

Suivi de mortalité de l'avifaune et
des chauves-souris

Suivi de l'avifaune sur un cycle
biologique complet

Parc éolien les Mistandines

Sainte-Thorette (18)



Mai 2017

collection des études

Suivi de mortalité de l'avifaune et des chauves-souris

Suivi de l'avifaune sur un cycle biologique complet

Parc éolien des Mistandines



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

Citation recommandée	BIOTOPE, 2017. <i>Suivi de mortalité de l'avifaune et des chauves-souris et suivi d'activité de l'avifaune, Parc éolien des Mistandines</i> . WINDPROSPECT, 106p.
Version / indice	Version finale
Date	31/05/2017
Nom de fichier	Biotope_2017_Mortalite&Comportement_Mistandines_VF
N° de contrat(s)	Contrat n° 2016830
Maîtrise d'ouvrage	WINDPROSPECT
Contact maîtrise d'ouvrage	Sofiane LESBET sofiane.lesbet@wpo.eu
Responsable projet BIOTOPE	Ludivine DOYEN, Chef de ldoyen@biotope.fr projet

Sommaire

Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques	7
I. Contexte écologique général	9
I.1 Présentation du parc	9
I.2 Zonages réglementaires et d'inventaires du patrimoine naturel	12
I.2.1 Zonages réglementaires de protection du patrimoine naturel	12
I.2.2 Zonage d'inventaire du patrimoine naturel	17
I.3 Continuités écologiques	20
I.3.1 Concepts et définitions	20
I.3.2 Continuités écologiques identifiées à l'échelle régionale par le SRCE	21
I.4 Rappel des enjeux de l'étude d'impact	22
I.4.1 Présentation de l'aire d'étude initiale et des techniques employées	22
I.4.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux, définis par l'étude d'impact	24
I.4.3 Intérêt du site et de ses abords pour les chiroptères	26
I.4.4 Limites de l'étude d'impact	27
II. Méthodologie appliquée	29
II.1 Equipe de travail	29
II.2 Prospections	29
II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées	31
II.3.1 Etude de l'activité de l'avifaune en période de migration postnuptiale	31
II.3.2 Etude de l'activité de l'avifaune hivernante	33
II.3.3 Etude de l'activité de l'avifaune en période de migration pré-nuptiale	33
II.3.4 Etude de l'activité de l'avifaune nicheuse	35
II.3.5 Suivi de mortalité (oiseaux et chauves-souris : recherche par transects circulaires)	40
Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats	46
III. Résultats des activités et mouvements d'oiseaux	47
III.1 Migration postnuptiale	47

III.1.1	Espèces recensées sur l'aire d'étude en postnuptiale	47
III.1.2	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	51
III.1.3	Synthèse de l'expertise des oiseaux en migration postnuptiale	52
III.2	Hivernage	57
III.2.1	Espèces recensées sur l'aire d'étude en hivernage	57
III.2.2	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	59
III.2.3	Synthèse de l'expertise des oiseaux hivernants	59
III.3	Migration Pré-nuptiale	61
III.3.1	Espèces recensées sur l'aire d'étude en migration pré-nuptiale	61
III.3.1	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	62
III.3.2	Synthèse de l'expertise des oiseaux migrateurs	63
III.4	Reproduction	66
III.4.1	Espèces recensées sur l'aire d'étude en période de nidification	66
III.4.2	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	68
III.4.3	Synthèse et analyse de l'expertise des oiseaux en période de reproduction	69
IV.	Résultats du suivi de mortalité	72
IV.1	Résultats bruts	72
IV.1.1	Données générales concernant les dépouilles découvertes	72
IV.1.2	Les chauves-souris	73
IV.1.3	Suivi par éolienne	78
IV.1.4	Répartition spatiale des informations	79
IV.1.5	Analyse par milieu	79
IV.2	Analyse des résultats	80
IV.2.1	Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs	80
IV.2.2	Estimation de la mortalité	81
Annexes		88

Liste des tableaux, figures et cartes

Tableau 1.	Zonages de protection du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée	15
Tableau 2.	Zonages d'inventaire du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée	17
Tableau 3.	Équipe de travail	29
Tableau 4.	Dates de prospection des différents suivis effectués sur le parc des Mistandines	29
Tableau 5.	Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude en migration postnuptiale (Biotope 2016)	50
Tableau 6.	Liste des espèces hivernantes remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2016/2017)	58
Tableau 7.	Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2017)	62
Tableau 8.	Liste des espèces patrimoniales observées en période de reproduction sur, ou à proximité immédiate, du parc éolien des Mistandines (BIOTOPE, 2016)	67
Tableau 9.	Comparaison des espèces remarquables observées en 2005 et 2016 sur et aux abords du parc éolien des Mistandines	69
Tableau 10.	Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc des Mistandines	77
Tableau 11.	Proportion de dépouilles par éolienne	78
Tableau 12.	Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité du parc des Mistandines	81
Figure 1.	Évolution de l'occupation de sol globale du parc éolien des Mistandines entre le 13 juillet et le 22 octobre 2016.	9
Figure 2.	Schéma des éléments constitutifs d'un réseau écologique	20
Figure 3.	Synthèse des réactions au cours de la période de migration postnuptiale 2016	53
Figure 4.	Synthèse des hauteurs de vol au cours de la période de migration postnuptiale 2016	54
Figure 5.	Nombre d'observations par passage et répartition par mois des dépouilles trouvées durant le suivi mortalité	72
Figure 6.	Mortalité par espèce	73
Figure 7.	Synthèses européenne et française des cas de mortalité liés aux parcs éoliens pour les Chauves-souris. © Adapté de Dürr (2015).	74
Figure 8.	Recaptures de bagues pour les populations de Noctule commune. Carte extraite	

	de Hutterer et al. 2005	75
Figure 9.	Routes migratoires de la noctule de Leisler, obtenues par 50ans de baguage et recapture. D'après Hutterer et al. 2005.	76
Figure 10.	Nombre d'observations par éolienne entre juillet et octobre 2016.	78
Carte n° 1.	Localisation du parc éolien des Mistandines.	10
Carte n° 2.	Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc des Mistandines.	11
Carte n° 3.	Zonage réglementaire dans l'aire d'étude éloignée du parc des Mistandines.	16
Carte n° 4.	Zonage d'inventaires dans l'aire d'étude éloignée du parc des Mistandines.	19
Carte n° 5.	Extrait du SRCE Centre-Val de Loire	21
Carte n° 6.	SRCE zoomé au niveau de Sainte-Thorette (18). Le cercle violet correspond à l'emplacement du parc éolien des Mistandines	22
Carte n° 7.	Cartographie de l'assolement et des éléments fixes du paysage extraite de l'étude d'impact de 2005	24
Carte n° 8.	Zones sensibles pour l'avifaune, extrait de l'étude d'impact de 2005	25
Carte n° 9.	Localisation des points d'observation des oiseaux en période de migration postnuptiale	36
Carte n° 10.	Localisation des points d'observation des oiseaux et des transects en période d'hivernage	37
Carte n° 11.	Localisation des points d'observations et des transects en période de migration pré-nuptiale	38
Carte n° 12.	Localisation des points d'écoute IPA - Avifaune nicheuse	39
Carte n° 13.	Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration postnuptiale	56
Carte n° 14.	Localisation de l'avifaune remarquable en période d'hivernage	60
Carte n° 15.	Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration pré-nuptiale	65
Carte n° 16.	Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc des Mistandines	71
Carte n° 17.	Emplacement des dépouilles trouvées lors du suivi mortalité, par éolienne, sur le parc des Mistandines.	79

Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques



Éoliennes du parc des Mistandines. © Biotope, 2016.



Introduction

Wind Prospect exploite un parc éolien de 4 machines, appartenant à la société Allianz, implantées sur la commune de Sainte-Thorette, dans le département du Cher. Le site d'implantation est un réseau de parcelles cultivées à proximité d'une autoroute et d'un boisement.

Dans le cadre de la réglementation « ICPE », applicable depuis le 1^{er} janvier 2012 aux parcs éoliens et plus particulièrement de l'article 12 de l'Arrêté du 26 août 2011, Wind Prospect a missionné la société BIOTOPE pour réaliser différents suivis : un suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères durant l'été et l'automne 2016 et un suivi comportemental des oiseaux sur un cycle complet du printemps 2016 au printemps 2017.

👉 Le présent document présente les résultats des suivis réalisés durant l'année 2016/2017 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est de proposer une évaluation de l'utilisation du site par l'avifaune, ainsi que de présenter les 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 des Mistandines et carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc des Mistandines

Le parc éolien des Mistandines se situe dans le département du Cher, en région Centre. Il est éloigné d'environ 17 kilomètres au sud-est de Vierzon et de 11 kilomètres à l'ouest de Bourges. Il est intégralement implanté sur la commune de Sainte-Thorette. Il longe en totalité l'autoroute A71.

Mis en service en février 2011, le parc est composé de 4 éoliennes de type Nordex N100. Ces éoliennes sont équipées d'un rotor de 100 mètres de diamètre et d'une tour de 100 mètres de hauteur. Dans ce document, les éoliennes seront notées M1, M2, M3 et M4.

Le parc des Mistandines s'inscrit dans un paysage agricole de cultures intensives au cœur de la Champagne berrichonne entre les vallées de l'Yèvre et du Cher. Le paysage est donc très ouvert, légèrement vallonné avec quelques bosquets et haies résiduelles.

Le recouvrement végétal au pied des éoliennes du parc des Mistandines varie selon les saisons et est composé de cultures de blé, d'orge et de colza, comme le montre les deux occupations du sol ci-dessous.

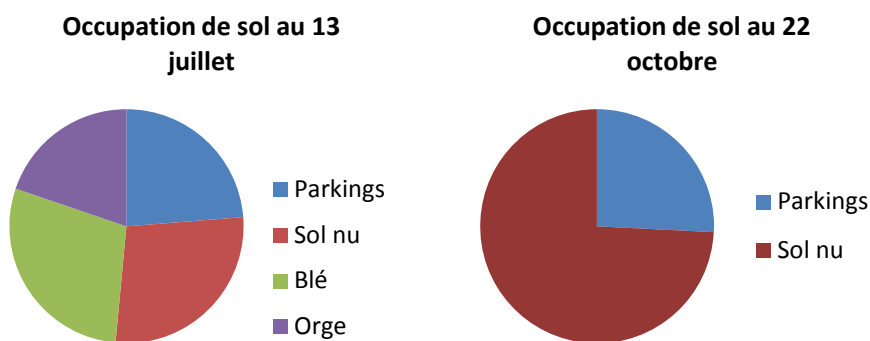
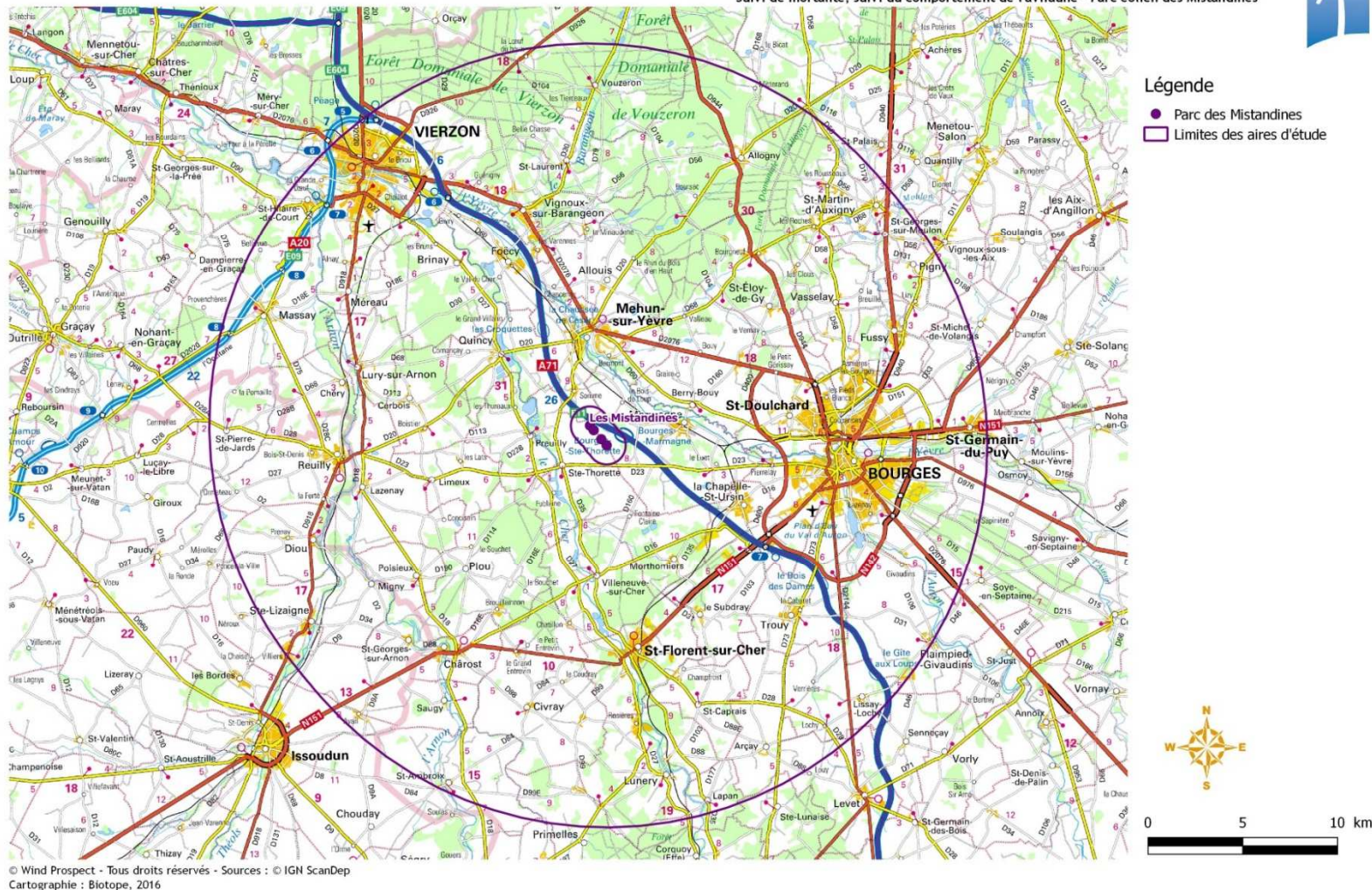


Figure 1. Évolution de l'occupation de sol globale du parc éolien des Mistandines entre le 13 juillet et le 22 octobre 2016.

Localisation du parc éolien Les Mistandines



Suivi de mortalité, suivi du comportement de l'avifaune - Parc éolien des Mistandines



Carte n° 1. Localisation du parc éolien des Mistandines.

Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc des Mistandines



Suivi de mortalité et du comportement de l'avifaune - Parc éolien des Mistandines



Légende

- Eoliennes du parc des Mistandines



© Wind Prospect - Tous droits réservés - Sources : Bing Aerial, 2016
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n° 2. Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc des Mistandines.

I.2 Zonages réglementaires et d'inventaires 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 Écologique, 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).

I.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 des Mistantines.

Néanmoins, sept zones d'intérêt communautaire (ZSC) sont présentes dans l'aire d'étude éloignée.

Le site « Carrières de Bourges » est un ensemble de carrières. Il s'inscrit comme l'un des sites les plus importants du Nord de l'Europe pour l'hibernation des chauves-souris. Dix espèces sont présentes sur les 29 recensées en France et certains de ces rassemblements sont les plus importants à l'échelle européenne. Une des spécificités du site est liée au Murin à oreilles échancrées (1000 individus en hibernation) dont les populations régionales sont les plus importantes à l'échelle de l'Europe. Le grand Rhinolophe et le grand Murin sont également très abondants.

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. À 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.

La « Sologne » est une vaste étendue forestière émaillée d'étangs, abritant une riche biodiversité.

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 « Site à chauves-souris de Vignoux-sur-Barangeon » correspond aux combles situés au-dessus de l'école communale. Il abrite une colonie reproductrice de Grand Murin d'environ 140 individus après reproduction.

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. À noter, la présence de Grand Rhinolophe et de Grand Murin, espèces

protégées inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore.

Le « **Massifs forestiers et rivières du Pays-Fort** » est une formation boisée dotée d'un relief et d'une pluviométrie tranchant nettement avec les deux régions limitrophes (Sologne et Champagne berrichonne). La zone méridionale au relief accentué et très pluvieuse favorise une mosaïque de milieux et d'habitats (Hêtraie à Houx, Aulnaie-frênaie, landes humides et tourbières).

Une zone de protection spéciale (ZPS) est également présente dans l'aire d'étude éloignée : la **Vallée de l'Yèvre**. La vallée de l'Yèvre est une vallée alluviale encore préservée et constituée en partie de prairies de fauches inondables à végétation mésohygrophile. Ces prairies constituent le milieu traditionnel du Rôle des genêts, espèce rare et menacée d'extinction au niveau mondial.

☞ Ce zonage nous montre la richesse écologique présente à proximité du parc éolien. On note une évolution depuis l'étude d'impact initiale, publiée en 2005. Certaines zones Natura 2000 ont en effet été désignées par arrêté préfectoral après publication de l'étude d'impact. L'étude d'impact ne mentionne que les zones situées à proximité immédiate du parc éolien. Seules le site « Vallée de l'Yèvre » est ainsi mentionné.

Autres zonages

Des Arrêtés préfectoraux de Protection de Biotope (APB) concernent les sites suivants :

- « **Val d'Auron** », afin de garantir l'équilibre biologique des milieux et la conservation des biotopes nécessaires à l'alimentation, la reproduction, au repos et à la survie de nombreuses espèces dont le Martin-pêcheur, le Milan royal, le Balbuzard pêcheur ou encore la Guifette moustac.
- « **Le Patouillet** », vise à protéger la biodiversité associée aux milieux calcaires thermophiles.
- « **Carrières des Talleries** », abritent diverses espèces animales protégées telles que le Petit rhinolophe, le Grand rhinolophe, le Grand murin, le Vespertilion à oreilles échancrées, le Vespertilion de Bechstein, le Vespertilion de Daubenton, le Vespertilion de Natterer, le Vespertilion à moustaches ainsi que l'Oreillard.
- « **Ferme de Boisdé** », afin de garantir la protection des biotopes nécessaires à la reproduction et au repos d'une colonie de Petit rhinolophe.
- « **Carrières du château et carrière de la Rottée** », afin de garantir la protection des biotopes nécessaires à la reproduction et au repos des espèces de chiroptères présentes.

La **Réserve Naturelle Nationale des Chaumes du Vernillers**, située à 6,5km 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 des Mistandines. Cependant ces sites concentrent une diversité et une richesse importante de la faune et de la flore aux alentours du parc éolien.

