre d'observations par éolienne entre juillet et octobre 2016.

L'analyse par éolienne permet de démontrer que les cadavres ont été retrouvés sous 80% des éoliennes. La mortalité est bien répartie sous les éoliennes, sauf pour BB1 où aucun cadavre n'a été trouvé. A noter cependant que cette éolienne n'a pu être prospectée dans son intégralité qu'à partir du 23/08, soit durant 9 passages sur 15.

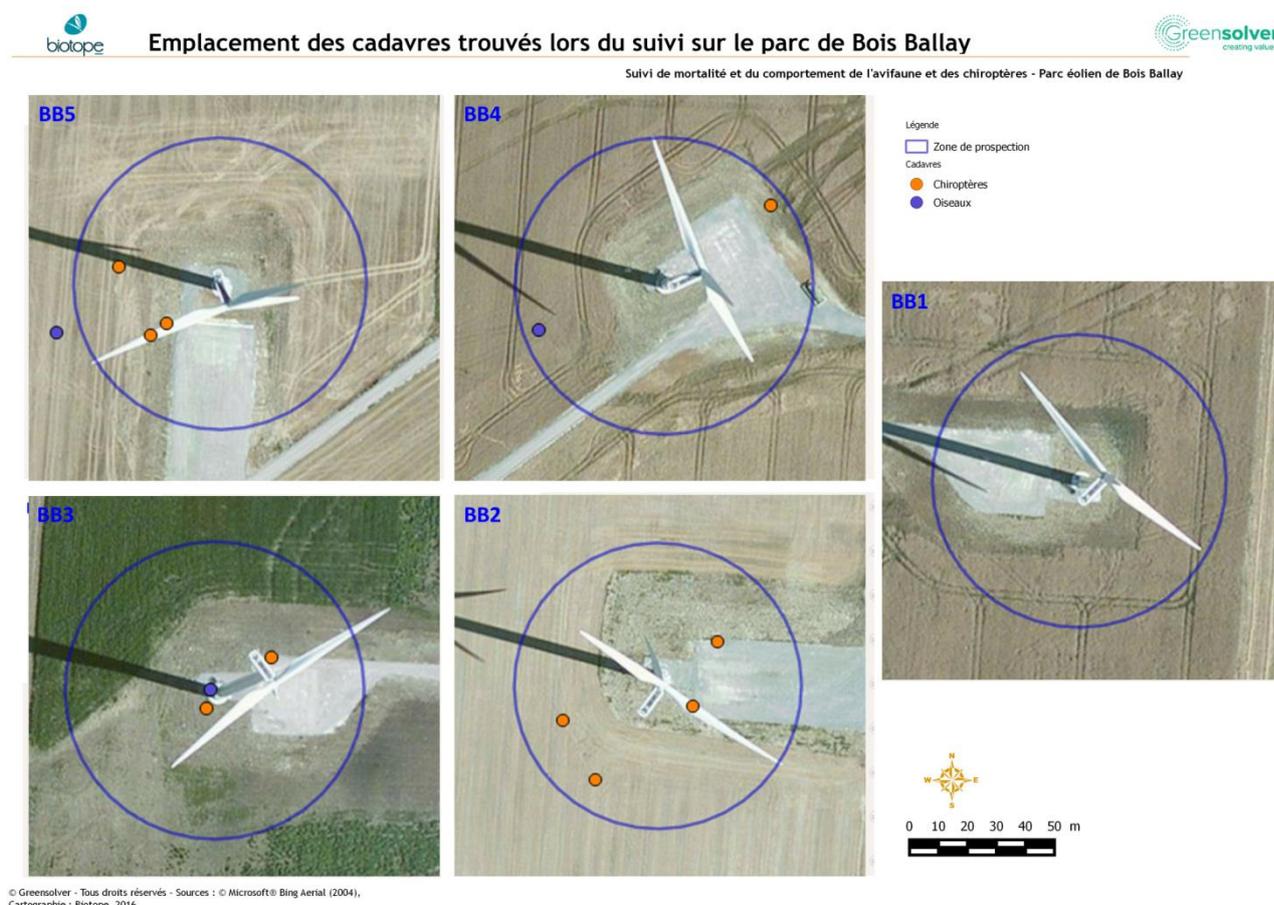
Les oiseaux ont été trouvés sous les éoliennes BB3 et BB4, BB4 étant la plus meurtrière. Pour les chauves-souris, la mortalité est mieux répartie et les taux de mortalité sont, par ordre décroissant, les plus importants pour BB2, BB5, BB3 et BB4.

☞ Les éoliennes BB2 et BB4 concentrent le plus de mortalité. Ainsi 40% des chiroptères ont été trouvés sous BB2 et 67% des oiseaux sous BB4. Les chauves-souris ont été trouvées sous 80% des éoliennes alors que les oiseaux ont été trouvés sous 40% des éoliennes.

Tableau 13. Proportion de cadavres par éolienne					
Eoliennes	BB1	BB2	BB3	BB4	BB5
Oiseaux	0%	0%	33%	67%	0%
Chauves-souris	0%	40%	20%	10%	30%
Global	0%	31%	23%	23%	23%

### V.1.5 Répartition spatiale des informations

L'échantillon est trop réduit pour obtenir une analyse vraiment pertinente de la répartition des cadavres au pied de l'éolienne. Les cadavres ont été trouvés à une distance comprise entre 1m et 60m du mat de l'éolienne pour les oiseaux et entre 7m et 45m pour les chiroptères. 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 de l'éolienne. Les individus retrouvés, hormis le Corbeau freux, sont en effet des espèces de petite taille, légères, dont la trajectoire lors de la chute est forcément dépendante des conditions météorologique (vent) et de l'impulsion donnée par les pales de l'éolienne. Le Corbeau freux a sans doute été impacté en bout de pale de l'éolienne.



Carte n°9. Emplacement des cadavres trouvés lors du suivi mortalité, par éolienne, sur le parc de Bois Ballay.

## V.1.6 Analyse par milieu

Les éoliennes du parc de Bois Ballay sont implantées au sein de parcelles agricoles qui étaient pour la plupart labourées entre juillet et octobre. Environ un quart de la surface prospectée au pied de chaque éolienne est artificialisée et correspond à l'aire de levage.

☞ La détection des cadavres a donc été relativement aisée sur la majorité de la période de suivi, au regard de l'homogénéité du milieu. À noter tout de même qu'il a fallu attendre la récolte de toutes les cultures pour prospecter intégralement la surface sous chaque éolienne (cf. Figure 4).

## V.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 de Winkelmann (1989), Erickson (2000), Jones (2009) et Huso (2012). Les tableaux suivants détaillent les différents résultats selon les formules utilisées. Le test de Winkelmann n'a pas été interprété dans le cadre de cette étude, car il est jugé obsolète par différentes études au regard des autres tests développés.

### V.2.1 Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs

#### Test de prédation et temps moyen de persistance des cadavres

---

Pour l'application de ces différentes formules, il est nécessaire d'établir un taux de persistance des cadavres. Ce taux est calculé à partir des tests de prédation réalisés, dont le protocole est présenté plus haut. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-après.

Ainsi, le temps moyen de persistance des cadavres est de 0,22 jours. Ce faible temps de persistance montre que l'activité des charognards est élevée sur la totalité du parc.

Le tableau suivant présente, dans un premier temps, le coefficient utilisé par Winkelmann (J+3) correspondant au nombre de dépouilles restantes au bout de 3 jours (1 correspondant à l'ensemble des rats et 0 aucun). Ensuite, il présente la valeur de temps moyen (Tm) de persistance des cadavres utilisé par Erickson, Jones et Huso, qui reflètent davantage la réalité de terrain.

#### Test d'efficacité de l'observateur

---

Un autre coefficient correcteur a été calculé : le test d'efficacité de l'observateur. Sur le parc de Bois Ballay, 78% des leurres ont été retrouvés par l'observateur.

## V.2.2 Estimation de la mortalité

**Tableau 14.** Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité globale du parc de Bois Ballay

	Efficacité de l'observateur	Test de prédation à J+3	Temps moyen de persistance	Coefficient de surface	Nombre d'observations	Winkermann	Erickson	Jones	Huso
BB4	0,78	0,25	0,22	1,14	3	17,46	135,30	183,89	156,47
BB3	0,78	0,25	0,22	1,2	3	18,38	142,42	193,57	164,71
BB2	0,78	0,25	0,22	1,04	4	21,24	164,57	223,68	190,33
BB5	0,78	0,25	0,22	1,28	3	19,61	151,91	206,47	175,69
BB1	0,78	0,25	0,22	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Parc Bois Ballay</b>	<b>0,78</b>	<b>0,25</b>	<b>0,22</b>	<b>1,19</b>	<b>13</b>	<b>79,00</b>	<b>612,00</b>	<b>831,79</b>	<b>707,79</b>

**Tableau 15.** Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité des oiseaux du parc de Bois Ballay

	Efficacité de l'observateur	Test de prédation à J+3	Temps moyen de persistance	Coefficient de surface	Nombre d'observations	Winkermann	Erickson	Jones	Huso
BB4	0,78	0,25	0,22	1,14	2	11,64	90,20	122,59	104,32
BB3	0,78	0,25	0,22	1,2	1	6,13	47,47	64,52	54,90
BB2	0,78	0,25	0,22	1,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00
BB5	0,78	0,25	0,22	1,28	0	0,00	0,00	0,00	0,00
BB1	0,78	0,25	0,22	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Parc Bois Ballay</b>	<b>0,78</b>	<b>0,25</b>	<b>0,22</b>	<b>1,19</b>	<b>3</b>	<b>18,23</b>	<b>141,23</b>	<b>191,95</b>	<b>163,34</b>

**Tableau 16.** Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité des chiroptères du parc de Bois Ballay

	Efficacité de l'observateur	Test de prédation à J+3	Temps moyen de persistance	Coefficient de surface	Nombre d'observations	Winkermann	Erickson	Jones	Huso
BB4	0,78	0,25	0,22	1,14	1	5,82	45,10	61,30	52,16
BB3	0,78	0,25	0,22	1,2	2	12,26	94,95	129,04	109,81
BB2	0,78	0,25	0,22	1,04	4	21,24	164,57	223,68	190,33
BB5	0,78	0,25	0,22	1,28	3	19,61	151,91	206,47	175,69
BB1	0,78	0,25	0,22	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Parc Bois Ballay</b>	<b>0,78</b>	<b>0,25</b>	<b>0,22</b>	<b>1,19</b>	<b>10</b>	<b>60,77</b>	<b>470,77</b>	<b>639,84</b>	<b>544,45</b>

Sur la période du 12 juillet 2016 au 17 octobre 2016, la mortalité estimée est comprise entre :

- **612 cadavres dont 141,23 oiseaux et 470,77 chiroptères** selon Erickson (estimation la plus basse), soit 122,40 cadavres par éolienne (28,25 oiseaux et 94,15 chiroptères) sur la période considérée,
- **831,79 cadavres dont 191,95 oiseaux et 639,84 chiroptères** selon Jones (estimation la plus haute), soit 166,36 cadavres par éolienne (38,39 oiseaux et 127,97 chiroptères) sur la période considérée.