Tableau 1. Zonages de protection du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée			
Intitulé	Code	Surface (ha)	Distance au parc éolien (km)
Réserve naturelle nationale			
LES CHAUMES DU VERNILLERS	FR3600178	81	6,50
Arrêtés de Protection de Biotope			
VAL D'AURON	FR3800052	39	13,32
LE PATOUILLET	FR3800053	89,5	14,21
CARRIERES DES TALLERIES	FR3800573	3	12,14
FERME DE BOISDÉ	FR3800663	0,31	12,70
CARRIERES DU CHATEAU ET CARRIERES DE LA ROTTÉE	FR3800791	7	14,97
Natura 2000_ZSC			
COTEAUX, BOIS ET MARAIS CALCAIRES DE LA CHAMPAGNE BERRICHONNE	FR2400520	4999,49	3,80
CARRIERES DE BOURGES	FR2400516	10,26	11,47
ILOTS DE MARAIS ET COTEAUX CALCAIRES AU NORD-OUEST DE LA CHAMPAGNE BERRICHONNE	FR2400531	313,4	11,99
SITE A CHAUVES-SOURIS DE CHAROST	FR2402004	0,31	12,82
SITE A CHAUVES-SOURIS DE VIGNOUX SUR BARANGEON	FR2402005	0,31	13,49
LA SOLOGNE	FR2402001	345 660,79	18,07
MASSIFS FORESTIERS ET RIVIERES DU PAYS FORT	FR2400518	3107 ,81	15 à 30
Natura 2000_ZPS			
VALLÉE DE L'YEVRE	FR2410004	540,34	2,5 à 14,6

Zonage réglementaire dans l'aire d'étude éloignée du parc des Mistandines



Suivi de mortalité et du comportement de l'avifaune - Parc éolien des Mistandines



© Wind Prospect - Tous droits réservés - Sources : Bing Aerial, 2016
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n° 3. Zonage réglementaire dans l'aire d'étude éloignée du parc des Mistandines.

1.2.2 Zonage 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 Écologique, 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 des Mistandines.

Tableau 2. Zonages d’inventaire du patrimoine naturel concernés par l’aire d’étude éloignée			
Intitulé	Code	Surface (ha)	Distance au parc éolien (km)
ZNIEFF de type I			
MARAIS DES PETEES	240030873	16,32	2,36
PRAIRIES DU FORCERON ET DU SATTNAT	240030870	81,52	2,86
FORÊT DE LA LANDE ROUGE	240031468	58,79	3,89
PRAIRIE DE LA PLAINE DES DAGES	240031456	4,73	4,00
PRAIRIES HUMIDES DES BROSSES	240030827	2,93	4,09
PELOUSES SABLO-CALCAIRES DE QUINCY	240009041	34,52	4,27
ETANG DU COLOMBIER	240000914	10,58	4,34
ETANG DES USAGES ET BOIS PLAINS	240009387	110,36	4,50
BOIS DE LA LANDE	240000911	182,8	4,62
PELOUSES ET OURLETS DES BORDES ET DU PUIITS D'IGNOUX	240030349	38,04	5,43
PRAIRIE DE LUET	240030856	18,66	5,60
ETANG DU DEROMPIS	240000921	7,3	5,65
PELOUSES DU CROT ROUGE	240030312	1,74	5,87
BOIS DE LA COUDRE	240031575	103,57	6,16
ETANG DE POTTE	240030300	8,61	6,63
PELOUSES DES CARRIERES DE LA CHAPPELLE-SAINT-URSIN	240030323	17,11	6,86
PELOUSES DES CHAUMES DU VERNILLER	240006415	185,18	7,10
PRAIRIES DE CAYENNE	240030869	66,66	7,38
CHENAIE-CHARMAIE DU PETIT BOIS	240031564	14,75	7,41
LANDES ET ETANGS DU BOIS DE DAME	240031614	57,28	8,71
PELOUSE SABLO-CALCAIRE DU PARC	240031640	3,32	9,41
PELOUSES DE LA TOUCHE	240009905	16,05	9,91
CAVITÉS D 'HIBERNATION À CHIROPÈRES DE LA CARRIÈRE DU VALLON DE BOURGES	240031613	4,16	10,75

Tableau 2. Zonages d’inventaire du patrimoine naturel concernés par l’aire d’étude éloignée

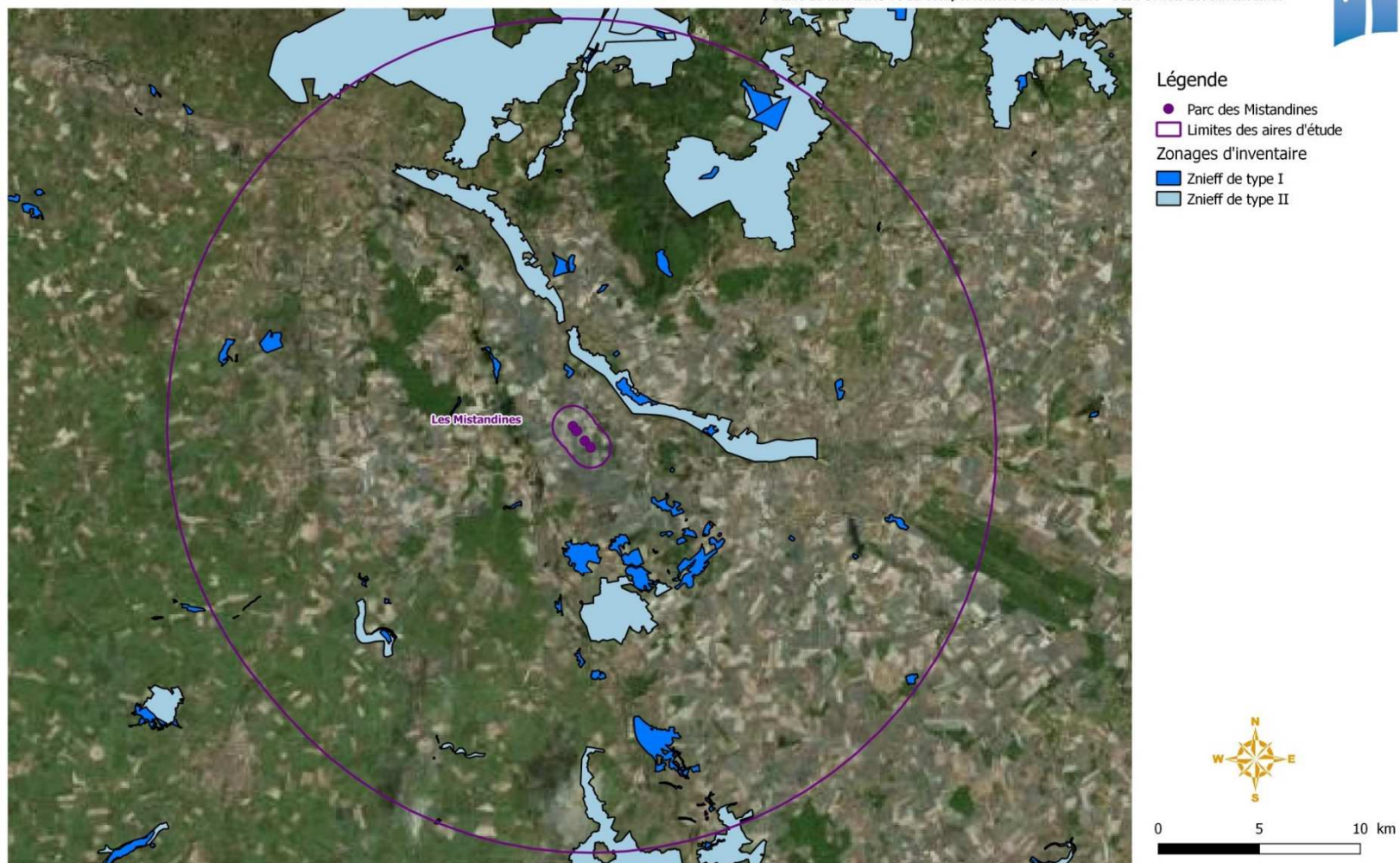
Intitulé	Code	Surface (ha)	Distance au parc éolien (km)
CHENAIE THERMOPHILE DE CHANTOISEAU	240030862	23,27	11,00
PELOUSES MARNEUSES DES GARETTES	240030343	27,24	12,42
PELOUSES DES REAUX	240000908	3,96	12,44
PRAIRIE HUMIDE ET MARAIS ALCALIN DU GUZON	240031550	2,22	12,49
PELOUSES DES VARROUX	240000909	9,17	12,56
PELOUSES DE ROUSSY	240030152	7,86	13,38
PELOUSES ET BOIS DU PATOUILLET	240000924	331,97	13,46
MARAIS DE ROUSSY	240030151	16,16	13,57
AULNAIE-FRENAIE DU RUISSEAU DE LA BERTHERIE (FORET DOMANIALE D'ALLOGNY)	240030841	22,34	13,65
BAS-MARAIS D'ESNONS	240030837	3,87	13,96
MARAIS DE LUARD	240009386	78,25	14,80
CAVITÉS D 'HIBERNATION À CHIROPÈRES DE BOURGES (CARRIÈRES DE LA ROTTÉE ET DU CHÂTEAU)	240031611	32,21	14,92
PELOUSES DU MOULIN NEUF	240030266	1,17	16,09
PELOUSES ET MARAIS DE LA CHATAIGNERIE	240009391	45,24	16,82
PELOUSES DE CHANTELOUP	240030304	7,95	16,89
PELOUSE DE BOISSEREAU	240030383	0,42	17,11
CHENAIES-CHARMAIES DES FERRIERS (FORET DOMANIALE D'ALLOGNY)	240030267	128,34	17,44
PELOUSES DE NEROUX	240030107	29,32	17,51
PELOUSES DES COILLARDS	240030339	2,36	17,73
AULNAIE-FRENAIE DE L'ALLEE DES RIOUX (FORET DOMANIALE D'ALLOGNY)	240030854	103,65	17,76
PELOUSES, PRAIRIES ET AULNAIE DE VOUZERON	240031633	14,62	17,82
PELOUSES DES HAUTS DE LAPAN	240030334	18,69	17,99
PELOUSES DU MOULIN DU BREUIL	240030310	5,36	18,77
BOIS DES CHAMPS MONTEAUX	240030855	20,28	19,23
ETANG DE LA GRANDE SEICHE (FORET DOMANIALE DE VOUZERON)	240030844	8,26	19,51
PELOUSES DU TROU A RAGOT	240006417	3,51	19,79
ZNIEFF de type II			
VALLEE DE L'YEVRE DE BOURGES A VIERZON	240031305	2134,28	18,09
VALLEE DE L'ARNON : BOUCLE DE ROUSSY	240009385	192,51	11,71
FORETS DOMANIALES DE VIERZON-VOUZERON	240008368	2169,56	14,3
VALLEE DU BARANGEON	240008369	281,22	12,89
BOIS DU PALAIS	240031577	905,91	3,55
MARAIS DU PONTET	240000922	36,69	13,71
FORET DOMANIALE D'ALLOGNY	240003912	3011,39	11,63
BOIS THERMOPHILES ET PELOUSES DU CANTON DE LA ROCHE, DE LA BOUQUETIERE ET DE LA GARENNE	240030892	1087,79	16,28
BOIS DE THOUX	240000915	3397,66	12,25

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

Zonage d'inventaires dans l'aire d'étude éloignée du parc des Mistandines



Suivi de mortalité et du comportement de l'avifaune - Parc éolien des Mistandines



© Wind Prospect - Tous droits réservés - Sources : Bing Aerial, 2016
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n°4. Zonage d'inventaires dans l'aire d'étude éloignée du parc des Mistandines.

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.

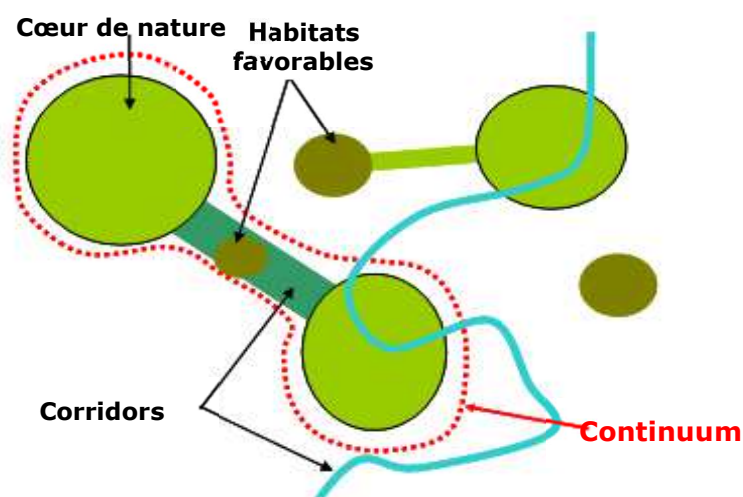


Figure 2. Schéma des éléments constitutifs d'un réseau écologique

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 continums (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.

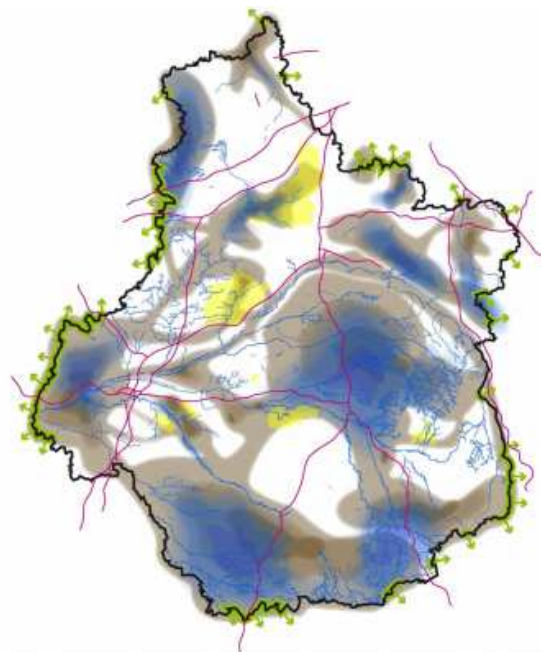
L'assemblage des continuités écologiques forme le réseau écologique. Le reste de l'espace, à priori peu favorable aux espèces, constitue la matrice.

1.3.2 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 Écologique (SRCE) de la région Centre-Val de Loire.

L'analyse du Schéma Régional de Cohérence Écologique (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, à moins de 3km cependant, au niveau des cours d'eau et des Znieffs.



Carte de synthèse du SRCE du Centre







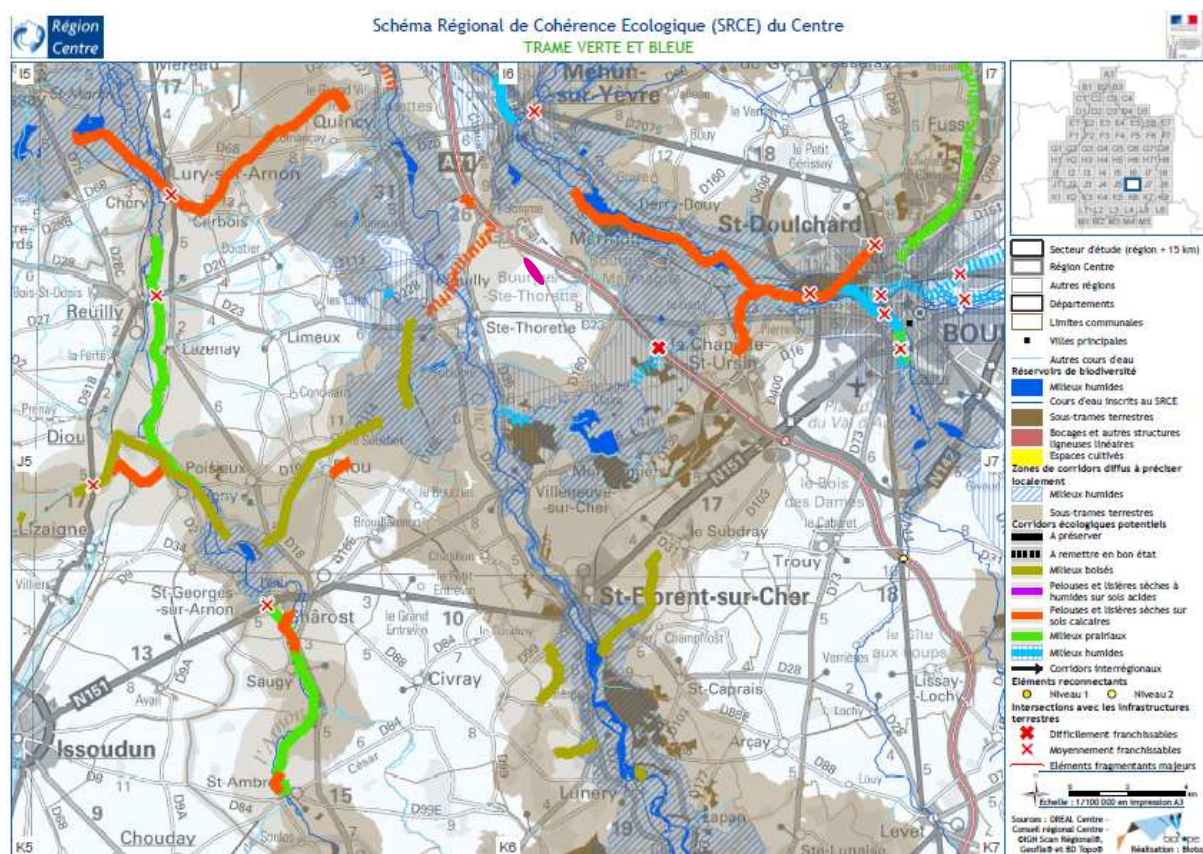
-  Éléments de la trame verte (réservoirs de biodiversité et corridors des sous-trames terrestres)
-  Éléments de la trame bleue (réservoirs de biodiversité et corridors de la sous-trame des milieux humides)
-  Éléments de la sous-trame des espaces cultivés
-  Réseau hydrographique inscrit au SRCE
-  Secteurs concernés par des corridors inter-régionaux
-  Principaux éléments fragmentants du territoire

Schéma régional de cohérence écologique du Centre. Carte de synthèse. Décembre 2014.

Carte n° 5. Extrait du SRCE Centre-Val de Loire



1.4 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.

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

L'étude d'impact, publiée en décembre 2005 est commune à 2 parcs éoliens, dont celui des Mistandines, installés sur les communes de Sainte-Thorette, dans le Cher (18). Suite à une modification de la longueur de pales des éoliennes, une deuxième étude d'impact a été publiée en mai 2008. 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 effectué 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 effectuée en mars 2005, puis poursuivie en 2006. Pour la période de reproduction, des points IPA d'une durée de 10 minutes ont été effectués, ainsi que de la recherche aléatoire. Des points d'observations spécifiques de 2 à 3h ont été réalisés pour l'étude des Busards. Deux passages minimums ont été réalisés sur la période d'étude.

La Fédération Départementale des Chasseurs du Cher a apporté un complément à l'étude de Nature 18. Des relevés faunistiques aléatoires ainsi que des points d'observations ont été effectués de juin à août 2005.