☞ Il convient de souligner un biais important liée à la forte prédation sur le site, impliquant une forte correction de l'estimation de la mortalité. Cela implique une possible surestimation du nombre de cadavres.

☞ Un autre facteur corrigeant l'estimation de la mortalité est le nombre d'intervalle entre chaque passage, qui est en moyenne de 6,7 jours  $\pm$  1,5 S sur les 15 passages.

# Conclusion

---

## ★ Avifaune

En phase de reproduction, 55 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 14 patrimoniales. Parmi ces espèces patrimoniales, 6 sont potentiellement nicheuses sur le site. Aucun comportement d'évitement n'a été décrit. Les espèces les plus sensibles au risque éolien sont le Busard cendré, le Milan noir et le Busard Saint-Martin. Les busards étaient déjà présents avant l'implantation.

Le premier suivi de la mortalité au sein du parc éolien de Bois Ballay a permis la découverte de 13 cadavres, dont 3 oiseaux, entre juillet et octobre 2016. Trois espèces sont représentées pour les oiseaux : le Bruant proyer, le Corbeau freux et le Rougegorge familier. Ces espèces ne font pas l'objet d'enjeu de conservation élevé. Le Bruant Proyer et le Corbeau freux sont des espèces également observées en phase de reproduction.

Ces cadavres ont permis d'estimer la mortalité pour l'ensemble du parc sur la durée du suivi. Du 12 juillet au 17 octobre 2016, on estime ainsi que **le parc a impacté entre 141,23 et 191,95 oiseaux, soit 28,25 à 38,39 oiseaux par éolienne**. Toutefois, il convient de souligner un biais important lié à la forte prédation sur le site, impliquant une forte correction de l'estimation de la mortalité.

## ★ Chiroptères

Les parcs éoliens implantés dans des zones d'openfields céréaliers ne sont généralement pas ceux ayant le plus fort impact. Les enjeux semblaient faibles pour ce groupe au regard des caractéristiques du milieu, très ouvert et pauvre en végétation ligneuse favorable aux chauves-souris. Les résultats du suivi de l'activité des chiroptères abondent en ce sens :

- Le parc éolien de Bois Ballay est fréquenté par 4 espèces de chauves-souris et 3 groupes d'espèces. La richesse spécifique est donc faible au regard de celle de la Région Centre (25 espèces). Sur l'ensemble des espèces contactées une seule, le Grand Murin, est inscrite à l'annexe II de la directive « Habitats-Faune-Flore ». Trois espèces sont néanmoins considérées comme quasi menacées : la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius.

Sur l'ensemble des espèces identifiées, les deux espèces de noctules (Noctule commune et Noctule de Leisler), la Sérotine commune et les pipistrelles (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius) constituent les espèces les plus sensibles au risque de mortalité avec les éoliennes.

Nous avons montré les faiblesses de l'étude d'impact initiale sur les chauves-souris, dues aux limites des connaissances et de la technologie de l'époque. L'évolution importante du matériel d'étude ainsi que des protocoles et de la pression d'inventaire expliquent l'évolution du nombre d'espèces. En effet, seule la Pipistrelle commune avait été contactée en 2007.

- Le site semble peu favorable à l'accomplissement du cycle biologique des espèces. L'étude de l'activité des chauves-souris au sol a mis en évidence que l'activité globale, toutes espèces confondues, est globalement faible. A noter cependant qu'aucune étude n'a été menée en

altitude, entraînant une possible sous-estimation des espèces de haut vol. Ces dernières, plus sensibles au risque éolien présentent une activité moyenne sur le site, qui constitue vraisemblablement une zone de transit entre la vallée de l'Arnon et les massifs boisés à l'est. Ces deux grands secteurs abritent des habitats de chasse et de gîte d'importance.

**Les résultats du premier suivi de mortalité** permettent d'obtenir des informations complémentaires sur les espèces fréquentant le site. Treize cadavres, dont 10 chiroptères, ont été trouvés entre juillet et octobre 2016. Quatre espèces de chauves-souris sont représentées : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. A noter que ces espèces font partie des plus sensibles au risque éolien et ont été contactées lors du suivi de l'activité. La Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont considérées comme quasi-menacées.

Ces cadavres ont permis d'estimer la mortalité pour l'ensemble du parc sur la durée du suivi. Du 12 juillet au 17 octobre 2016, on estime ainsi que **le parc a impacté de 470,77 à 639,84 chiroptères, soit 94,15 à 127,97 individus par éolienne**. Toutefois, il convient de souligner un biais important liée à la forte prédation sur le site, impliquant une forte correction de l'estimation de la mortalité.

☞ **Les suivis d'activités** ont permis de comparer les espèces fréquentant le site avant puis après l'implantation des éoliennes avec tous les biais et limites méthodologiques citées. Les mêmes cortèges d'espèces d'oiseaux sont présents et que les deux busards, espèces nicheuses, sont encore . Pour les chauves-souris, de nouvelles espèces ont été identifiées grâce à l'évolution des technologies.