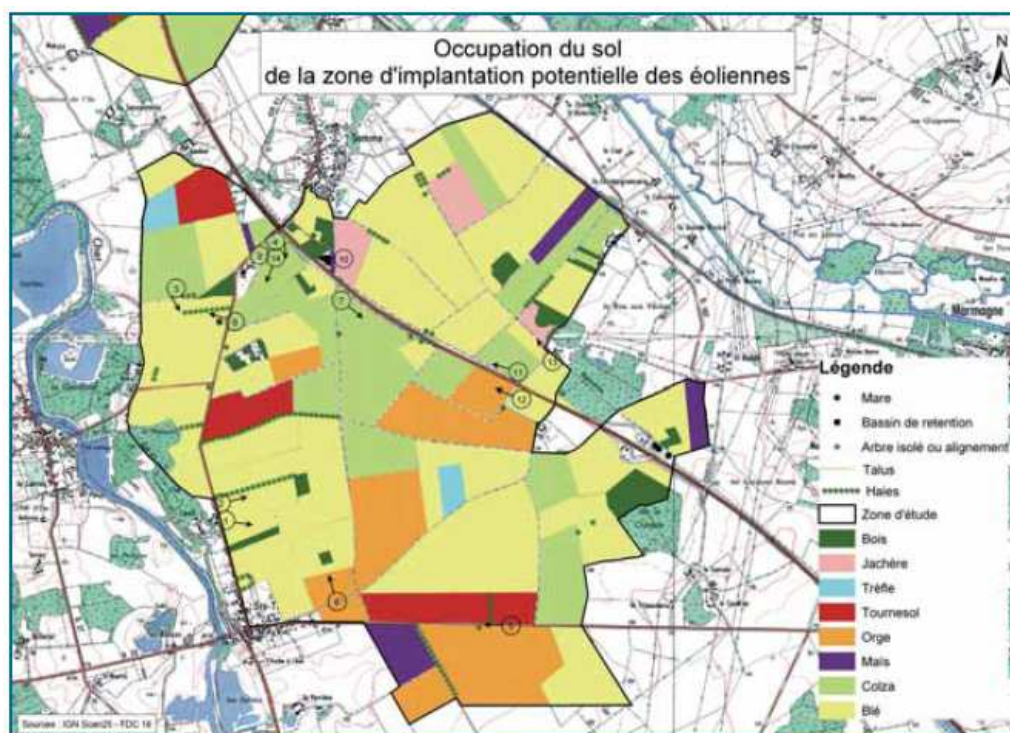
Mission Nature a réalisé une étude des chiroptères au sol, à l'aide d'un détecteur Bat Box III, lors de deux nuits de prospections en août et en septembre 2005.

Le Museum d'Histoire Naturelle de Bourges a apporté son expertise pour la partie chiroptères et a réalisé 2 points d'écoutes au sol et en altitude lors des nuits du 2 juin et du 9 août 2005.

☞ Les techniques employées durant l'étude d'impact initiale sont similaires à celles employées en 2016/2017. Cependant le nombre de points d'écoute IPA, le nombre de points d'observations en toutes périodes, leur localisation et le nombre de passages ne sont pas détaillés dans l'étude d'impact initiale. Le comportement des oiseaux en hivernage a été étudié en 2016/2017 et non en 2005. En revanche aucune étude des chiroptères n'a été réalisée en 2016/2017.

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 de bois privés représentant 5% de la surface de la zone d'étude. Les vallées du Cher, à l'ouest, et de l'Yèvre, à l'est, ainsi que la région forestière de la Sologne, au nord, bordent la zone d'étude. L'autoroute A71 et une ligne haute tension traversent 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°7. Cartographie de l'assolement et des éléments fixes du paysage extraite de l'étude d'impact de 2005

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

Le site présente un cortège ornithologique intéressant, principalement sur l'Yèvre et le secteur au nord de l'autoroute. De plus, tout le Berry se situe sur la route de migration des grues cendrées. Même si aucun site de gagnage identifié ne se trouve à proximité, cet aspect devait être pris en compte dans le schéma d'implantation des éoliennes.

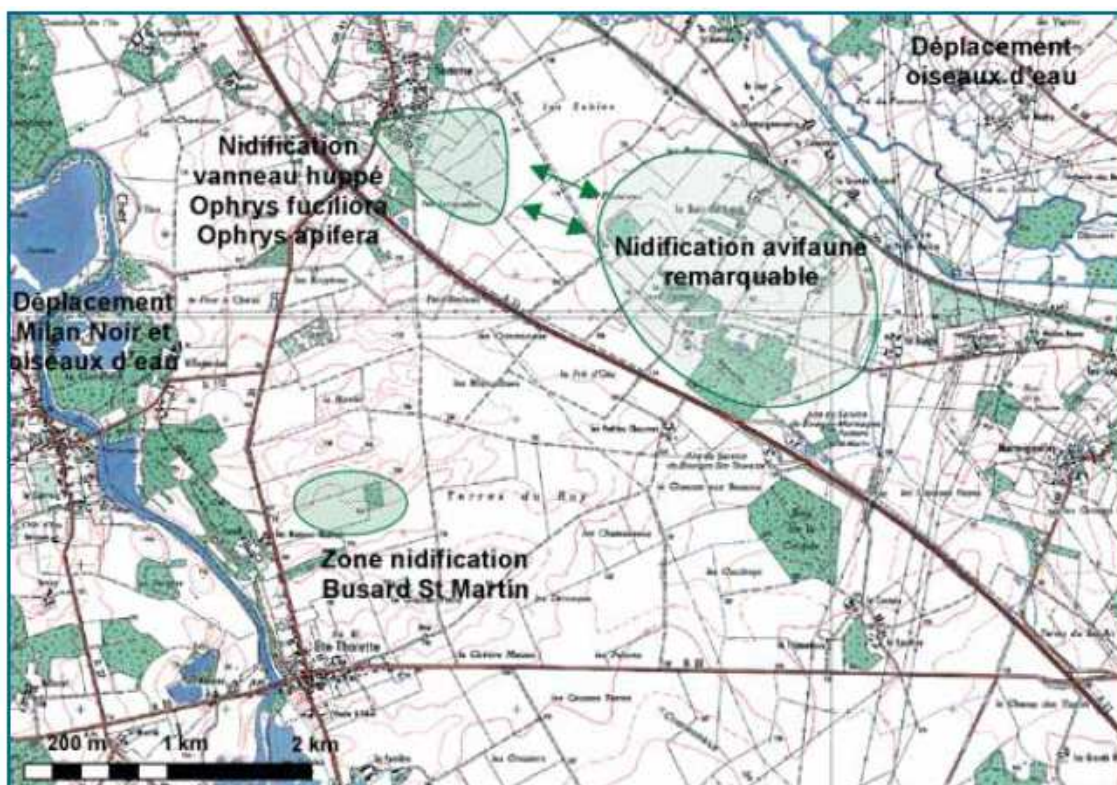
« La zone d'étude composée de grandes étendues cultivées abrite quelques espèces caractéristiques tel l'outarde canepetière, l'œdicnème criard, la caille des blés et le busard cendré en plus des espèces communes ou assez communes que sont les alouettes des champs, bruant proyer, faucon crécerelle ou la bergeronnette printanière. Les plaines sont traversées par plusieurs vallées telle celle de l'Yèvre, de l'Auron ou de l'Arnon qui conservent quelques zones humides et accueillent ponctuellement des espèces tel le rare courlis cendré, les rousserolles effarvates ou le très rare râle des genêts.

Quelques pelouses calcaires, sont encore présentes et abritent une flore calcicole composée entre autres d'orchidées, abritent une avifaune des milieux semi-ouverts telle la pie grièche écorcheur ou les très rares fauvettes babillardes et locustelles tachetées.

De nombreux bois et quelques forêts sont également parsemés en Champagne Berrichonne. Ce sont le plus souvent des chênaies-charmaies abritant une avifaune forestière composée de rapaces (épervier d'Europe, bondrée apivore, chouette hulotte) et de passereaux (pics, pouillot siffleur, gros-bec). Les oiseaux forestiers profitent de ces réseaux que forment les petits boisements pour se déplacer entre les massifs pour trouver leur nourriture ou défendre leur territoire. »

« Deux secteurs localisés possèdent une diversité spécifique forte due à la présence de milieux variés :

- « Les jaquettes », suite à la nidification certaine du Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) dans une jachère humide à laquelle s'ajoute la présence de Pie grièche écorcheur dans les haies proches jouxtant des prés.
- Le réseau de bois entre St Aubin, le « Bois de loup » et l'autoroute A71. Le secteur comprend la zone de chasse du Faucon hobereau. Le Pigeon colombin et la Pie-grièche écorcheur sont respectivement nicheurs possibles et probable. La Buse variable est nicheuse certaine sur le secteur. La Bondrée apivore a été observée en migration au-dessus du bois. Une grande diversité d'espèces ornithologiques a été constatée : 24 espèces observées. « Les Terres du Roy » est un site probable de nidification du Busard St Martin. Un couple isolé est présent (parades) à proximité du bois à l'ouest des "Terres du Roy". »



Carte n°8. Zones sensibles pour l'avifaune, extrait de l'étude d'impact de 2005

Les conclusions de l'étude d'impact sont les suivantes : « L'implantation d'éoliennes présente en elle-même un risque de dérangement, de perte d'habitat et de mortalité pour l'avifaune. Celui-ci concerne aussi bien l'avifaune nicheuse locale que les oiseaux migrateurs et les grues cendrées en migration. Le principal impact négatif est de créer un effet « barrière » lors du déplacement de certaines espèces d'oiseaux entre la vallée du Cher et de l'Yèvre. Ces espèces seront des limicoles tel le courlis cendre, observé en déplacement entre les deux vallées au crépuscule. Des anatidés seront également concernés tels les canards de surface. Pour limiter les risques de collision, une « porte » a été créée entre la deuxième et la troisième éolienne en partant du nord. Cette porte est un espace qui a été créé entre deux éoliennes en augmentant l'espacement entre les deux machines par rapport aux autres éoliennes du parc. Il est à noter que les sablières en activités ou converties qui concentrent la plupart des anatidés et limicoles sont situées plus au nord du parc éolien. Les oiseaux volant en ligne droite du point de départ au point d'arrivée, on peut penser que la majorité des passages s'effectueront au nord du parc.

La plaine céréalière où sont implantées les éoliennes a révélé une faible diversité spécifique à cause du manque de diversité de végétation. Un couple de busard Saint Martin est nicheur à proximité du boisement à l'ouest des « Terres du Roy ». Cet oiseau recherchant la proximité de bois pour nicher, reste fidèle au secteur de nidification. Sa technique de vol et de chasse (il survole à très faible vitesse et à basse altitude, environ dix mètres de haut, les cultures pour repérer et piquer sur sa proie pour l'attraper par surprise) le rend moins vulnérable aux éoliennes.

Plusieurs études montrent également que les busards s'habituent relativement bien à la présence des éoliennes. Si les sites de nidification peuvent être abandonnés les premières années, les couples reviennent à proximité après quelques temps.

Les oiseaux forestiers circulant à proximité des boisements du nord de l'autoroute ne sont pas en contact direct avec les éoliennes sur leurs corridors écologiques.

L'impact possible pour le couple de vanneau huppé nicheur se situe au moment des déplacements pour rechercher la nourriture dans les parcelles de céréales. L'éloignement du parc par rapport au site de nidification apporte une sécurité pour le couple. »

« L'avifaune migratrice sera sûrement celle pour qui l'impact sera le plus important. L'effet « barrière », qui a été réduit grâce à une disposition en courbe, peut entraîner une perturbation du vol d'espèces comme les bondrées apivores qui volent souvent en petits groupes de quelques individus et ont un vol migratoire direct (ils tiennent un cap de direction précis). Des espèces comme le busard des roseaux ou les passereaux se déplacent plus près du sol « de bosquet en bosquet » ou en suivant des éléments du paysage (haies, vallées, ...). Ils s'adaptent mieux à la présence d'éoliennes car circulent naturellement en évitant les secteurs leurs paraissant dangereux ou sans intérêt. En période de migration et d'hivernage, de nombreux oiseaux circulent le long des vallées du Cher et de l'Yèvre (canards de surface, fuligules milouin et morillon, grand cormoran, foulques macroules). Ces oiseaux ne rencontreront pas les éoliennes en suivant la vallée du Cher car le parc se trouve à plus de deux kilomètres de la zone humide. C'est uniquement en cas de traversée d'une vallée à l'autre que l'effet « barrière » pourra se produire. Cette probabilité que les oiseaux d'eaux traversent en période migration est assez faible, les oiseaux trouvant des sablières en vallée du Cher et des prairies inondées en vallée de l'Yèvre. »

« Concernant la Grue cendrée, il n'a pas été observé de site de repos ou de gagnages réguliers connus à cause de l'absence de zones importantes de maïsicultures ou de zones humides (marais). Néanmoins, le risque de pose des oiseaux à proximité d'un parc éolien n'est pas à exclure (comme sur toute la Champagne berrichonne qui présente les mêmes caractéristiques) en cas de mauvaises conditions météorologiques par exemple. Les grues cendrées en vols migratoires peuvent, à basse altitude voire leur vol perturbé et adopter une technique de contournement du parc bien que l'effet « barrière » a été réduit. »

1.4.3 Interêt du site et de ses abords pour les chiroptères

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.

Le Museum d'histoire Naturelle de Bourges conclut que « dans l'ensemble, le risque créé par les éoliennes pour les chiroptères semble minime sur le projet de Ste Thorette. Il s'agit en effet d'un des sites ayant présenté le moins de contacts parmi les projets étudiés en Champagne Berrichonne. Les deux nuits d'écoute ont abouti à 3, puis 0 contacts en altitude, ce qui, selon le protocole défini par le Museum de Bourges, conduit à ne pas demander d'études supplémentaires pour permettre l'implantation d'éoliennes vis-à-vis des chiroptères.

De tels résultats sont probablement dus à la pauvreté du paysage en ce qui concerne les haies, les bosquets et les points d'eau. On observe en effet que des lors que l'on se trouve à proximité d'un tel secteur (haie, bosquet, point d'eau) de nombreux contacts sont enregistrés, mais dès que l'on s'éloigne il n'y a plus aucun contact. Un risque existerait donc dans l'environnement direct de ce genre de paysage mais la zone n'est pas dangereuse dans son ensemble. Il s'agit donc d'être vigilant à ne pas créer ce genre de proximité. »

Pour Mission Nature, « les résultats obtenus lors des prospections d'août et de septembre sont sans grandes surprises pour de grands espaces ouverts, constitués de vastes cultures céréalières, ou les proies potentielles des chiroptères sont rares. Dans ces périmètres, l'essentiels des contacts ont été notés sur et à proximité de boisements, d'habitations avec parcs et jardins, de chemins enherbés ou bordés de haies même basses. Seule la Noctule commune, observée en début de soirée, sur les sites de Quincy et Civray, exploitait les espaces d'openfield à des altitudes très variées.

Il semble probable que les transits entre zone de chasse s'effectuent, pour la plupart des espèces contactées, à basse altitude en privilégiant les corridors biologiques que représentent les chemins enherbes, les haies et lambeaux de haies qui peuvent attirer les insectes. L'enfrichement, et surtout le développement de buissons dans l'environnement immédiat des éoliennes, propices aux insectes volants ou non, pourraient provoquer une augmentation du risque potentiel de collision pour les chauves-souris qui s'y trouveraient attirées. En conséquence et à la vue des observations réalisées (aussi bien quantitatives que qualitatives) dans le périmètre d'étude, le projet ne présente pas de risques majeurs pour les populations de chiroptères locaux.

Pour autant, il est nécessaire de rester prudent quant à l'impact réel sur les chauves-souris. De plus en plus d'études sur des sites éoliens à travers le monde démontrent un impact réel, sans en comprendre les véritables mécanismes. L'étude réalisée par le Museum de Bourges, sur les sites prospectés au cours de cette étude, montre, par exemple, la capacité des petites espèces comme les Pipistrelles à se déplacer à haute altitude, au milieu des zones d'openfield. Par ailleurs, la plupart des chauves-souris se déplacent d'un point à l'autre à vue, et sans émettre d'ultrasons. Celles-ci sont donc indétectables en hauteur, à l'heure actuelle avec les moyens existants. »

Le Museum et Mission Nature préconisent de réaliser un suivi de l'activité et de la mortalité des chiroptères après implantation des éoliennes.

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 critiquables.

II. Méthodologie appliquée

II.1 Equipe de travail

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

Domaines d'intervention	Agents de BIOTOPE
Directeur d'étude - Suivi et contrôle Qualité	Ludivine DOYEN
Chef de projet - coordination et rédaction de l'étude	Ludivine DOYEN et Melissa GOEPFERT
Chargé d'études chiroptérologue - Appui sur le volet chauves-souris	Julien TRANCHARD
Chargé d'études faunistique - suivi du comportement des oiseaux en migration postnuptiale et en hivernage	Franck LETERME
Chargé d'études faunistique - suivi du comportement des oiseaux en migration pré-nuptiale et en reproduction	Cyril BELLANGER
Technicien mortalité - Récolte des données avifaune et chiroptères	Cyril BELLANGER Erwan CHUPIN

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

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Avifaune migratrice (postnuptiale) (3 passages)		
1	30/08/2016	Beau temps avec quelques passages nuageux ; températures comprises entre 16 et 27°C ; vent faible de secteur Nord-est
2	19/10/2016	Temps nuageux ; températures comprises entre 9 et 13°C ; vent faible de secteur Ouest/Nord-ouest
3	28/11/2016	Beau temps avec quelques passages nuageux ; températures comprises entre 3 et 6°C ; vent moyen de secteur Nord-est

Tableau 4. Dates de prospection des différents suivis effectués sur le parc des Mistandines		
Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Avifaune hivernante (2 passages)		
1	19/12/2016	Brouillard le matin puis nuageux ; températures comprises entre 0 et 4°C ; vent faible de secteur Est/Nord-est
2	17/01/2017	Beau temps ; températures comprises entre -3 et 1°C ; vent moyen de secteur Nord-est
Avifaune migratrice (prénuptiale) (3 passages)		
1	16/02/2017	Brume matinale - Nébulosité 100% - Vent nul - 4°C
2	28/02/2017	Pluie - Vent fort - Nébulosité 90% / 5°C
3	24/03/2017	Nébulosité 100% - Vent fort d'est/sud est - Pluie / 8°C
Avifaune nicheuse (3 passages)		
1	27/04/2016	7°C- Couverture nuageuse : 30-60% - Vent : faible
2	19/05/2016	8°C - Nébulosité 100% - Vent fort (pluie la nuit précédente)
3	09/06/2016	15°C - Brouillard (visibilité maxi 80m)
Suivi mortalité (15 passages)		
1	13/07/2016	Couverture nuageuse : 50% ; Vent : moyen à fort ; 10°C soleil et pluie
2	18/07/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : fort ; Soleil 20-30°C
3	26/07/2016	Couverture nuageuse : 50% ; Vent : moyen ; soleil 15°C
4	28/07/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : moyen à fort ; 12°C
5	02/08/2016	Ciel couvert : nuages + quelques éclaircies ; Vent faible ; 17°C
6	12/08/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : nul ; soleil 10°C
7	18/08/2016	Couverture nuageuse : 90% ; Vent : fort ; Nuageux 15-20°C
8	24/08/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : moyen à fort ; Soleil (canicule) 20-30°C
9	02/09/2016	Couverture nuageuse : 0-15% ; Vent : faible ; Soleil 12°C
10	05/09/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : moyen à fort ; 20°C
11	15/09/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : fort ; pluie soutenue ; 15°C
12	20/09/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : moyen ; Brouillard épais visibilité 40-50m ; 10°C
13	04/10/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : fort ; Soleil 5°C
14	11/10/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : nul ; Brouillard faible altitude ; 0°C
15	22/10/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : faible ; Brouillard ; 5°C
Tests de prédation (2 tests)		
1	18/07/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : fort ; Soleil 20-30°C
1	20/07/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : moyen ; Soleil 20-30°C
1	21/07/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : moyen ; Soleil 20-25°C
1	23/07/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : moyen ; Soleil 15-25°C
2	05/09/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : moyen à fort ; 20°C
2	07/09/2016	Couverture nuageuse : 0% ; Vent : faible ; Soleil 15-23°C
Tests d'efficacité (2 tests)		
1	28/07/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : moyen à fort ; 12°C
2	15/09/2016	Couverture nuageuse : 100% ; Vent : fort ; pluie soutenue ; 15°C

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 anticipée 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 en période de migration postnuptiale

Cf. Carte 9 : Localisation des points d'observation en période de migration postnuptiale

Pour ce suivi, trois points d'observation ont été définis lors de la migration postnuptiale. Ces différents points ont été placés de manière à bénéficier d'un champ de vision large tout en permettant d'avoir une bonne visibilité des éoliennes suivies.

Lors du suivi de la migration, les points d'observation ont été utilisés durant l'ensemble de la période de suivi. La durée d'observation par point est de deux heures au minimum.

Au total, 3 jours de suivi visuel ont été réalisés en période de migratoire postnuptiale en 2016. Les dates ont été définies afin de cibler les espèces sensibles aux éoliennes :

- les Passereaux ;
- les Turdidés et Alaudidés ;

- les Rapaces ;
- Les Échassiers (Cigognes blanche et noire, Grues cendrées).

Par ailleurs, les observations opportunistes réalisées lors du suivi de la mortalité ont été notées et prises en compte dans l'analyse.

Le suivi s'effectue à poste fixe. L'observateur se rend sur le point prédéfini pour le lever du jour de manière à apprécier le passage des espèces matinales (voire des migrateurs nocturnes ayant prolongé leur déplacement). Le comptage continue jusqu'à ce que la migration se calme fortement (variable selon les jours). Le suivi a été engagé, dans la mesure du possible, lorsque les conditions de visibilité étaient suffisamment bonnes (pas de brouillard, pas de pluie) pour permettre un recueil de données fiables.

Chaque contact avec un oiseau ou un groupe d'oiseaux migrateurs est noté. Différentes variables sont reportées sur le carnet de terrain :

- l'espèce ;
- le nombre d'individus ;
- l'heure ;
- l'altitude (inférieure = en dessous des pales de l'éolienne, égale = à hauteur des pales de l'éolienne, supérieure = au-dessus des pales de l'éolienne) quand cela est possible ;
- le point de passage et la direction prise sur un fond cartographique ;
- si certains groupes réagissent ou non à la présence des éoliennes (comportement de panique : explosion du groupe, cris...) ;
- le type de réaction : plongeon, contournement, prise de hauteur, demi-tour, ... pour les espèces à enjeux ;
- les éventuelles collisions.

Afin de l'aider dans l'identification, l'observateur est muni d'une paire de jumelles et d'une longue-vue pour l'identification des oiseaux même situés à distance importante.

Analyse des résultats

Ont été pris en compte dans l'analyse des résultats, les oiseaux présentant un comportement de migration strict et ceux en déplacement marqué. Ont été écartés les individus pouvant être assimilés à des oiseaux déjà fixés sur le territoire (reproduction ou hivernage).

Limites de la méthode

Ce type de suivi ne constitue pas un inventaire exhaustif des différentes espèces pouvant survoler le parc éolien en période migratoire. Il donne un aperçu à un instant T des mouvements migratoires sur le site. De plus, ce type de suivi ne permet pas d'évaluer les modifications de trajectoires réalisées par les oiseaux très en amont du parc éolien. En effet, il est bien connu que les oiseaux repèrent les parcs éoliens à grande distance et sont donc susceptibles de réaliser une modification de leur trajectoire jusqu'à plusieurs kilomètres avant d'arriver sur le parc éolien. Ainsi, seules les manœuvres

d'évitement engagées à proximité immédiate du parc éolien sont susceptibles d'être détectées par l'observateur.

L'observateur est installé au niveau du parc éolien, de manière à pouvoir avoir dans la mesure du possible une vue d'ensemble de celui-ci. Cependant, la capacité de détection des oiseaux décroît avec l'éloignement et ce, d'autant plus rapidement que l'espèce est de petite taille. Les mouvements localisés aux extrémités du parc éolien sont donc moins bien suivis et repérés que ceux concernant la partie centrale de celui-ci.

II.3.2 Etude de l'activité de l'avifaune hivernante

Cf. Carte 10 : Localisation des points d'observation et des transects en période d'hivernage

Deux passages ont été effectués entre début décembre 2016 et fin janvier 2017, afin d'estimer les effectifs des espèces hivernantes, et d'en évaluer le comportement sur l'aire d'étude (utilisation de l'espace, déplacement entre les parcelles, distance aux éoliennes, etc.).

L'analyse spatiale des stationnements en fonction de l'occupation du sol, de l'assolement et de la distance aux éoliennes renseignera sur les facteurs dynamiques influençant la répartition des oiseaux. Pour ce faire, l'observateur a effectué 2 points d'observation fixes, permettant une vue dégagée sur l'ensemble du parc éolien. Chaque point d'observation était d'une durée de 1h minimum. Toute observation ou contact avec l'avifaune hivernante a été reportée :

- Distance vis-à-vis du parc éolien pour les principaux groupes ;
- Type de déplacement (Local, vol direct, vol de prospection) pour les flux les plus importants ;
- Hauteur de vol par rapport aux pales (en dessus, en dessous...) quand cela est possible ;
- Comportement vis-à-vis des éoliennes (Évitement, au travers...) pour les groupes importants.

Pour compléter cet inventaire, 3 transects au niveau du parc éolien ont été réalisés.

Limites de la méthode

Les dates d'inventaires sont calées de manière à prendre en considération la majeure partie des espèces d'oiseaux susceptibles d'occuper ou de survoler le site. Il reste néanmoins important de noter que le passage effectué ne permet pas de prendre en compte toutes les espèces.

II.3.3 Etude de l'activité de l'avifaune en période de migration prénuptiale

Cf. Carte 11 : Localisation des points d'observation en période de migration prénuptiale

Trois passages ont été effectués entre mi-février 2017 et fin mars 2017, afin d'estimer les effectifs des espèces migratrices, et d'en évaluer le comportement sur l'aire d'étude (utilisation de l'espace, déplacement entre les parcelles, distance aux éoliennes, etc.).

Pour ce faire, l'observateur a effectué 3 points d'observation fixes, permettant une vue dégagée sur l'ensemble du parc éolien. Ces différents points ont été placés de manière à bénéficier d'un champ

de vision large tout en permettant d'avoir une bonne visibilité des éoliennes suivies. Chaque point d'observation était d'une durée d'environ 45min. Le suivi s'effectue à poste fixe. L'observateur se rend sur le point prédéfini pour le lever du jour de manière à apprécier le passage des espèces matinales (voire des migrateurs nocturnes ayant prolongé leur déplacement). Le comptage continue jusqu'à ce que la migration se calme fortement (variable selon les jours).

Chaque contact avec un oiseau ou un groupe d'oiseaux migrateurs est noté. Différentes variables sont reportées sur le carnet de terrain :

- l'espèce ;
- le nombre d'individus ;
- l'heure ;
- l'altitude (inférieure = en dessous des pales de l'éolienne, égale = à hauteur des pales de l'éolienne, supérieure = au-dessus des pales de l'éolienne) quand cela est possible ;
- le point de passage et la direction prise sur un fond cartographique ;
- si certains groupes réagissent ou non à la présence des éoliennes (comportement de panique : explosion du groupe, cris...) ;
- le type de réaction : plongeon, contournement, prise de hauteur, demi-tour, ... pour les espèces à enjeux ;
- les éventuelles collisions.

Pour compléter cet inventaire, des transects au niveau du parc éolien et aux abords de celui-ci ont été réalisés.

Afin de l'aider dans l'identification, l'observateur est muni d'une paire de jumelles et d'une longue-vue pour l'identification des oiseaux même situés à distance importante.

Analyse des résultats

Ont été pris en compte dans l'analyse des résultats, les oiseaux présentant un comportement de migration strict et ceux en déplacement marqué. Ont été écartés les individus pouvant être assimilés à des oiseaux déjà fixés sur le territoire (reproduction ou hivernage).

Limites de la méthode

Ce type de suivi ne constitue pas un inventaire exhaustif des différentes espèces pouvant survoler le parc éolien en période migratoire. Il donne un aperçu à un instant donné des mouvements migratoires sur le site. De plus, ce type de suivi ne permet pas d'évaluer les modifications de trajectoires réalisées par les oiseaux très en amont du parc éolien. En effet, il est bien connu que les oiseaux repèrent les parcs éoliens à grande distance et sont donc susceptibles de réaliser une modification de leur trajectoire jusqu'à plusieurs kilomètres avant d'arriver sur le parc éolien. Ainsi, seules les manœuvres d'évitement engagées à proximité immédiate du parc éolien sont susceptibles d'être détectées par l'observateur.

L'observateur est installé au niveau du parc éolien, de manière à pouvoir avoir dans la mesure du possible une vue d'ensemble de celui-ci. Cependant, la capacité de détection des oiseaux décroît avec l'éloignement et ce, d'autant plus rapidement que l'espèce est de petite taille. Les mouvements

localisés aux extrémités du parc éolien sont donc moins bien suivis et repérés que ceux concernant la partie centrale de celui-ci.

II.3.4 Etude de l'activité de l'avifaune nicheuse

Cf. Carte 12 : 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, 8 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'observation des oiseaux en période de migration postnuptiale



Suivi de mortalité, suivi du comportement de l'avifaune - Parc éolien des Mistandines



 Localisation des éoliennes
 Points d'observation de la migration



0 300 600 m

© Wind Prospect - Tous droits réservés - Sources : Bing Aerial (2016) ; Biotope (2016)
Cartographie : Biotope, 2017

Carte n° 9. Localisation des points d'observation des oiseaux en période de migration postnuptiale

Localisation des points d'observation des oiseaux et des transects en période hivernale



Suivi de mortalité, suivi du comportement de l'avifaune - Parc éolien des Mistandines



- Localisation des éoliennes
- Points d'observation de l'hivernage
- Transects réalisés en période hivernale



0 200 400 m

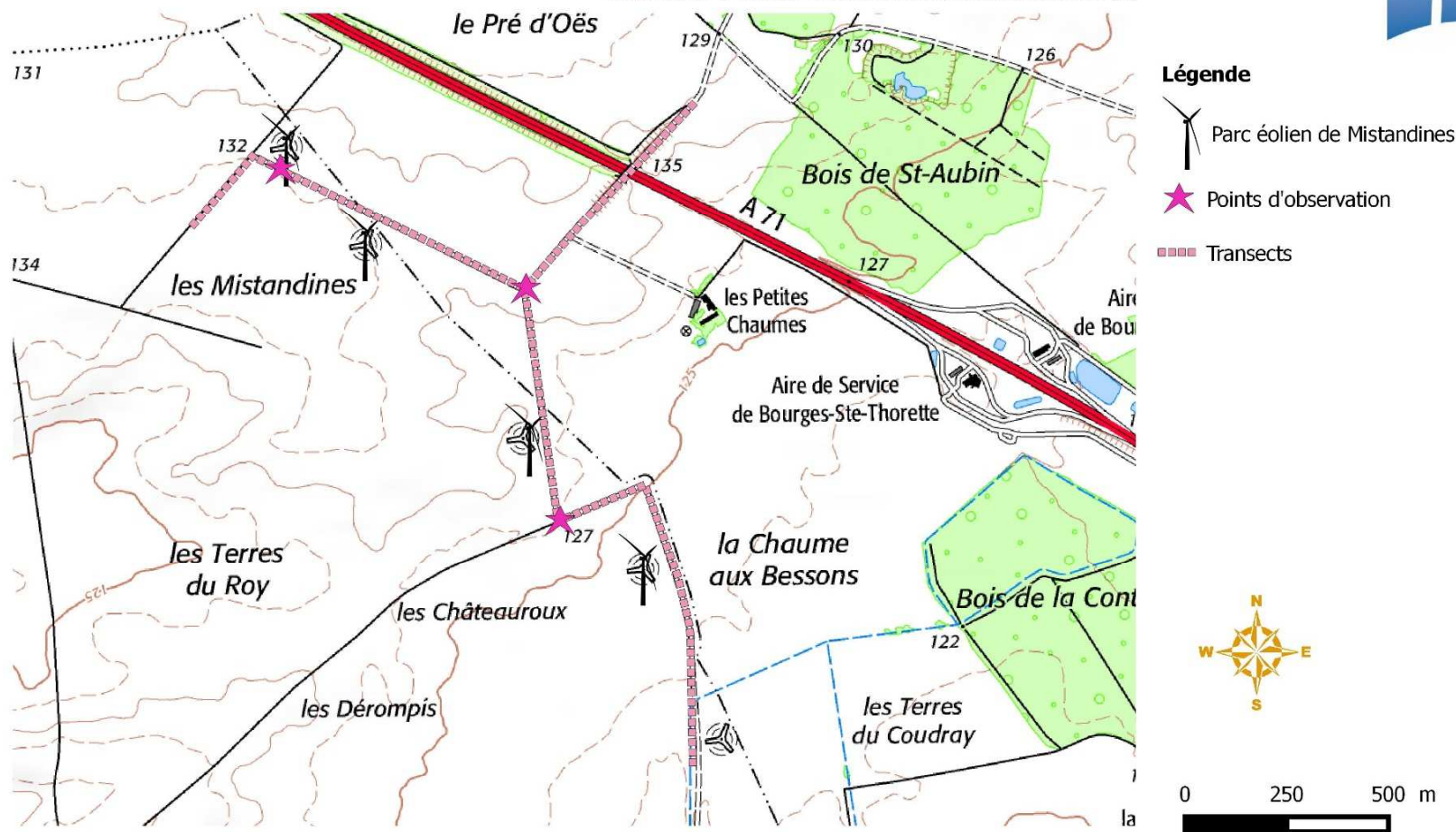
© Wind Prospect - Tous droits réservés - Sources : Bing Aerial (2016) ; Biotope (2016/2017)
Cartographie : Biotope, 2017

Carte n° 10. Localisation des points d'observation des oiseaux et des transects en période d'hivernage

Localisation des points d'observations et des transects en période de migration prénuptiale



Suivi écologique de l'avifaune et des chiroptères. Parc éolien de Mistandines (18)



© WINDPROSPECT - Tous droits réservés
Sources : IGN Scan25, © BIOTOPE 2017
Cartographie : Biotope, 2017

Carte n° 11. Localisation des points d'observations et des transects en période de migration prénuptiale

Localisation des points d'écoute IPA en période de reproduction



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



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

Légende

- Points d'écoute IPA
- Parc éolien des Mistandines



Carte n° 12. Localisation des points d'écoute IPA - Avifaune nicheuse

II.3.5 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) suivant des protocoles qui sont aujourd'hui considérés par certains spécialistes comme obsolètes.

Ils sont avantageusement 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 dépouilles 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 dépouilles 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) ;
- Évaluation 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 dépouilles sont identifiées sur place par des experts ornithologues et chiroptérologues. En cas de difficultés d'identification (traumatisme important, état de décomposition), les dépouilles 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 13 juillet au 19 octobre.

Au besoin, 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 dépouilles tombées au sol. Ce coefficient est fortement influencé par l'occupation du sol, d'une part, ainsi que par la taille/couleur des dépouilles, 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 dépouilles (prédation, charognage, décomposition des dépouilles) et donc le temps de persistance des dépouilles 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 dépouilles.

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 dépouilles 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_a : nombre total d'individus trouvés morts

N_b : 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 : Î) / 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 dépouilles, ...).

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 leurre 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 dépouilles sur le site (pas d'apport de dépouilles sur le site) entre les passages de suivi, de façon à estimer le nombre de dépouilles 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 7 jours, lors de 2 passages à des périodes différentes :

- Du 15/08/16 au 22/08/16 pour les 3 éoliennes suivantes : L1, L2 et L3
- Du 19/09/16 au 26/09/16 pour les 3 éoliennes suivantes : L1, L2 et L3

Le parti pris a été de tester un maximum d'éoliennes et non de réitérer le 2^{ème} 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 dépouilles de rats. Pointage GPS des dépouilles installées. 3 éoliennes testées (10 sous chaque éolienne).
- Visite de contrôle à différents jours (J+2, J+3, J+5, J+7), tôt le matin, pendant une semaine (une demi-journée).
- Contrôle par l'opérateur de la présence de toutes les dépouilles avec identification et localisation des dépouilles disparues chaque matinée.

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

NB : Lorsque toutes les dépouilles avaient disparu 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) :

$$A = \frac{\sum_k^7 Ck / S_k}{\sum_k^7 Ck} \quad \text{Avec } S_k, \text{ la proportion de surface du cercle concentrique } k \text{ prospectée}$$

Ck , le nombre de dépouilles comptées 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 dépouilles est homogène autour de l'éolienne

Limites de la méthodologie

Les suivis de mortalité par recherche de dépouilles 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 dépouilles 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 dépouilles peuvent disparaître, car prédatées, 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.

À 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 dépouilles.

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 soit 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 des Mistandines, 15 passages ont été menés par le même observateur. Une éolienne sur quatre, M1, a pu être prospectée intégralement durant toute la durée du suivi. Pour les éoliennes M2 à M4, seul le parking, représentant environ 24% de la surface, a pu être prospecté durant les 3 premiers passages en raison de cultures de blé et d'orge.

Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats



Éolienne du parc des Mistandines. © Biotope, 2016



Noctule commune sur site. © Biotope, 2016

III. Résultats des activités et mouvements d'oiseaux

III.1 Migration postnuptiale

Cf. Carte 13 : Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration postnuptiale

L'expertise de terrain des oiseaux migrateurs postnuptiaux a été menée sur l'ensemble du parc éolien des Mistandines ainsi que sur ses abords, en période de migration. La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre de la présente étude.

III.1.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en postnuptiale

Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période de migration postnuptiale (août, octobre et novembre 2016), **1 480 oiseaux appartenant à 31 espèces différentes ont été observés** sur l'ensemble du parc éolien et de ses abords immédiats (espèces en migration active et espèces en halte migratoire). Parmi ces espèces, **24 sont protégées en France et 8 régulables. Plus des deux tiers des espèces observées sur l'aire d'étude sont donc protégées.** Cette protection concerne, d'une part, les individus, et d'autre part, leurs habitats, afin de ne pas remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques de l'espèce.

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

- Les passereaux migrateurs ;
- Les rapaces migrateurs ;
- Les échassiers migrateurs ;
- Les limicoles migrateurs ;
- Les colombidés migrateurs.

Les espèces sédentaires rencontrées lors des prospections sont également mentionnées.

★ *Les passereaux migrateurs*

Parmi les passereaux observés lors du passage en période de migration postnuptiale, une partie fréquente le site à l'année. Néanmoins, les vastes zones de cultures sont favorables à l'accueil de groupes de passereaux en halte migratoire ou en transit. Des espèces potentiellement présentes sur le site à l'année voient leurs effectifs grossir en période de migration. C'est notamment le cas de l'Alouette des champs, de l'Étourneau sansonnet ou encore de la Linotte mélodieuse.

D'autres passereaux ne sont présents qu'en halte migratoire, comme le Tarier des prés et le Traquet motteux.

L'espèce la mieux représentée est l'**Étourneau sansonnet** avec 559 individus. Vient ensuite l'**Alouette des champs** avec 124 individus, puis la **Linotte mélodieuse** (69 individus) et le **Corbeau freux** (30 individus).

Les observations de passereaux sur la zone d'étude concernaient principalement des individus isolés ou des groupes d'individus en halte migratoire ou volant à quelques mètres du sol (vol inférieur aux pales des éoliennes), en transit sur de courtes distances. Le plus gros des effectifs a été observé au niveau des cultures au sud de la RD 23.

Il est important de préciser que le suivi de la migration des passereaux est particulièrement difficile à réaliser à vue, ces derniers migrant souvent à haute altitude. Les déplacements étant le plus souvent nocturnes, les observations réalisées ne peuvent prétendre à un inventaire exhaustif.

★ *Les rapaces migrants*

Huit espèces de rapaces ont été observées sur la zone d'étude. Seuls le **Balbuzard pêcheur** et le **Busard des roseaux** ont été observés en migration active à haute altitude. Les autres espèces utilisaient la zone d'étude pour la chasse ou le repos. Aucun rapace ne présente un passage migratoire conséquent sur le site.