☞ **Pour les suivis mortalité réalisés de juillet à octobre 2016, le taux de mortalité semble élevé sur le parc de Bois Ballay, notamment pour les chauves-souris, en le comparant à d'autres sites suivis dans le Cher la même année.** Cependant, faute de référentiel pour comparer, il n'est aujourd'hui pas possible d'évaluer l'impact du parc en fonctionnement sur la conservation des espèces d'oiseaux et de chiroptères. Avec le développement rapide de l'éolien, une réflexion sur l'effet cumulé des parcs sur ces espèces devrait être menée. En effet, la puissance raccordée du parc éolien français devrait doubler entre 2015 et 2020. Ceci est notamment vrai pour les chiroptères, espèces protégées, dont les tailles de population sont limitées et dont la reproduction est lente. Ainsi en Allemagne, où la production d'énergie éolienne est 3 fois plus développée qu'en France (chiffres EDF), il a été estimé que 200 000 chauves-souris sont tuées par an (Voigt *et al.* 2015). Cette estimation est basée sur une moyenne de 10 à 12 individus tués par éolienne et par an (Brinkmann *et al.* 2011), bien inférieure aux valeurs estimées sur le parc de Bois Ballay.

- ☞ EUROBATS (2015) mentionne d'autres cas de projets éoliens sur des sites dits défavorables aux chauves-souris ou non situés sur des voies migratoires où des mortalités importantes et occasionnelles ont été observées. Des mortalités importantes ont également été observées lors de suivis réalisés par Biotope en 2016, sur des parcs éoliens implantés dans le même type de milieux et ne présentant pas d'enjeux chiroptères importants. Les stratégies et voies de migration étant peu connues pour ce groupe, **il serait intéressant de poursuivre ce suivi avec le protocole à identique sur une autre année et de le coupler à une étude acoustique en altitude afin de s'assurer que l'année 2016 n'est pas spécifique et obtenir plus d'informations sur les espèces impactées.** Cela serait d'autant plus pertinent que de la mortalité a été observée sur un parc éolien voisin situé à quelques kilomètres seulement du parc de Bois Ballay et concerné par la même étude d'impact.
  
- ☞ Il serait intéressant de discuter avec **la DREAL Centre** de leur analyse de ces données et de leur retour sur la nécessité ou pas de compléter les données en termes d'expertises complémentaires ou de la mise en place d'une mesure spécifique sur certaines éoliennes

# 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, 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.

BARATAUD, M. 2012. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.

BIOTOPE 2008. Conférence du Bureau franco-allemand de coordination énergie éolienne « impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères », Berlin, 18 avril 2008.

BRINKMANN R, BEHR O, NIERMANN I, REICH M (2011) Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermausen an onshore-Windenergieanlagen. Schriftenreihe Institut für Umweltplanung. Cuvillier Verlag Gottingen, p 457

CGDD (Commissariat Général au Développement Durable), 2016. Tableau de bord : éolien. Premier trimestre 2016. Service de l'observation et des statistiques. Chiffres & statistiques N° 764, mai 2016.

Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway. Roel May, Kjetil Bevinger (eds.): 22.

DELPRAT, B. & Alcuri, G. 2011. ID: stat: innovative technology for assessing wildlife collisions with wind turbines.

DREAL CENTRE, 2012. Liste des espèces et habitats déterminants de la région Centre. 78 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.

DÜRR T., 2016. Bat and bird fatalities at windturbines in Europe. <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de> Actualisé le 19 septembre 2016.

GALLIEN, F., Le Guillou, G. & Moren, F. 2010. Comportement des oiseaux en migration active diurne et mortalité des oiseaux sur un parc éolien : exemple du Cap Fagnet à Fécamp (Seine-Maritime) en 2006 et 2007. Alauda 78(3) : 185-196.

GRAHAM MARTIN R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. Ibis 153: 239-254.

Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016. - Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres

Actualisation 2016 des recommandations SFPEM, Version 2.1 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 33 pages + annexes.

HORCH, P., 2003. - Les installations éoliennes sont-elles compatibles avec les Oiseaux ? Bulletin d'information de la Station ornithologique de Sempach. Déc. 2003. 2 pp.

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.

JANSS, G., 2001. - Incidences of wind turbines on raptors in Southern Spain. WWGBP, World Raptor Conference, Sevilla, September 2001.

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

KERBIRIOU, C., JULIEN, J.F., BAS, Y., MARMET, J., LE VIOL ; I., Romain LORILLIERE, R., AZAM C., GASC, A. & LOIS, G., 2015. Vigie-Chiro: 9 ans de suivi des tendances des espèces communes. Symbioses, nouvelle série, n° 34 & 35

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.

LEHNERT L.S., KRAMER-SCHADT S., SCHÖNBORN S., LINDECKE O., NIERMANN I., VOIGT C. 2014. Wind farm facilities in Germany kill Noctule bats from near and far. PLoS ONE 9(8): e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106

MATUTINI, F. 2014. Détermination de l'effort d'échantillonnage pour la réalisation d'inventaires chiroptérologiques à différentes échelles spatiales et en fonction de l'hétérogénéité des habitats : Rapport de stage. Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive (CEFE), Montpellier ; BIOTOPE, Mèze, 13 p.

MEAD, C. J., 1982. - The possible impact of wind power generators on flying birds. Research Report n°6. B.T.O. - Nature Conservancy Council. 15 pp.

Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.

MORRISON, M. L., 1998 - Avian Risk and Fatality Protocol. 11 pp.; NREL Report No. SR-500-24997.