Le **Faucon crécerelle** est sédentaire dans la région. Il vole à une altitude inférieure ou égale à celle des pâles des éoliennes mais ne semble pas être affecté par celles-ci. Lors des suivi, un individu s'est même posé dans l'éolienne en passant par l'ouverture située à l'arrière de celle-ci.



1 Faucon crécerelle posé à l'arrière de l'éolienne sur le parc éolien des Mistandines © Biotope, 2016

Un individu de **Faucon hobereau** a été observé en gagnage au niveau des cultures en limite nord-est du parc éolien.

Un individu de **Faucon pèlerin** a été observé en halte migratoire au niveau d'un champ cultivé au lieu-dit « les Communaux de Marmagne ».

Une **Buse variable** a été observée. Cette espèce sédentaire voit ses effectifs grossir en hiver suite à l'arrivée d'individus provenant du nord de l'Europe. L'individu a été observé posé dans les cultures ou en déplacement à quelques dizaines de mètres du sol.

Un mâle de **Busard Saint-Martin** a été observé en chasse au niveau des friches le long de l'autoroute

A71.

Une femelle de **Busard des roseaux** a été contactée en migration active sur la partie nord du parc. Celle-ci semblait prendre de l'altitude à l'approche des éoliennes.

Un **Balbuzard pêcheur** a été observé en migration active au niveau de la vallée du Cher au sud-ouest du parc éolien des Mistandines.

Un **Milan royal** a été observé en vol migratoire à l'est du parc. Il volait au-dessous des pales et avait une direction plein sud (vol localisé au-dessus de l'autoroute A71).

★ *Les limicoles migrants*

Deux espèces de limicoles ont été observées au niveau du parc éolien : le **Vanneau huppé** et le **Pluvier doré**.

Pour les Vanneaux et Pluviers en migration active, les altitudes de vol étaient supérieures aux pales des éoliennes. Un vol local d'un peu plus d'une centaine d'individus a été contacté pour le Vanneau aux abords du parc. Cette espèce se rassemble en petites bandes errantes alors que la reproduction n'est pas encore terminée. Les effectifs grossissent progressivement et les mouvements d'oiseaux provenant du nord de l'Europe se font à partir de fin septembre-début octobre et augmentent régulièrement ensuite.

Le Vanneau huppé et le Pluvier doré sont couramment observés en gros groupes de plusieurs centaines d'individus sur les cultures en migration.

Les individus observés n'ont pas effectué de trajectoire particulière vis-à-vis des éoliennes lors de ce suivi.

★ *Les colombidés migrants*

Une seule espèce de colombidés a pu être observée sur l'aire d'étude : le **Pigeon ramier**.

En effet, sur le parc et ses abords, un seul groupe de Pigeons ramiers en migration active a été observé au nord du parc éolien (lieu-dit « Somme »). Les effectifs de cette espèce, dont certains individus sont sédentaires, s'enrichissent, en période de migration, d'oiseaux originaires du nord de l'Europe. Ce groupe de 210 individus volaient vers le sud-ouest à une hauteur supérieure aux pales des éoliennes. Aucun comportement de vol spécifique n'a été observé à proximité des éoliennes.

Les observations de terrain ont révélé un faible passage migratoire sur le secteur pour cette espèce.

★ *Les échassiers migrants*

Cinq espèces d'échassiers ont été observées sur la zone d'étude. La **Cigogne noire**, la **Grande Aigrette** et la **Grue cendrée** ont été observées en migration active à des hauteurs supérieures aux pales des éoliennes. Aucun comportement de vol spécifique n'a été observé à proximité des éoliennes.

Au niveau des cultures, on observe également des haltes migratoires d'échassiers comme le **Héron cendré**, la **Cigogne blanche** ou encore la **Grue cendrée**. Les effectifs pour ces trois espèces restent néanmoins faibles.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Dans le cadre des expertises effectuées en 2016, **douze espèces migratrices remarquables** 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

Tableau 5. Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude en migration postnuptiale (Biotope 2016)								
Nom commun Nom scientifique	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2011)	Statut en Centre-Val de Loire	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs	Observations de l'espèce sur l'aire d'étude
Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>	Protégé	Oui	LC	-	C	1	1	Posé au niveau de l'ancienne voie romaine (-980 m au nord-est du parc éolien)
Balbuzard pêcheur <i>Pandion haliaetus</i>	Protégé	Oui	LC	LC	C	3	1	Au niveau de la vallée du Cher (-2,3 km au sud-ouest du parc éolien)
Busard des roseaux <i>Circus aeruginosus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	C		2	Femelle en migration active (-400 m au nord du parc éolien)
Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	C	2	1	Mâle en chasse le long de l'autoroute A71 (-360 m au nord-est du parc éolien)
Cigogne blanche <i>Ciconia ciconia</i>	Protégé	Oui	LC	NA	PC	2	38	Groupe posé au lieu-dit « Pied Bertrand » (-1,3 km au nord-ouest du parc éolien)
Cigogne noire <i>Ciconia nigra</i>	Protégé	Oui	LC	VU	PC	2	1	En migration active (-2,5 km au nord-est du parc éolien)
Faucon pèlerin <i>Falco peregrinus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	PC	3	1	Posé dans les cultures (-1,9 km au sud du parc éolien)
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i>	Protégé	Oui	LC	-	PC		1	En migration active, au cœur du parc éolien
Grue cendrée <i>Grus grus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	C	2	219 + 4	Groupes en migration active (de part et d'autre du parc ; -500 m pour les plus proches du parc éolien) et de 4 individus en halte migratoire au niveau d'un ancien champs de maïs (-700 m au nord du parc éolien)
Milan royal <i>Milvus milvus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	PC	4	1	En migration active au niveau de l'autoroute A71 (-1,3 km à l'est du parc éolien)
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	Chassable	Oui	LC	-	C	1	21	Groupe en migration le long de l'autoroute A71 (-560 m à l'est du parc éolien)
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	Chassable	-	VU	NA	C		159	Groupes en migration à l'est et au sud du parc éolien (-560 m à l'est)

									du parc éolien pour les plus proches)
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------

Légende :

Listes rouges : NA = Non applicable ; LC = Préoccupation mineure ; NT = Quasi menacée ; VU = Vulnérable

Statut de rareté : C = Commun ; PC = Peu commun ; R = Rare ; NA = non applicable (sédentaire)

¹ Niveau de sensibilité : 4 = espèce très sensible, 3 = espèce fortement sensible, 2 = espèce moyennement sensible, 1 = espèce peu sensible

- ☞ Parmi les espèces patrimoniales contactées, sept espèces sont classées « rouge », « orange » ou « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015) : le **Balbusard pêcheur**, le **Busard Saint-Martin**, la **Cigogne noire**, la **Cigogne blanche**, le **Faucon pèlerin**, la **Grue cendrée** et le **Milan royal**.
- ☞ Onze espèces sont d'intérêt européen car inscrites en annexe I de la directive européenne 2009/147/EC dite directive « Oiseaux » : **Alouette lulu**, **Balbusard pêcheur**, **Busard des roseaux**, **Busard Saint-Martin**, **Cigogne blanche**, **Cigogne noire**, **Faucon pèlerin**, **Grande Aigrette**, **Grue cendrée**, **Milan royal**, **Pluvier doré**. Hormis le Pluvier doré, elles sont également protégées en France. Toutefois, l'ensemble de ces espèces ne sont pas considérées comme migrateurs rares en région Centre-Val de Loire ; seule la Cigogne noire est considérée comme « vulnérable » sur la liste rouge nationale des oiseaux migrateurs.
- ☞ Le **Vanneau huppé** est considéré comme « vulnérable » sur la liste rouge européenne des oiseaux nicheurs (la France a donc une responsabilité de préservation pour cette espèce en période de migration/hivernage).

III.1.2 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

À la lecture de l'étude d'impact de 2007 transmise par le client, il ressort que les éléments sur l'avifaune en période migratoire sont quasi absents de l'étude. Seul un paragraphe spécifique sur la Grue cendrée est mentionné.

On retiendra qu'en migration postnuptiale, « *Plus de 2 500 grues ont été observées sur les couloirs de migration concernant cette zone. D'autre part 6 vols de nuit ont été signalés. Ces vols ont été signalés, soit tout près des sites, ou bien en amont ou en aval de ces derniers. Par exemple, 2 400 grues ont été dénombrées le 30 octobre 2005 sur Preuilley ; une partie de ce vol avait été noté 1h15 plus tôt en amont à La Chapelotte avec 1 400 oiseaux. Les autres vols signalés l'ont été sur les communes de Marmagne, Allogny, St Martin d'Auxigny et Allouis. Le passage sur ce couloir s'est effectué du 15 octobre au 20 novembre 2005* ». « *Aucun site de repos ou de gagnage régulier n'est connu sur le site ou à proximité immédiate pouvant les inciter à voler couramment à très basse altitude* ».

Pour les autres espèces observées, il est impossible de réaliser un comparatif de ces résultats à ceux de 2016.

On notera qu'en 2016, lors des suivis réalisés lors de la migration postnuptiale, seules 219 Grues cendrées en migration active ont été comptabilisées aux abords du parc éolien. Il est probable que pour cette espèce, les oiseaux anticipent à l'amont du parc pour orienter leur trajectoire de vol ; ainsi, très peu d'individus ont été observés survolant le parc éolien.

Étant localisé dans le couloir principal de migration de cette espèce, il va sans dire que ces faibles effectifs observés ne reflètent pas la réalité. Le nombre de passage sur site ne nous a pas permis d'observer le comportement de l'espèce au niveau du parc (absence de migration lors du passage spécifique réalisé en octobre 2016). On signalera toutefois que sur le secteur, les observations de Grue cendrée s'observent sur un axe nord-est/sud-ouest et à des altitudes assez élevées (information issue des suivis réalisés en 2016 sur les autres parc éoliens à proximité). En migration postnuptiale, cette espèce semble fréquenter localement un large couloir.

Enfin, on notera que lors des suivis réalisés en 2016, quatre individus en halte migratoire ont été observés au niveau d'un ancien champs de maïs (~700 m au nord du parc éolien).



I Grues cendrées observées en halte migratoire au nord du parc éolien des Mistantines © Biotope, 2016

III.1.3 Synthèse de l'expertise des oiseaux en migration postnuptiale

Les inventaires réalisés par Biotope en 2016 ont permis de recenser **31 espèces en migration postnuptiale, dont 12 sont patrimoniales.**

Les effectifs observés restent faibles, de l'unité à plusieurs dizaines d'unités, et jusqu'à une centaine pour le Pigeon ramier, le Vanneau huppé et l'Étourneau sansonnet.

La majorité des espèces ont été inventoriées en migration sur le secteur d'étude. On notera toutefois la présence de groupes d'espèces en halte migratoire (Étourneau sansonnet, Alouette des champs, Linotte mélodieuse).

Analyse des réactions des oiseaux en migration active lors de la migration postnuptiale

Les oiseaux qui arrivent devant le parc éolien réagissent de façon différente selon leur hauteur d'arrivée et selon l'espèce.

Compte-tenu des faibles effectifs observés, les résultats obtenus doivent être considérés avec

prudence.

Lors de la migration postnuptiale, très peu d’oiseaux contactés réagissent face aux éoliennes, principalement en prenant de l’altitude pour survoler les abords du parc. C’est le cas notamment d’un individu de Busard des roseaux et d’un individu de Grand Cormoran. Il est probable également que pour la Grue cendrée, celle-ci ait anticipé à l’amont du parc pour orienter sa trajectoire de vol ; ainsi, très peu d’individus ont été observé survolant le parc éolien.

En dehors de ces espèces, les autres contacts observés ne semblent pas réagir face aux éoliennes. Ceci peut s’expliquer par :

- les faibles effectifs observés : les comportements observés ne sont pas généralisables aux groupes ;
- la présence possible d’oiseaux locaux ayant parfaitement intégré la présence des éoliennes dans leurs trajets réguliers.

Un suivi plus important en années permettrait d’avoir une meilleure vision des comportements des oiseaux face aux éoliennes de ce parc.

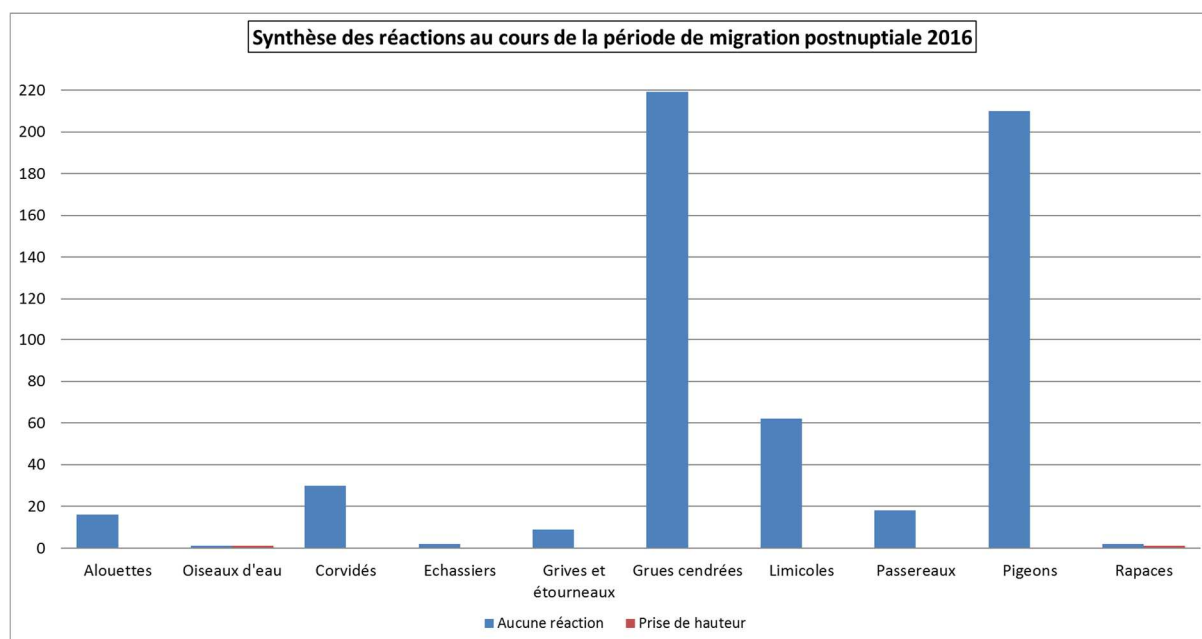


Figure 3. Synthèse des réactions au cours de la période de migration postnuptiale 2016

Analyse des hauteurs de vol lors de la migration postnuptiale

Le graphique ci-dessous reprend la hauteur relative des vols observés par rapport aux pales des éoliennes.

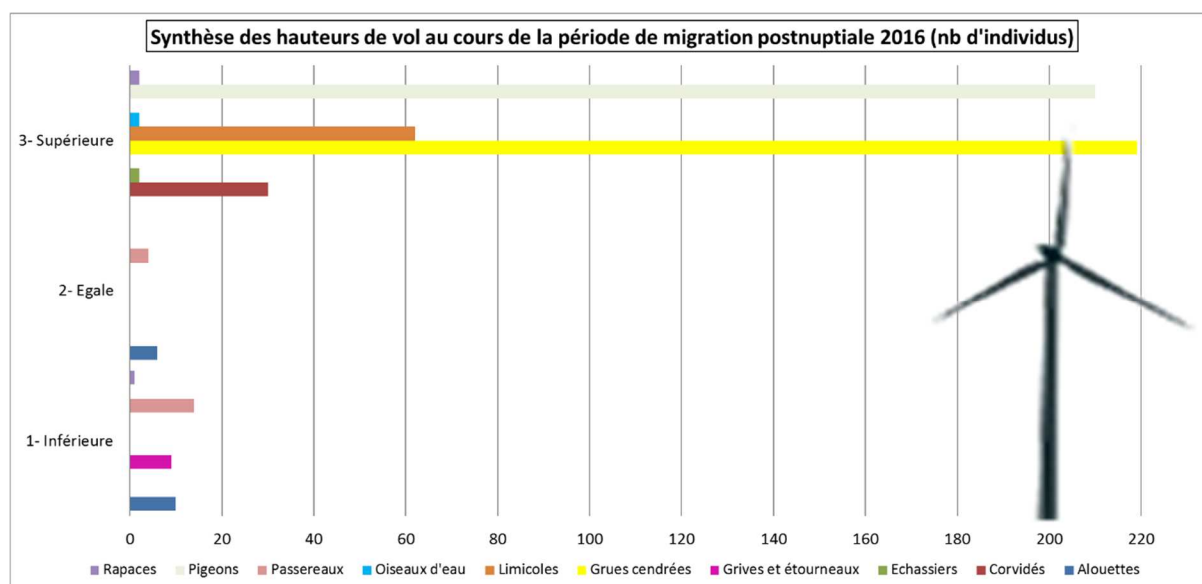


Figure 4. Synthèse des hauteurs de vol au cours de la période de migration postnuptiale 2016

Les faibles effectifs observés invitent à la prudence mais on remarque que les oiseaux passant au-dessus des pales sont plus nombreux que ceux passant au niveau ou sous les pales.

Globalement, peu d'oiseaux passent au niveau des pales ; le risque de collision semble donc faible au regard de ces résultats. On retrouve néanmoins une espèce très sensible au risque de collision passant au-dessous des pales des éoliennes. Il s'agit du Milan royal. Les effectifs observés pour cette espèce restent néanmoins très faibles.

- ☞ Peu de comportements à risque sont observés au sein du parc éolien des Mistandines au niveau des espèces patrimoniales. Certaines espèces sont plus exposées, comme le **Faucon pèlerin** lors de ses activités de chasse, la **Grue cendrée** lors de déplacement en conditions météorologiques offrant peu de visibilité et le **Milan royal** lors du passage à proximité des pales en migration active.
- ☞ Les flux migratoires observés au sein du parc éolien des Mistandines et de ses abords sont relativement faibles. Les secteurs de vallées et notamment celui de la vallée de l'Arnon semblent concentrer une partie des flux migratoires, notamment chez les passereaux.
- ☞ Les faibles effectifs observés invitent à la prudence mais on remarque, qu'au niveau du parc éolien des Mistandines, les oiseaux passant au-dessus des pales sont plus nombreux que ceux passant sous ou au niveau des pales.

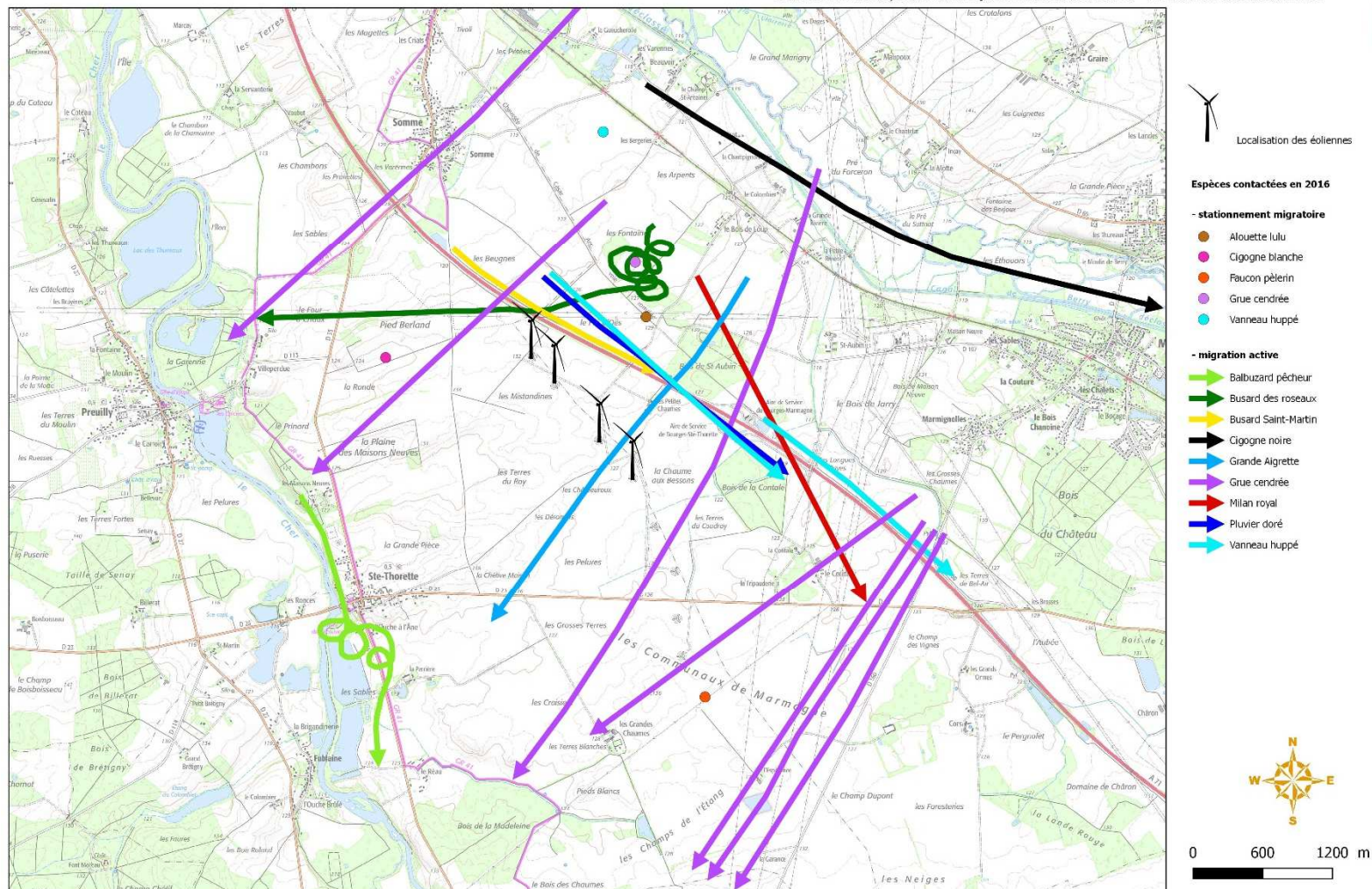
- ☞ Lors de la migration postnuptiale, très peu d'oiseaux contactés réagissent face aux éoliennes, principalement en prenant de l'altitude pour traverser ensuite le parc éolien. C'est notamment le cas pour un individu de Busard des roseaux et un individu de Grand Cormoran qui ont pris de la hauteur pour franchir le parc éolien.

- ☞ La migration s'effectue principalement de manière diffuse sur la zone d'étude. Un plus grand nombre de passages étalés tout au loin de la période de migratoire postnuptiale permettraient de mieux caractériser les axes de migrations.

Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration postnuptiale



Suivi de mortalité, suivi du comportement de l'avifaune - Parc éolien des Mistandines



© Wind Prospect - Tous droits réservés - Sources : ©IGN Scan25 ; ©Biotope (2016)
Cartographie : Biotope, 2017

Carte n° 13. Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration postnuptiale

III.2 Hivernage

Cf. Carte 14 : Localisation de l'avifaune remarquable en période d'hivernage

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

III.2.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en hivernage

Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période d'hivernage (hiver 2016-2017), **3 328 oiseaux appartenant à 29 espèces différentes, dont 15 protégées et 14 régulables, ont été observés.**

Les espèces les mieux représentées sont le **Vanneau huppé** avec 1 187 individus, le **Pluvier doré** avec 543 individus, le **Pigeon ramier** avec 474 individus, l'**Étourneau sansonnet** avec 461 individus, l'**Alouette des champs** avec 379 individus, puis le **Corbeau freux** avec 104 individus.

Il est important de préciser que le suivi de la période hivernale est particulièrement difficile à réaliser à vue. La présence de culture d'hiver ne permet pas de contacter l'ensemble des individus présents au sein de la zone d'étude.

Le territoire d'étude est fréquenté par des groupes de passereaux en halte migratoire.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Parmi les **29 espèces contactées au cours de la période hivernale, 3 espèces sont considérées comme patrimoniales** en région Centre-Val de Loire. Le reste des espèces ne présentent pas d'intérêt particulier au niveau local.

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

Tableau 6. Liste des espèces hivernantes remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2016/2017)

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2011)	Statut en Centre-Val de Loire	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs	Commentaires
Grue cendrée <i>Grus grus</i>	Protégé	Oui	LC	NT	Occasionnelle en hivernage	2	1	En transit vers le sud-est (-1,6 km au sud du parc éolien)
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	Chassable	Non	VU	LC	Très commun en hivernage		1187	6 groupes posés aux abords du parc (-1,4 km à l'est du parc éolien pour le groupe le plus proche) 36 individus en vol vers le nord/nord-est (vol au-dessus des pales des éoliennes) (-400 m au nord du parc éolien)
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	Chassable	Oui	LC	LC	Très commun en hivernage		543	Utilise la zone d'étude pour la chasse. 3 groupes posés aux abords du parc (-1,4 km à l'est du parc éolien pour le groupe le plus proche) 21 individus en vol vers le nord/nord-est (vol au niveau des pales des éoliennes) (-1 km à l'ouest du parc éolien)

Légende :

Listes rouges : LC = Préoccupation mineure ; NT = Quasi menacée ; VU = Vulnérable

Statut de rareté : TC = Très commun ; O = Occasionnel

1 : Niveau de sensibilité 4 = espèce très sensible, 3 = espèce fortement sensible, 2 = espèce moyennement sensible, 1 = espèce peu sensible

☞ Parmi les espèces patrimoniales contactées, une est classée « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (*Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015*) : **la Grue cendrée.**

☞ Deux 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 : **la Grue cendrée et le Pluvier doré.**

☞ Le **Vanneau huppé** est considéré comme « vulnérable » sur la liste rouge européenne des oiseaux nicheurs (**la France a donc une responsabilité de préservation pour cette espèce en période de migration/hivernage**)

III.2.2 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

Aucun chapitre dédié à l'hivernage des oiseaux n'est présent dans l'étude d'impact. Aucune comparaison des résultats obtenus n'est donc possible.

En 2016/2017, peu d'espèces fréquentent les abords du parc éolien des Mistandines en hiver. Toutefois, trois espèces patrimoniales sont à noter : la Grue cendrée observée en vol à environ 1,6 km au sud du parc éolien, le Pluvier doré et le Vanneau huppé effectuant des stationnements à moins de 1,4 km du mât d'une éolienne.

III.2.3 Synthèse de l'expertise des oiseaux hivernants

Les inventaires réalisés par Biotope en 2016-2017 ont permis de recenser **29 espèces en hivernage, dont 3 sont patrimoniales.**

Pour les espèces remarquables, la présence des éoliennes à proximité n'a pas l'air d'être un élément dérangerant pour leur hivernage.

La comparaison du nombre d'espèces et des effectifs n'est pas possible sur un pas de temps réduit. En effet, il y a de nombreux facteurs à prendre compte (météo, date, nombre de passages d'observation).

Les effectifs observés restent moyens, de l'unité à plusieurs dizaines d'unités, et jusqu'à plusieurs centaines pour le Vanneau huppé, le Pluvier doré, le Pigeon ramier, l'Étourneau sansonnet et l'Alouette des champs.

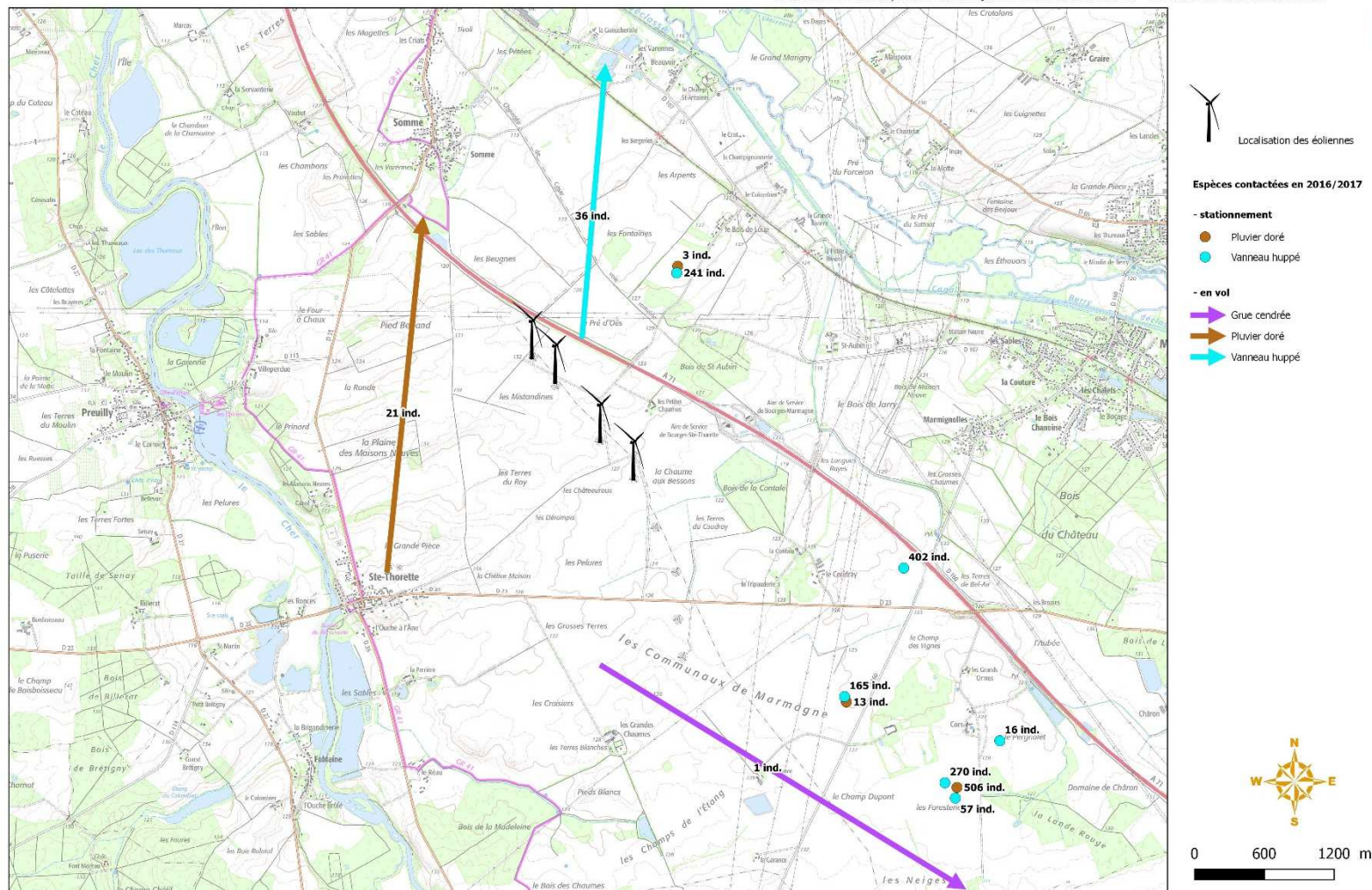
La majorité des espèces ont été inventoriées en recherche de nourriture. Le site est notamment fréquenté par des groupes de passereaux (Linotte mélodieuse, Alouette des champs...) pouvant dépasser plusieurs dizaines d'individus, du gibier (Pigeon ramier, Vanneau huppé, Pluvier doré) ou des rapaces (Buse variable, Faucon crécerelle).

- ☞ Lors des 2 passages réalisés en 2016-2017, aucun oiseau n'a été observé volant à proximité des pâles des éoliennes. Les oiseaux en recherche de nourriture ne font que majoritairement des vols de déplacement à basse altitude de l'ordre d'une dizaine de mètres.
- ☞ Le parc éolien des Mistandines, uniquement composé de cultures, n'offre que peu de conditions favorables pour l'accueil des oiseaux.
- ☞ Les espèces contactées aux abords du parc ne semblent pas être impactées par la présence du parc. Elles côtoient toujours le secteur du parc éolien et ses abords (Vanneau huppé, Pluvier doré...).

Localisation de l'avifaune remarquable en période d'hivernage



Suivi de mortalité, suivi du comportement de l'avifaune - Parc éolien des Mistandines



© Wind Prospect - Tous droits réservés - Sources : ©IGN Scan25 ; ©Biotope (2016/2017)
Cartographie : Biotope, 2017

Carte n° 14. Localisation de l'avifaune remarquable en période d'hivernage

III.3 Migration Prénuptiale

Cf. Carte 15 : Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration prénuptiale

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

III.3.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en migration prénuptiale

Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période de migrations prénuptiales (hiver et printemps 2017), environ 1102 oiseaux appartenant à 16 espèces différentes ont été observées. Parmi celles-ci, 12 sont protégées en France et 4 régulables. **75 % des espèces observées sur l'aire d'étude sont donc protégées.** Cette protection concerne, d'une part, les individus, et d'autre part, leurs habitats, afin de ne pas remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques de l'espèce.

Les espèces les mieux représentées sont la **Grue** cendrée avec 555 individus, le **Vanneau huppé** avec 225 individus, l'**Alouette des champs** avec 173 individus, le **Pluvier doré** avec 68 individus et la **Linotte mélodieuse** avec 34 individus.

Il est important de préciser que le suivi de la période prénuptiale fut difficile à réaliser en raison de la présence d'un vent fort lors des deux derniers passages d'observations, ce qui peut affaiblir les flux migratoires. Également lors de ces deux derniers passages, une pluie soutenue toute la journée diminua la facilité d'observation.

La présence de culture d'hiver ne permet pas de contacter l'ensemble des individus présents au sein de la zone d'étude.

Le territoire d'étude est très peu fréquenté par des groupes de passereaux en halte migratoire prénuptiale.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Parmi les 44 espèces contactées au cours de la période de migration prénuptiale, **6 espèces sont considérées comme patrimoniale en région Centre-Val de Loire.** Le reste des espèces ne présentent pas d'intérêt particulier au niveau local.

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

Tableau 7. Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2017)

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2011)	Statut en Centre-Val de Loire	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs	Observations de l'espèce sur l'aire d'étude
Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	MC	2	1	Mâle en chasse à la sortie du village de Ste-Thorette
Faucon émerillon <i>Falco columbarius</i>	Protégé	Oui	LC	NA	MR	2	1	Posé dans les cultures à l'ouest du parc éolien
Grue cendrée <i>Grus grus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	MC	2	169+386	En migration active au nord et au sud du parc éolien
Milan royal <i>Milvus milvus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	MPC	4	5	En migration active
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	Chassable	Oui	LC		MC	1	68	En migration active
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	Chassable	Non	VU	NA	MC		225	En migration active

Légende :

Listes rouges : NA = Non applicable ; LC = Préoccupation mineure ; NT = Quasi menacée ; VU = Vulnérable

Statut de rareté : MC = Migrateur commun ; MPC = Migrateur peu commun ; MR = Migrateur rare

¹ Niveau de sensibilité : 4 = espèce très sensible, 3 = espèce fortement sensible, 2 = espèce moyennement sensible, 1 = espèce peu sensible

- ☞ Parmi les espèces patrimoniales contactées, 4 espèces sont classées «rouge » ou jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015) : **le Milan royal, le Busard Saint-Martin, le Faucon émerillon et la Grue cendrée.**
- ☞ Cinq 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 Saint-Martin, le Faucon émerillon, la Grue cendrée, le Milan royal et le Pluvier doré.**
- ☞ Le **Vanneau huppé** est considéré comme « vulnérable » sur la liste rouge européenne des oiseaux nicheurs (**la France a donc une responsabilité de préservation pour cette espèce en période de migration/hivernage**) et le **Faucon émerillon** est considéré comme rare pour la région à cette période de l'année.

III.3.1 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

Aucun chapitre dédié à la migration pré-nuptiale des oiseaux n'est présent dans l'étude d'impact de 2005. Une liste complète d'espèces est notifiée sans toutefois différencier les espèces observées en

migration postnuptiale ou prénuptiale. Aucune comparaison n'est donc possible avec les résultats de la présente étude.

En 2017, peu d'espèces fréquentent les abords du parc éolien de Mistandines en migration prénuptiale. Toutefois, six espèces patrimoniales sont à noter : le Busard Saint-Martin, le Faucon émerillon, la Grue cendrée, le Milan royal, le Pluvier doré et le Vanneau huppé.

On notera qu'en 2016, lors des suivis réalisés lors de la migration postnuptiale, très peu de Grues cendrées ont été comptabilisées au niveau du parc éolien. Étant localisé dans le couloir principal de migration de cette espèce, il va sans dire que ces faibles effectifs observés ne reflètent pas la réalité. Le nombre de passage sur site ne nous a pas permis d'observer le comportement de cette espèce au niveau du parc (absence de migration de cette espèce lors du troisième passage). On signalera toutefois que sur le secteur, les observations de Grue cendrée s'observent sur un axe nord-est/sud-ouest et à des altitudes assez élevées (information issue des suivis réalisés en 2016 sur les autres parc éoliens à proximité). En migration prénuptiale, cette espèce semble fréquenter localement un large couloir.

III.3.2 Synthèse de l'expertise des oiseaux migrants

Les inventaires réalisés par Biotope en 2017 ont permis de recenser **16 espèces en migration prénuptiale, dont 6 sont patrimoniales.**

Pour les espèces remarquables, la présence des éoliennes à proximité n'a pas l'air d'être un élément dérangent pour leur migration.

La comparaison du nombre d'espèces et des effectifs n'est pas possible sur un pas de temps réduit. En effet, il y a de nombreux facteurs à prendre compte (météo, date, nombre de passage d'observation).

Les effectifs observés sont satisfaisants, de l'unité à plusieurs centaines d'individus (Grue cendrée, Vanneau huppé).

La majorité des espèces ont été inventoriées en migration active, en déplacement local ou en halte migratoire.

Analyse des réactions des oiseaux en migration active lors de la migration prénuptiale

Lors de la migration prénuptiale, les oiseaux observés ne semblent pas réagir face aux éoliennes. Ceci peut s'expliquer par :

- les faibles effectifs observés : les comportements observés ne sont pas généralisables aux groupes ;
- la présence possible d'oiseaux locaux ayant parfaitement intégré la présence des éoliennes dans leurs trajets réguliers.

Le Milan royal et le Vanneau huppé sont les deux seules espèces patrimoniales observées évoluant proche des éoliennes mais n'ont pas montré de réaction particulière vis-à-vis de celles-ci. Le Busard Saint-Martin a été observé loin du parc et le Faucon émerillon a été observé au sol. Il n'est donc pas possible de déterminer une quelconque réaction par rapport au parc pour ces espèces.

Un suivi plus important en année permettrait d'avoir une meilleure vision des comportements des

oiseaux face aux éoliennes de ce parc.

Analyse des hauteurs de vol lors de la migration postnuptiale

Globalement, quelques oiseaux passent au niveau des pales. On retrouve une espèce moyennement sensible au risque de collision passant soit au niveau inférieur des pales des éoliennes (environ 30m), soit au-dessus (hauteur égale aux pales ou environ 250m de haut). Il s'agit de la Grue cendrée. Les effectifs observés pour cette espèce restent néanmoins faibles (555 individus).