MUSTERS, C.J.M., NOORDERVLIET, M.A.W. & W.J. TER KEURS, 1995. - Bird casualties and wind turbines near the Kreekrak sluices of Zeeland. Environmental Biology Leiden University. Leiden (NL), 28 pp.

MUSTERS, C.J.M., NOORDERVLIET, M.A.W. & W.J. TER KEURS, 1996. - Bird casualties caused by a wind energy project in an estuary. Bird Study 43 :124-126.

NATURE CENTRE, CBNBP, 2014. Livre rouge des habitats naturels et des espèces menacés de la région Centre. Nature Centre ed., Orléans. 504 p.

NORDEX, 2007. Etude d'impact, parcs éoliens de Forges et de Bois Ballay. Communes de Mareuil-sur-Arnou et de Saint-Ambroix, département du Cher (18), 197p.

ROELEKE, M., BLOHM, T., KRAMER-SCHADT, S., YOVEL, Y., & VOIGT, C. C. 2016. Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. Scientific Reports, 6.

RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDŽA, D. KOVAČ, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDERMAN, 2015. Lignes

directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

SMALLWOOD, K. S., THELANDER, C. & SPIEGEL, L., 2003. - Raptor mortality at the Altamont pass wind resource area. Bio Resource Consultants. National Renewable Energy Laboratory. 61 pp.

Sologne Nature Environnement, 2009 - Plan d'actions Chiroptères en région Centre 2009-2013.

TRAN, M. & Roux, D. 2012. Evaluation 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.

UICN France, MNHN, ONCFS & SPEFM, 2009. La Liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre Mammifères de France métropolitaine.

VIENNES NATURE, 2011. - Suivi post installation de la mortalité des chiroptères sur le parc éolien du Rochereau (86). 28pp

VOIGT, C.; LEHNERT, L. S.; PETERSONS, G.; ADORF, F.; BACH, L. 2015. Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. European Journal of Wildlife Research, 2015, vol. 61, no 2, p. 213-219.

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 :

DREAL Centre - Val de Loire : <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/>

Base de données française sur la migration de l'avifaune : <http://www.migraction.net>

DURR, 2016 : <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

# Annexes

Annexe 1.	Description des points d'écoute IPA	80
Annexe 2.	Liste des espèces contactées et effectifs par point d'écoute	81
Annexe 3.	Calcul brut du taux moyen de persistance des cadavres	83
Annexe 4.	Calcul brut du taux moyen de persistance des cadavres	84
Annexe 5.	Tableau des observations	85
Annexe 6.	Fiches de terrain (observation de cadavres)	85
Annexe 7.	Premiers résultats sur les analyses des cadavres de chauves-souris dans le cadre des études de mortalité des parcs éoliens de la région Centre. Laurent Arthur, décembre 2016.	99

## Annexe 1. Description des points d'écoute IPA

Données IPA											
Numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Type de milieu	Milieu ouvert & lisière de bosquet	Milieu humide (étang) et anthropique	Milieu ouvert	Milieu ouvert & lisière forestière	Milieu ouvert (à proximité d'habitations)	Milieu ouvert	Milieu ouvert	Milieu ouvert	Milieu ouvert	Milieu forestier	Milieu semi-ouvert (proximité habitations et bosquets)
Durée	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min

## Annexe 2. Liste des espèces contactées et effectifs par point d'écoute

Liste des espèces contactées et effectifs par point d'écoute												
Nombre d'individus par espèce et par point d'écoute IPA aux abords du parc éolien												
Espèces/numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Alouette des champs	9		8		4	7	10	10	7		1	56
Bergeronnette des ruisseaux										1		1
Bergeronnette grise										1	2	3
Bergeronnette printanière	1		3		1	2	3	5	1			16
Bruant proyer	5		1		2	8	3	3			1	23
Busard Saint-Martin	1			1			1					3
Busard cendré					1							1
Buse variable				1								1
Caille des Blés	2		2			1	2					8
Canard colvert	3	9								2	3	17
Chardonneret élégant										1		1
Corbeaux freux	7	6	4									17
Corneille noire	19	8			25		1	1				54
Coucou gris											1	1
Etourneau sansonnet					4					4		8
Faisan de Colchide	1										1	2
Faucon crécerelle		1				1						2
Fauvette à tête noire	1	1		1						2	2	7
Fauvette grisette						2					1	3
Geai des chênes										1	1	2
Guifette moustac		10										10
Guifette noire		1										1
Grèbe huppé		6										6
Grive musicienne										1		1
Héron cendré		2										2
Hirondelle rustique					11	6						15
Hypolais polyglotte											1	1
Linotte mélodieuse	2	1				4						7
Locustelle tachetée		1										1
Loriot d'Europe				1								1
Merle noir		5			3				1		1	10

Liste des espèces contactées et effectifs par point d'écoute

Nombre d'individus par espèce et par point d'écoute IPA aux abords du parc éolien

Espèces/numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Mésange à longue queue				1								1
Mésange bleue										2		2
Mésange charbonnière		1		4						2	4	11
Milan noir				1								1
Moineau domestique		3			4							7
Mouette rieuse		10										10
Perdrix grise	2					1						3
Pic épeiche				1				1				2
Pic vert							1			3	1	5
Pie bavarde		2			1							3
Pigeon ramier	2	7	2		6					6	1	24
Pinson des arbres	1	3		4	2			1		5	2	18
Pouillot véloce	1			2							1	4
Pouillot fitis										2	1	3
Rosignol philomèle											2	2
Rougequeue noir		1										1
Sterne pierregarin		1										1
Tadorne de Belon		3										3
Tarier des prés						1						1
Tarier pâtre					1	3						4
Tourterelle des bois	1				1						4	6
Tourterelle turque		2			3							5
Traquet motteux									1			1
Troglodyte mignon		1								1	1	3
Rosignol philomèle	1										1	2