Une espèce très sensible fut observé en migration active au cœur du parc éolien et aux abords de ce dernier : le Milan royal. Il fut observé à des hauteurs égales au rotor des éoliennes et également à des hauteurs plus importantes (environ 200m).

Une espèce passant à une hauteur supérieure aux pales également été contactée : le Vanneau huppé, sans toutefois réagir à la présence du parc éolien.

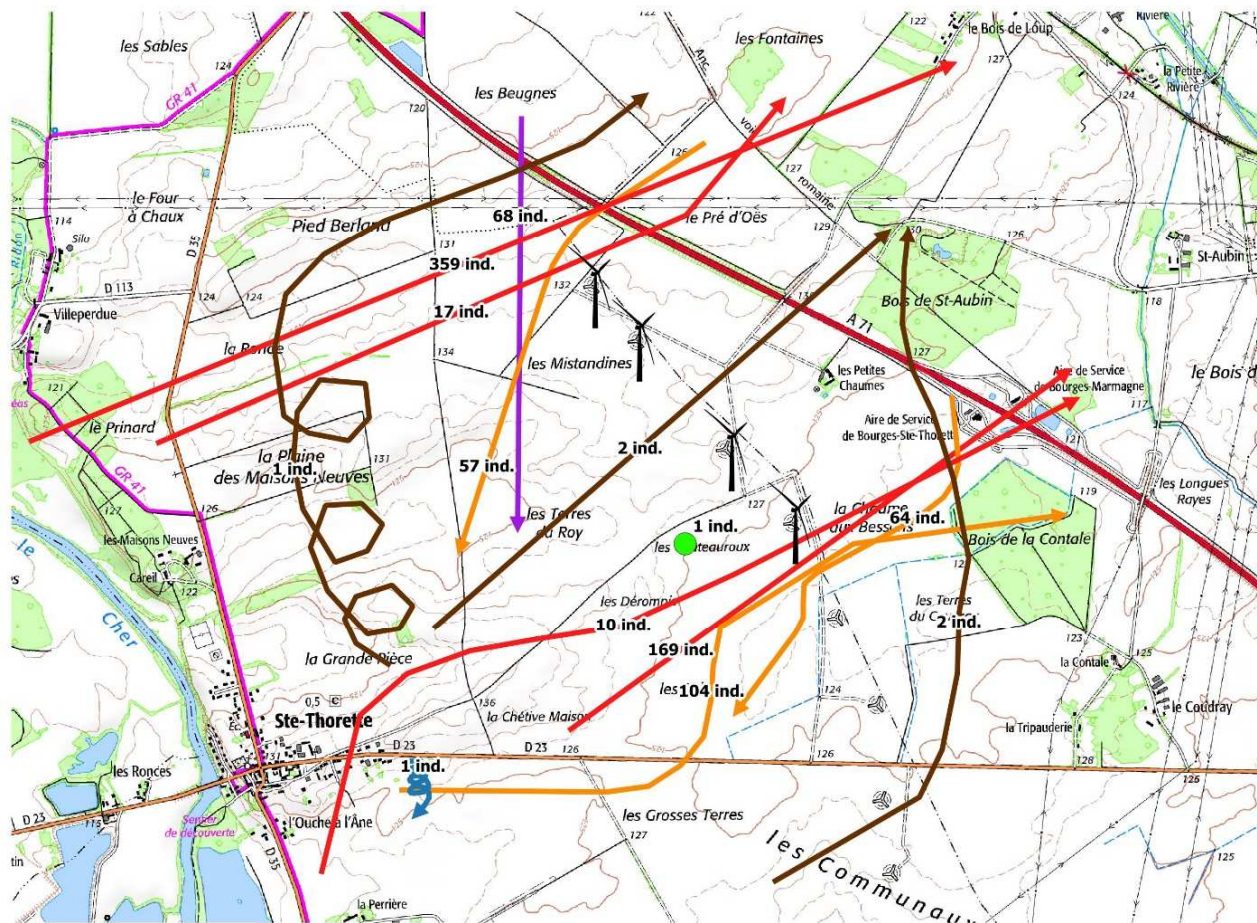
L'ensemble des autres espèces ne se déplacent qu'à une hauteur de quelques dizaines de mètres environ (environ 30-100m), c'est notamment le cas de l'Alouette des champs et du Pluvier doré.

- ☞ Peu de comportements à risque sont observés au sein du parc éolien des Mistandines au niveau des espèces patrimoniales. Certaines espèces sont plus exposées comme le **Faucon émerillon** lors de ses activités de chasse, la **Grue cendrée** lors de déplacement en conditions météorologiques offrant peu de visibilité, et le **Milan royal** en migration active lors du passage à proximité des pales.
- ☞ Les flux migratoires observés au sein du parc éolien des Mistandines et de ses abords sont relativement faibles. Le parc éolien, uniquement composé de cultures, n'offre que peu de conditions favorables pour l'accueil des oiseaux. A noter cependant la présence d'un **Faucon émerillon** en halte migratoire, espèce rare pour la région.
- ☞ Les faibles effectifs observés invitent à la prudence mais on remarque, qu'au niveau du parc éolien des Mistandines, les oiseaux passant sous le niveau des pales et au-dessus des pales sont plus nombreux que ceux passant au niveau des pales.
- ☞ Lors de la migration pré-nuptiale, les oiseaux n'ont pas montré de réaction particulière face aux éoliennes. Aucune des espèces contactées aux abords du parc semblent être impactées par sa. Elles côtoient toujours le secteur du parc éolien et ses abords que ce soit en migration active, en halte migratoire ou en déplacement local.
- ☞ La migration s'effectue principalement de manière diffuse sur la zone d'étude. Un plus grand nombre de passages étalés tout au loin de la période de migratoire pré-nuptiale permettraient de mieux caractériser les axes de migrations.

Stationnements et transits des espèces patrimoniales et sensibles en période de migration prénuptiale



Suivi écologique de l'avifaune et des chiroptères. Parc éolien de Mistandines (18)



Légende

Parc éolien de Mistandines

Transits

- Busard Saint-Martin
- Grue cendrée
- Milan royal
- Pluvier doré
- Vanneau huppé

Stationnements

- Faucon émerillon



© WINDPROSPECT - Tous droits réservés
Sources : IGN Scan25, © BIOTOPE 2017
Cartographie : Biotope, 2017

Carte n° 15. Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration prénuptiale

III.4 Reproduction

Cf. Carte 16 : Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc des Mistandines

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.4.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en période de nidification

Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période de nidification (avril à juin 2016), 43 espèces ont été observées dont 32 espèces protégées en France et 11 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'Étourneau sansonnet, suivi de l'Alouette des champs, la Bergeronnette printanière et le Pinson des arbres.

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

★ Les rapaces

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

Le Faucon crécerelle est sédentaire, sur le site, un seul couple a été détecté au cœur de la zone d'étude à 2 reprises.

Le Busard Saint-Martin a été contacté à 2 reprises : une femelle puis un mâle. Ce dernier fut retrouvé avec une femelle en fin de prospection, on peut donc conclure la présence d'un couple sur le site.

La Buse variable fut observée à deux reprises.

Un Milan royal a été observé en vol ascensionnel direction Nord-est

★ Les corvidés

3 espèces appartenant au groupe des corvidés ont été contactées : la Corneille noire, le Corbeau freux et la Pie bavarde. Ces 3 espèces occupent l'ensemble de la zone. L'espèce la plus représentée est la Corneille noire.

★ Les colombidés

Dans ce groupe, 2 espèces furent observées : le Pigeon ramier et la Tourterelle des bois. Le Pigeon ramier est l'espèce la plus représentée.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Dans le cadre des expertises effectuées en 2016, 10 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

Tableau 8. Liste des espèces patrimoniales observées en période de reproduction sur, ou à proximité immédiate, du parc éolien des Mistandines (BIOTOPE, 2016)

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection en France	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge France (nicheur)	Liste rouge Centre (nicheur)	Effectifs ¹	Espèce sensible aux collisions ²
Espèces nicheuses						
Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	X	LC	NT	4	2
Faucon crécerelle <i>Falco tinnunculus</i>	Protégé		NT	LC	2	3
Linotte mélodieuse <i>Carduelis cannabina</i>	Protégé		VU	LC	3	
Pouillot de Bonelli <i>Phylloscopus bonelli</i>	Protégé		LC	LC	1	
Pouillot fitis <i>Phylloscopus trochilus</i>	Protégé		NT	NT	2	
Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i>	Chassable		VU	LC	1	1
Espèces non nicheuses						
Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>	Protégé	X	VU	LC	1	1
Grande aigrette <i>Casmerodius albus</i>	Protégé	X	LC	CR	1	
Milan royal <i>Milvus milvus</i>	Protégé	X	VU	CR	1	4

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, 3 espèces sont classées « rouge », « orange » ou « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015).
- ☞ Quatre 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 : l'Alouette lulu, le Busard Saint-Martin, la Grande aigrette et le Milan royal.
- ☞ Deux espèces nicheuses remarquable présentant des comportements de vol sensible aux risques de collision avec les éoliennes ont été observées lors des inventaires : le Busard Saint-Martin et le Faucon crécerelle.
- ☞ 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 royal.

III.4.2 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

Les résultats de l'état initial de l'étude d'impact (Nordex, 2005) 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 2005 et donc il est délicat de comparer ces résultats à ceux de 2016.

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

Douze espèces patrimoniales, observées en 2005, n'ont pas été revues en 2016. C'est notamment le cas de la Bondrée apivore et du Faucon Hobereau. Ces 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. Le Busard cendré et le Busard des roseaux n'ont pas été revus en 2016. Ces espèces avaient été observées en chasse sur le site en 2005.

Le Milan noir est une espèce ayant été vue en déplacement en 2005. Il est donc probable qu'il soit toujours présent mais non détecté en 2016.

Le Courlis cendré, le Vanneau huppé et le Pigeon colombin sont des nicheurs rares ou en diminution en région Centre. Nicheurs sur les aires d'étude en 2005, ils n'ont pas été revus en 2016.

Le Busard Saint Martin (un couple a été observé en chasse au cœur de la zone d'étude) et la Tourterelle des Bois sont des espèces remarquables encore présentes au sein de la zone d'étude en 2016.

Les autres espèces nicheuses considérées comme menacées à l'époque des inventaires sont encore présentes aujourd'hui.

Tableau 9. Comparaison des espèces remarquables observées en 2005 et 2016 sur et aux abords du parc éolien des Mistandines

<i>Espèce</i>	<i>Espèces observées en période de nidification en 2005</i>	<i>Espèces observées en période de nidification en 2016</i>
Alouette lulu		X
Bondrée apivore	X	
Busard cendré	X	
Busard des roseaux	X	
Busard St Martin	X	X
Chardonneret élégant	X	
Courlis cendré	X	
Faucon crécerelle	X	X
Faucon hobereau	X	
Grande aigrette		X
Hirondelle rustique		X
Linotte mélodieuse	X	X
Milan noir	X	
Milan royal		X
Mouette rieuse	X	
Pie-grièche écorcheur	X	
Pigeon colombin	X	
Pouillot de Bonelli		X
Pouillot fitis		X
Tourterelle des bois	X	X
Traquet motteux	X	
Vanneau huppé	X	
Total	16	11

	Espèce observée en 2005 et non revue en 2016
	Espèce observée uniquement en 2016

III.4.3 Synthèse et analyse de l'expertise des oiseaux en période de reproduction

Les inventaires réalisés par Biotope en 2016 ont permis de recenser 43 espèces en reproduction, dont 10 sont patrimoniales en région Centre et/ou en France. Aucun comportement spécifiquement défavorable aux oiseaux nicheurs n'a été constaté durant la période de reproduction au sein du parc éolien.

Les oiseaux observés n'ont pas montré de réaction particulière par rapport au parc éolien. La plupart des oiseaux passent bien en dessous des pales des éoliennes. Cependant, au vu des hauteurs de vol de ces espèces, un risque de collision existe pour le Milan royal, la Linotte mélodieuse, le Faucon crécerelle et le Busards Saint-Martin.

- ☞ Depuis l'implantation du parc éolien des Mistandines, plusieurs espèces patrimoniales présentes au sein des aires d'étude n'ont pas été recontactées en 2016.
- ☞ Aucun comportement spécifiquement défavorable aux oiseaux nicheurs n'a été constaté durant la période de reproduction au sein du parc éolien.
- ☞ Des comportements à risque (vol à hauteur de pôle ou à proximité immédiate des éoliennes) sont cependant notés chez plusieurs espèces patrimoniales comme le Busard Saint-Martin, le Faucon crécerelle, le Milan royal et la Linotte mélodieuse.

Contactes d'oiseaux remarquables en période de nidification

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



Légende

- Eoliennes
- Points IPA

Espèces nicheuses

- Busard Saint-Martin
- Faucon crécerelle
- Linotte mélodieuse
- Pouillot de Bonelli
- Pouillot fitis
- Tourterelle des bois

Espèces non nicheuses

- Alouette lulu
- Grande aigrette
- Milan royal



0 250 500 m



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

Carte n° 16. Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc des Mistandines

IV. Résultats du suivi de mortalité

IV.1 Résultats bruts

IV.1.1 Données générales concernant les dépouilles découvertes

Au total, 5 dépouilles ont été observées au sein du parc des Mistandines, dont 5 chauves-souris, entre juillet et octobre 2016. Trois espèces sont représentées pour les chiroptères : la Pipistrelle commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. Aucun oiseau n'a été trouvé.

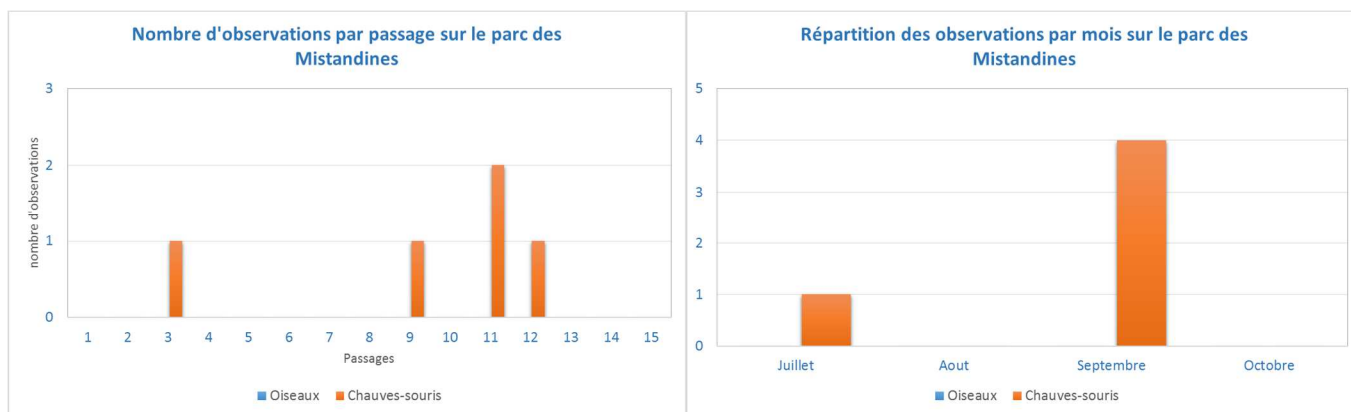


Figure 5. Nombre d'observations par passage et répartition par mois des dépouilles trouvées durant le suivi mortalité

Cause de la mort

Pour toutes les dépouilles, la cause de la mort est liée à du barotraumatisme.



I Illustration de dépouilles mortes par barotraumatisme

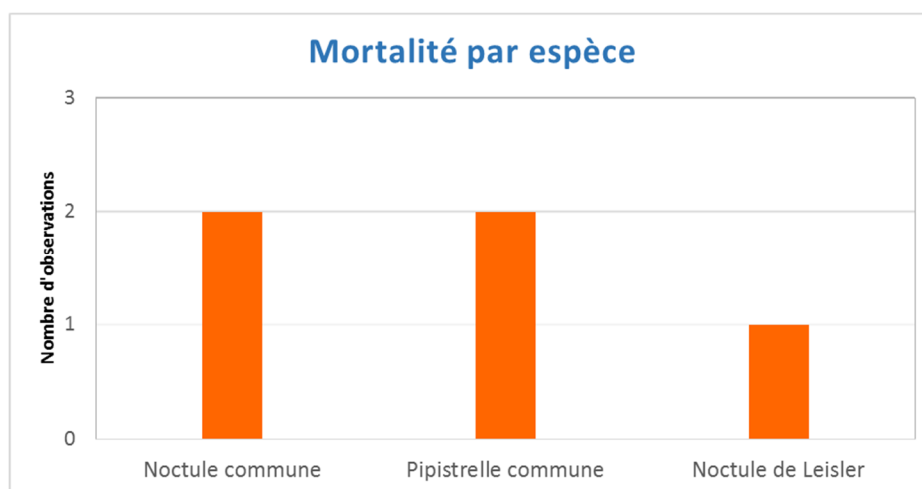


Figure 6. Mortalité par espèce

IV.1.2 Les chauves-souris

Analyse

Tois espèces ont été retrouvées sur le parc des Mistandines : la Pipistrelle commune (2 individus), la Noctule commune (2 individus) et la Noctule de Leisler (1 individu).

La Pipistrelle commune est une espèce plutôt sédentaire, s'éloignant peu de son domaine vital. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales. Une colonie de Pipistrelle commune avait été détectée lors de l'étude d'impact initiale, en 2005, à moins de 3km de la zone d'étude.

La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont des espèces migratrices, même si une partie des populations européennes restent sédentaires (cf. chapitre dédié). 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). Pour la Noctule commune, on peut penser qu'il s'agit d'individus locaux : le premier individu a été trouvé fin juillet, ce qui est un peu tôt pour la migration, et le deuxième individu est un mâle. Pour la Noctule de Leisler, il est probable que l'individu femelle touché par le parc des Mistandines soit un individu en migration, au vu de la date de détection. 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. Cependant, aucune colonie n'est connue dans le Cher à ce jour (Laurent Arthur, communication personnelle).

À titre de comparaison, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürr au 1^{er} juin 2015 sur les dépouilles de chauves-souris relate :

- que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne (plus de 20% des individus impactés) et à l'échelle française (plus de 29%)
- 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.