### Annexe 3. Calcul brut du taux moyen de persistance des cadavres

Teste de prédation n° 1

		Bois Ballay			
		Total	Nx81631	Nx81629	Nx81632
J+0	Dépôt le 01/08/16	30	10	10	10
J+1	02/08/2016	10	0	5	5
J+3	04/08/2016	0	0	0	0
J+5	06/08/2016	0	0	0	0
J+8	09/08/2016	0	0	0	0
J+10	11/08/2016	0	0	0	0

	Total	Nx81631	Nx81629	Nx81632
Pwink J+1	0,33	0,00	0,50	0,50
Pwink J+3	0,25*	0,00	0,00	0,00
Pwink J+5	0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+8	0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+10	0,00	0,00	0,00	0,00
Tm	0,3333	0	0,5	0,5

Test de prédation n° 2

		Bois Ballay			
		Total	Nx81631	Nx81633	Nx81632
J+0	12/09/2016	30	10	10	10
J+1	13/09/2016	3	2	0	1
J+3	15/09/2016	0	0	0	0
J+5	17/09/2016	0	0	0	0
J+8	20/09/2016	0	0	0	0
J+10	22/09/2016	0	0	0	0

	Total	Nx81631	Nx81633	Nx81632
Pwink J+1	0,10	0,20	0,00	0,10
Pwink J+3	0,25*	0,00	0,00	0,00
Pwink J+5	0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+8	0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+10	0,00	0,00	0,00	0,00
Tm	0,1	0,4	0	0,2

\*0.25 : valeur moyenne sur les 8 parcs suivis par Biotope (cf. Méthodologie)

### Annexe 4. Calcul brut du taux moyen de persistance des cadavres

feuille concernée	intervalle (calculé selon les différents intervalles entre les prospections) - qualifié de "pondéré"	efficacité de l'observateur	taux de persistance selon la formule de Winckelman - plusieurs choix selon fréquence du suivi, généralement à J+3 ou J+4	Tm selon Huso et Jones = durée moyenne de persistance d'un cadavre	différents éléments intermédiaires au calcul, cf publi Cornut&Vincent				nb de cadavres trouvés lors du suivi	coefficient de surface, au cas où la surface totale n'a pas pu être prospectée (cf publi Cornut&Vincent)	Winkelman	Erickson	Jones	Huso
	I	D	J+3	tm	î	Min (î:I)	ê	p	C	S				
Nx81629	6,71	0,78	0,25	0,22	0,43333	0,43333	0,06454	0,43233	3	1,14	17,46	135,30	183,89	156,47
Nx81630	6,71	0,78	0,25	0,22	0,43333	0,43333	0,06454	0,43233	3	1,2	18,38	142,42	193,57	164,71
Nx81631	6,71	0,78	0,25	0,22	0,43333	0,43333	0,06454	0,43233	4	1,04	21,24	164,57	223,68	190,33
Nx81632	6,71	0,78	0,25	0,22	0,43333	0,43333	0,06454	0,43233	3	1,28	19,61	151,91	206,47	175,69
Nx81633	6,71	0,78	0,25	0,22	0,43333	0,43333	0,06454	0,43233	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Bois Ballay- Global	6,71	0,78	0,25	0,22	0,43333	0,43333	0,06454	0,43233	13	1,19	79,00	612,00	831,79	707,79

## Annexe 5. Tableau des observations

Résultats du suivi							
Date prospection	Eolienne	Nom latin	Nom	Etat	Age	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
20/07/2016	BB3	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant Proyer	frais	Indeterminé	barotraumatisme	1m
26/07/2016	BB4	<i>Corvus frugilegus</i>	Corbeau freux	frais	Indeterminé	barotraumatisme	60m
01/08/2016	BB4	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	frais	Adulte	barotraumatisme	45m
09/08/2016	BB3	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	frais	Indeterminé	barotraumatisme	23m
12/09/2016	BB3	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	avancé	Indeterminé	barotraumatisme	7m
12/09/2016	BB2	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	avancé	Indeterminé	barotraumatisme	25m
12/09/2016	BB5	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	frais	Indeterminé	collision	25m
12/09/2016	BB5	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	frais	Indeterminé	barotraumatisme	35m
12/09/2016	BB5	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	sec	Indeterminé	barotraumatisme	40m
20/09/2016	BB2	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	frais	Adulte	barotraumatisme	13m
20/09/2016	BB2	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	frais	Adulte	barotraumatisme	17m
20/09/2016	BB2	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	frais	Adulte	barotraumatisme	37m
05/10/2016	BB4	<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier	frais	jeune	barotraumatisme	45m

## Annexe 6. Fiches de terrain (observation de cadavres)

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)			
<b>Date :</b>	20/07/2016		<b>Nom du prospecteur :</b> GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.89914°	<b>Numéro de l'éolienne :</b> BB3
	<b>E :</b>	002.16731°	<b>Distance à l'éolienne :</b> 1m
<b>Espèce :</b>	Bruant Proyer		<b>Etat :</b> frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme		
<b>Photographie :</b>	 <p>The photograph consists of two parts. The larger part on the left shows a white wind turbine tower with a metal staircase leading up to a platform. The tower has 'NX 630' written on it. The background shows a field of dry grass and another wind turbine in the distance under a clear sky. The smaller inset on the right shows a dead bird, likely a field sparrow, lying on a grey, gravelly surface. The bird's wings are spread, and its legs are visible.</p>		

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)			
<b>Date :</b>	26/07/2016		<b>Nom du prospecteur :</b> GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.89426°	<b>Numéro de l'éolienne :</b> BB4
	<b>E :</b>	002.15557°	<b>Distance à l'éolienne :</b> 60m
<b>Espèce :</b>	Corbeau freux		<b>Etat :</b> frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme		
<b>Photographie :</b>			

## Fiche terrain

### Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)

<b>Date :</b>	01/08/2016		<b>Nom du prospecteur :</b>	GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.89697°	<b>Numéro de l'éolienne :</b>	BB4
	<b>E :</b>	002.16233°	<b>Distance à l'éolienne :</b>	45m
<b>Espèce :</b>	Pipistrelle commune		<b>Etat :</b>	frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme			

**Photographie :**



Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)			
<b>Date :</b>	09/08/2016		<b>Nom du prospecteur :</b> GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.89924°	<b>Numéro de l'éolienne :</b> BB3
	<b>E :</b>	002.16758°	<b>Distance à l'éolienne :</b> 20m
<b>Espèce :</b>	Pipistrelle commune		<b>Etat :</b> frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme		
<b>Photographie :</b>			

## Fiche terrain

### Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)

<b>Date :</b>	12/09/2016		<b>Nom du prospecteur :</b>	GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.89908°	<b>Numéro de l'éolienne :</b>	BB3
	<b>E :</b>	002.16729°	<b>Distance à l'éolienne :</b>	7m
<b>Espèce :</b>	Pipistrelle commune		<b>Etat :</b>	avancé
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme			

**Photographie :**



Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)			
<b>Date :</b>	12/09/2016		<b>Nom du prospecteur :</b> GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.90099°	<b>Numéro de l'éolienne :</b> BB2
	<b>E :</b>	002.15445°	<b>Distance à l'éolienne :</b> 25m
<b>Espèce :</b>	Noctule de Leisler		<b>Etat :</b> avancé
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme		
<b>Photographie :</b>			

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)			
<b>Date :</b>	12/09/2016		<b>Nom du prospecteur :</b> GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.89429°	<b>Numéro de l'éolienne :</b> BB5
	<b>E :</b>	002.15606°	<b>Distance à l'éolienne :</b> 25m
<b>Espèce :</b>	Noctule commune		<b>Etat :</b> frais
<b>Cause de la mort :</b>	Collision		
<b>Photographie :</b>			

## Fiche terrain

### Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)

<b>Date :</b>	12/09/2016		<b>Nom du prospecteur :</b>	GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.89426°	<b>Numéro de l'éolienne :</b>	BB5
	<b>E :</b>	002.15599°	<b>Distance à l'éolienne :</b>	35m
<b>Espèce :</b>	Noctule de Leisler		<b>Etat :</b>	frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme			

**Photographie :**



## Fiche terrain

### Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)

<b>Date :</b>	12/09/2016	<b>Nom du prospecteur :</b>	GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b> 46.89447°	<b>Numéro de l'éolienne :</b>	BB5
	<b>E :</b> 002.15585°	<b>Distance à l'éolienne :</b>	40m
<b>Espèce :</b>	Pipistrelle commune	<b>Etat :</b>	sec
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme		

**Photographie :**



Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)			
<b>Date :</b>	20/09/2016		<b>Nom du prospecteur :</b> GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.90055°	<b>Numéro de l'éolienne :</b> BB2
	<b>E :</b>	002.15389°	<b>Distance à l'éolienne :</b> 15m
<b>Espèce :</b>	Noctule commune		<b>Etat :</b> frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme		
<b>Photographie :</b>			

## Fiche terrain

### Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)

<b>Date :</b>	20/09/2016		<b>Nom du prospecteur :</b>	GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.90078°	<b>Numéro de l'éolienne :</b>	BB2
	<b>E :</b>	002.15433°	<b>Distance à l'éolienne :</b>	15m
<b>Espèce :</b>	Pipistrelle de Nathusius		<b>Etat :</b>	frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme			

**Photographie :**



## Fiche terrain

### Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)

<b>Date :</b>	20/09/2016		<b>Nom du prospecteur :</b>	GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.90074°	<b>Numéro de l'éolienne :</b>	BB2
	<b>E :</b>	002.15374°	<b>Distance à l'éolienne :</b>	35m
<b>Espèce :</b>	Pipistrelle de Nathusius		<b>Etat :</b>	frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme			

**Photographie :**



Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Bois Ballay (18)			
<b>Date :</b>	05/10/2016		<b>Nom du prospecteur :</b> GOEPFERT Melissa
<b>Coordonnées</b>	<b>N :</b>	46.89660°	<b>Numéro de l'éolienne :</b> BB4
	<b>E :</b>	002.16131°	<b>Distance à l'éolienne :</b> 45m
<b>Espèce :</b>	Rougegorge familier		<b>Etat :</b> frais
<b>Cause de la mort :</b>	Barotraumatisme		
<b>Photographie :</b>			

## **Annexe 7. Premiers résultats sur les analyses des cadavres de chauves-souris dans le cadre des études de mortalité des parcs éoliens de la région Centre. Laurent Arthur, décembre 2016.**

Un suivi de mortalité a été conduit en 2016 sur 11 parcs éoliens de l'Indre et du Cher. Suite à un avis du CSRPN Centre-Val de Loire et une proposition de la DREAL, un arrêté préfectoral (n°2016-661) a demandé que les cadavres récoltés soient déposés au muséum d'histoire naturelle de Bourges pour pratiquer des analyses isotopiques et déterminer l'origine géographique des spécimens. Au-delà de cette étude spécifique, compte tenu de la spécialisation du muséum de Bourges sur ces mammifères volants et parce que cet organisme avait participé aux études d'impacts sur sept des premiers parcs ouverts dans le Cher, il a été décidé de tenter de mieux comprendre les enjeux liés à cette mortalité sur l'ensemble de la zone d'étude qui s'inscrit dans un rayon de 17 km entre les départements du Cher et de l'Indre.

Sur ces parcs, les cycles de collectes menés par les bureaux d'études ont varié de quatre passages sur toute la saison, à un ramassage par semaine de la mi-juillet à la mi-octobre. Les chauves-souris collectées ont été déterminées au niveau des espèces, sexées et leur statut déterminé. Les 45 individus de six espèces découverts représentent le cortège habituel des victimes des aérogénérateurs. La majorité des individus, tués par barotraumatisme, ne montraient pas de trace extérieure de choc. 14 échantillons de poils prélevés sur les cadavres ont été envoyés à un laboratoire allemand et sont en cours d'analyses isotopiques.

Plusieurs observations ressortent de ces collectes. La mortalité concerne trois espèces sédentaires : Pipistrelle commune (18 cadavres), Sérotine commune (2 cadavres) et Pipistrelle de Kuhl (1 cadavre). Les animaux provenant de populations locales, il apparaît une corrélation entre un pic de mortalité et la forte densité de colonies de Pipistrelles communes le long des parcs de la vallée du Cher.

Les autres espèces touchées sont des chauves-souris connues comme migratrices. Elles représentent plus de la moitié des individus récoltés : Pipistrelle de Nathusius (5 individus), Noctule commune (8 individus) et Noctule de Leisler (9 individus). Essentiellement tuées au moment du pic migratoire, de la mi-août à la mi-septembre (à noter qu'il n'y a pas eu de récolte au printemps durant cette étude), elles confirment les autres études menées en France et en Europe. Le sexage montre qu'il s'agit majoritairement de femelles. Phénomène plus déroutant par rapport aux connaissances actuelles, l'essentiel des corps ont été découverts dans des milieux d'openfield, là où les contacts acoustiques des études préliminaires étaient peu nombreux et les enjeux vis à vis de ces espèces qualifiés de faibles.

Si aucune mesure de contrôle des machines n'est mise en place, l'effet pour les populations sédentaires à faible rayon d'action restera impactant mais localisé. Il pourrait entraîner des menaces sur la pérennité des colonies proches des parcs, voire leur disparition sur le long terme, mais ces conséquences qui pourraient créer des zones blanches pour l'espèce et des barrières génétiques, ne devraient pas entraîner de disparition d'espèce au sens réel du terme.

Appréhender l'impact précis sur les populations migratrices s'avère plus complexe, d'une part parce que contrairement aux espèces sédentaires, nous n'avons pas une idée précise de leurs effectifs. D'autre part, jusqu'à présent, 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. L'analyse des cumuls de mortalité sur cette zone d'étude pourtant restreinte montre malgré cela un effet additionnel très inquiétant pour des mammifères migrants à faible taux de reproduction. Le

phénomène est encore plus net si on le considère par rapport à leur aire de distribution. 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 CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

Les résultats des isotopes devraient confirmer le pourcentage d'individus tués en migration automnale. Les prochaines publications des bureaux d'études permettront également de mieux cerner l'estimation du taux de disparition des cadavres par les nécrophages. Nous avons déjà pu constater lors des déterminations que plus de la moitié des animaux récoltés étaient en parfait état de conservation, sans doute morts dans la nuit précédant leur découverte, et ce phénomène était encore plus significatif pour les espèces de grande taille, plus aisément détectables par les prédateurs. Même si ces futures projections de mortalité doivent être prises avec précaution, le nombre de cadavres de la présente étude doit être considéré comme à minima.

En tant qu'organisme scientifique reconnu à l'échelle nationale dans l'étude des chauves-souris, nous ne pouvons que souligner notre profonde inquiétude pour la survie des espèces migratrices de haut vol si elles ne sont pas davantage intégrées dans les mesures d'évitement des projets de développement éoliens. Il existe aujourd'hui des technologies de bridage bien maîtrisées par les développeurs pour limiter très fortement l'impact direct des pales sur les animaux. Plus la connaissance des flux d'espèces de haut vol sera affinée par des études acoustiques de qualité en altitude, étalée sur la période d'activité complète des animaux, plus les mesures les bridages s'avéreront efficaces pour les chauves-souris et moins coûteuses pour les exploitants.

C'est actuellement la seule mesure efficace pour restreindre la mortalité. Le bridage 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. Cet inquiétant cumul de mortalité en région Centre - Val de Loire, sur des zones à priori sans enjeux majeurs pour les chauves-souris, devrait faire réfléchir tous les acteurs impliqués par le développement éolien et nous conduire à travailler ensemble pour rendre au plus vite les parcs plus vertueux vis à vis de la biodiversité.