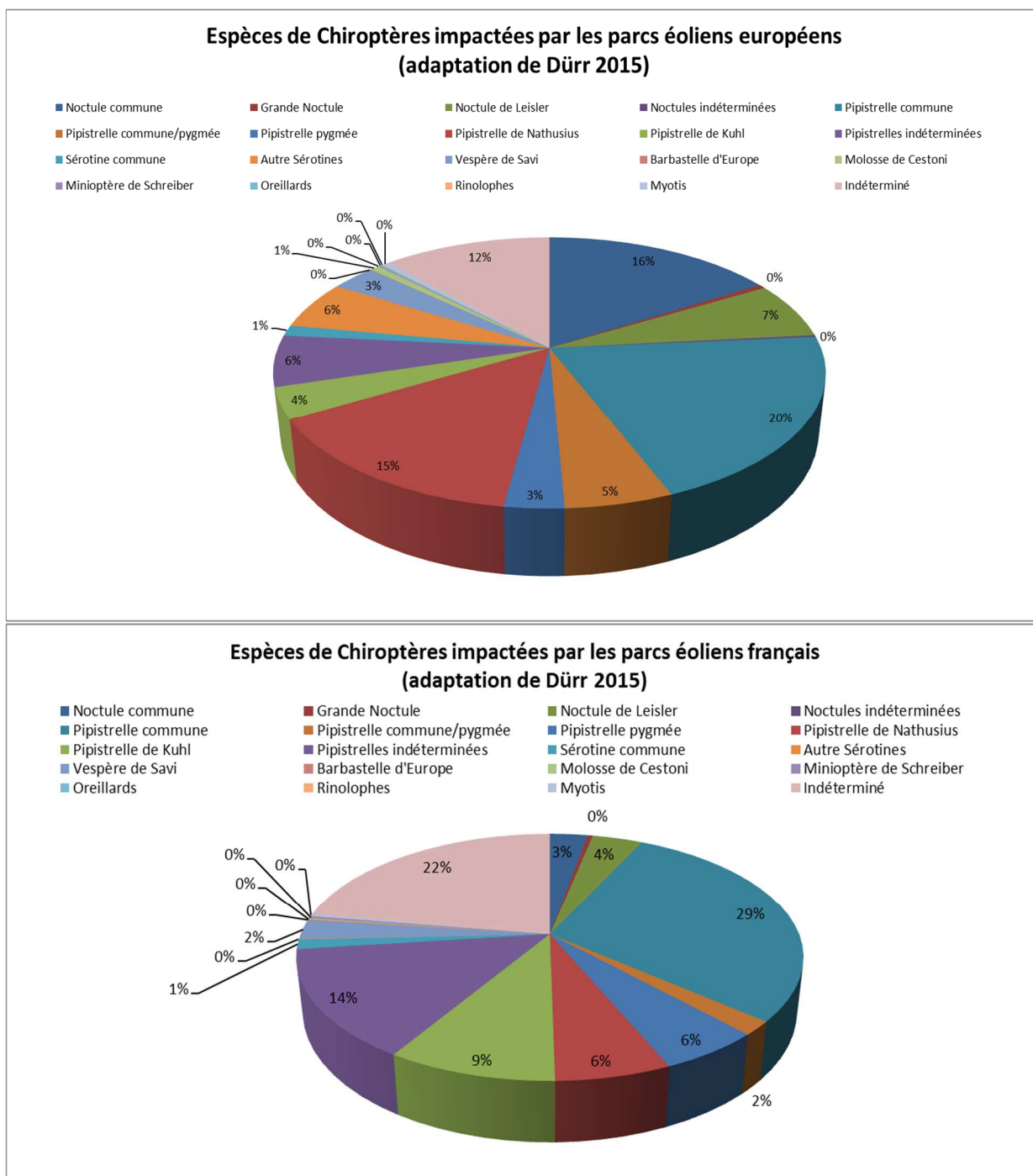


Figure 7. Synthèses européenne et française des cas de mortalité liés aux parcs éoliens pour les Chauves-souris. © Adapté de Dürr (2015).

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 1 000 km : la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius.

Ces espèces se reproduisent en Europe du nord et de l'est. Les petits naissent entre juin et fin juillet et s'émanent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes. 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. 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 (Arthur et Lemaire 2009). 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.

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 (Kerbirou *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).

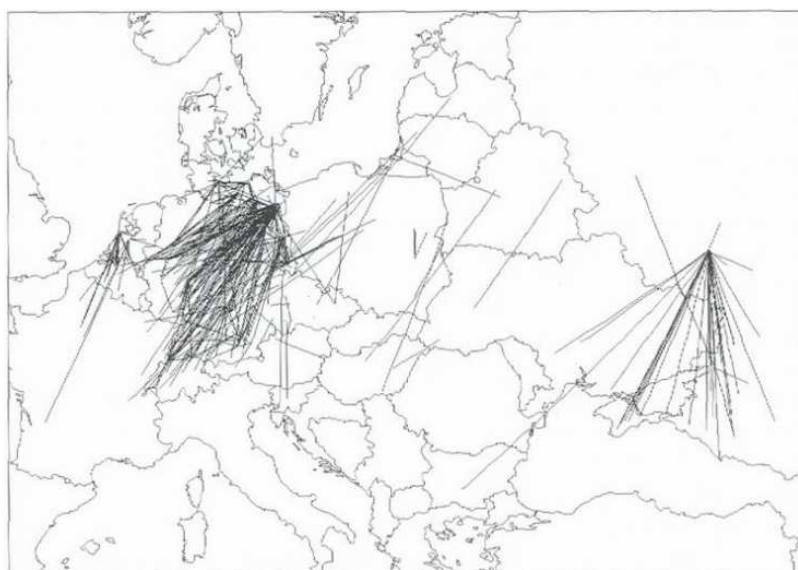


Figure 8. Recaptures de bagues pour les populations de Noctule commune. Carte extraite de Hutterer et al. 2005

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).

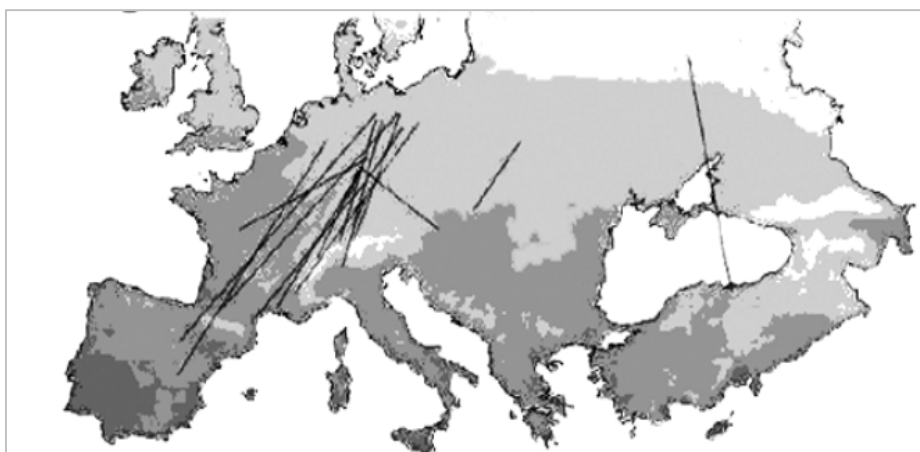


Figure 9. Routes migratoires de la noctule de Leisler, obtenues par 50ans de baguage et recapture. D'après Hutterer *et al.* 2005.

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

Cf. texte intégral en Annexe 10. 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. 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 découvertes 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. »

À 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 qualifiées 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 des Mistandines, 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 Noctule de Leisler et la Noctule commune sont des espèces considérées comme quasi menacées à l'échelle régionale et à l'échelle nationale selon les critères de l'UICN.

Tableau 10. Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc des Mistandines						
Espèces		Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge		
				Européenne (2012)	France (2009)	Centre (2012)
<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
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Protégé (Article 2)	Annexe IV	LC	LC	LC

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 des Mistandines 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 Noctule commune et la Noctule de Leisler sont des espèces sensibles, inscrites sur les Listes rouges nationale et régionale.

IV.1.3 Suivi par éolienne

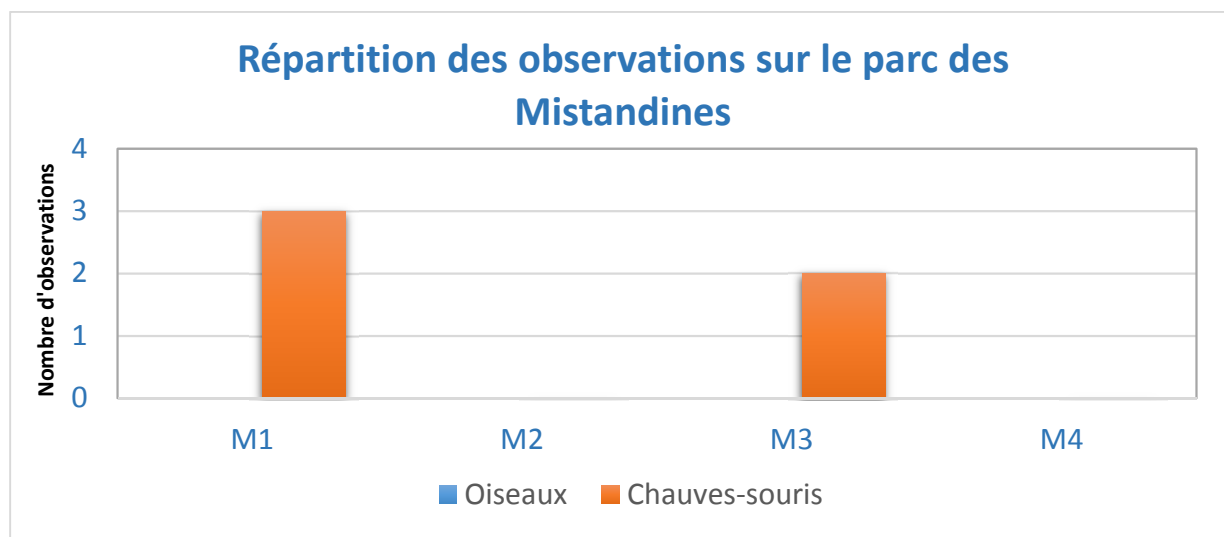


Figure 10. Nombre d'observations par éolienne entre juillet et octobre 2016.

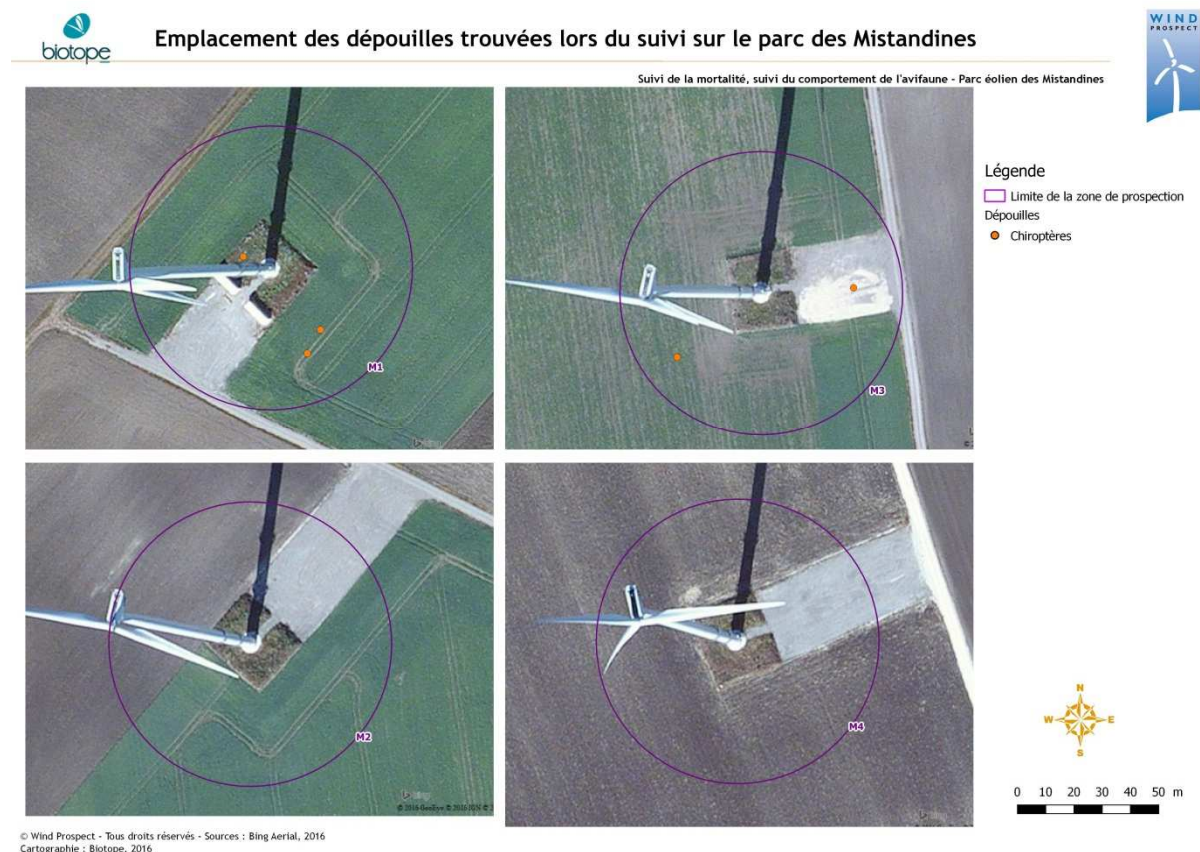
L'analyse par éolienne permet de démontrer que les dépouilles ont été retrouvées sous 50% des éoliennes. Les éoliennes M1 concentre le plus de mortalité. Aucune dépouille n'a été trouvée sous M2 et M4. À noter que seul l'éolienne M1 a pu être prospectée entièrement durant toute la durée du suivi. Les autres éoliennes n'ont pu être prospectées intégralement qu'à partir du quatrième passage en raison des cultures non encore récoltées.

Éoliennes	M1	M2	M3	M4
Chauves-souris	60%	0%	40%	0%

☞ Les éoliennes M1 et M3 concentrent le plus de mortalité. Aucune dépouille n'a été trouvée sous M2 et M4. Les éoliennes M2 à M4 n'ont été prospectées intégralement qu'à partir du quatrième passage. Il n'est pas possible, au bout d'une seule année de suivi, de définir si la mortalité observée au niveau de M1 et M3 est liée aux variations annuelles ou bien à des conditions locales entraînant un risque de collision plus important.

IV.1.4 Répartition spatiale des informations

L'échantillon est trop réduit pour obtenir une analyse vraiment pertinente de la répartition des dépouilles au pied de l'éolienne. Les dépouilles ont été trouvées à une distance comprise entre 5m et 43m du mat de l'éolienne. 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 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.



Carte n° 17. Emplacement des dépouilles trouvées lors du suivi mortalité, par éolienne, sur le parc des Mistandines.

IV.1.5 Analyse par milieu

Les éoliennes du parc des Mistandines sont implantées au sein de parcelles agricoles qui étaient pour

la plupart déchaumées entre juillet et octobre. Environ un cinquième de la surface prospectée au pied de chaque éolienne est artificialisée et correspond à l'aire de levage.

☞ La détection des dépouilles 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 que les éoliennes M2 à M4 n'ont pas pu être prospectées entièrement durant les quatre premiers passages. L'irrégularité du sol et la présence de chaumes de céréales résiduelles a fait diminuer l'efficacité de l'observateur.

IV.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 au regard des autres tests développés.

IV.2.1 Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs

Test de prédation et temps moyen de persistance des dépouilles

Pour l'application de ces différentes formules, il est nécessaire d'établir un taux de persistance des dépouilles. 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 dépouilles est de 1,56 jour. Ce faible temps de persistance montre que l'activité des charognards est élevée sur la totalité du parc.

Le tableau suivant présente 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 des Mistandines, 72% des leurres ont été retrouvés par l'observateur.

IV.2.2 Estimation de la mortalité

Tableau 12. Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité du parc des Mistandines

	Efficacité de l'observateur	Test de prédation à J+3	Temps moyen de persistance	Coefficient de surface	Nombre d'observations	Winkelmann	Erickson	Jones	Huso
M1	0,72	0,41	1,56	1,04	3	10,66	17,14	23,30	19,83
M2	0,72	0,41	1,56	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
M3	0,72	0,41	1,56	1,21	2	8,27	13,30	18,07	15,38
M4	0,72	0,41	1,56	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Parc des Mistandines	0,72	0,41	1,56	1,15	5	19,65	31,59	42,94	36,54

Sur la période du 13 juillet 2016 au 22 octobre 2016, la mortalité estimée est comprise entre :

- **31,59 dépoilles** selon Erickson (estimation la plus basse), soit 7,90 dépoilles par éolienne sur la période considérée,
- **42,94 dépoilles** selon Jones (estimation la plus haute), soit 10,74 dépoilles par éolienne sur la période considérée.

- ☞ Nous considérons que les valeurs se rapprochant le plus de la réalité sont celles de Erickson, Jones et Huso au regard de la méthode de calcul utilisée dont les raisons ont été évoquées précédemment.
- ☞ 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. Cela implique une possible surestimation du nombre de dépoilles.
- ☞ Un autre facteur corrigeant l'estimation de la mortalité est le nombre d'intervalle entre chaque passage, qui est en moyenne de 6,14 jours \pm 3,1 S sur les 15 passages.

Conclusion

- **Suivi du comportement de l'avifaune sur un cycle complet**

En phase de migration postnuptiale, 31 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 12 patrimoniales. Peu de comportements à risque sont observés au sein du parc éolien. Certaines espèces sont plus exposées, comme le Faucon pèlerin lors de ses activités de chasse, la Grue cendrée lors de déplacement en conditions météorologiques offrant peu de visibilité et le Milan royal lors du passage à proximité des pales en migration active. Pour la Grue cendrée, il semblerait que cette espèce adapte sa trajectoire en amont du parc, ce qui explique le faible nombre d'individus recensés. Les flux migratoires observés au sein du parc éolien des Mistantines et de ses abords sont relativement faibles. Les secteurs de vallées et notamment celui de la vallée de l'Arnon semblent concentrer une partie des flux migratoires, notamment chez les passereaux.

En phase d'hivernage 29 espèces, dont 3 patrimoniales, ont été observées aux abords du parc éolien. Parmi ces espèces patrimoniales, deux sont sensibles au risque éolien : la Grue cendrée et le Pluvier doré. Les oiseaux en recherche de nourriture ne font que des vols de déplacement à basse altitude de l'ordre d'une dizaine de mètres. Aucune réaction particulière n'est donc notée vis-à-vis du parc éolien.

En phase de migration prénuptiale, 16 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 6 patrimoniales. Pour les espèces remarquables, la présence des éoliennes à proximité n'a pas l'air d'être un élément dérangeant pour leur migration. Le Milan royal est cependant très sensible au risque de collision et a été observé volant à hauteur de pales des éoliennes. Les flux migratoires observés au sein du parc éolien des Mistantines et de ses abords sont relativement faibles. Le parc éolien, uniquement composé de cultures, n'offre que peu de conditions favorables pour l'accueil des oiseaux. A noter cependant la présence d'un **Faucon émerillon** en halte migratoire, espèce rare pour la région.

En phase de reproduction, 43 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 10 patrimoniales. Parmi ces espèces patrimoniales, 6 sont potentiellement nicheuses sur le site. Aucun comportement d'évitement n'a été décrit. Cinq espèces de rapaces, particulièrement sensibles au risque éolien, ont été observés sur le site : le Busard Saint-Martin, le Faucon crécerelle et le Milan royal. Ce dernier ne niche cependant pas sur le site.

☞ Plusieurs espèces sensibles au risque éolien ont été détectées lors du suivi comportemental. Cependant peu de comportements à risque ont été décrits, hormis pour le Milan royal. Les espèces semblent peu réagir face au parc éolien.

☞ Le parc éolien ne semble pas induire de dérangement visible pour l'avifaune. Une perte d'habitat a pu être induite pour certaines espèces comme le Busard cendré, le Busard Saint-Martin ou l'Oedicnème criard. Il est également probable que la Grue cendrée adapte sa trajectoire en migration bien en amont du parc pour l'éviter, ce qui peut entraîner une perte d'énergie. Ces espèces fréquentent cependant toujours le secteur d'étude.

☞ On retrouve globalement le même cortège d'espèce entre 2005, lors de l'étude d'impact, et 2016/2017. Cependant des espèces patrimoniales contactées lors de l'étude d'impact n'ont pas été revues en 2016. A l'inverse, de nouvelles espèces ont été détectées. Ces variations peuvent être dues à une différence de pression d'observation : le nombre et la localisation des points d'écoute et d'observation ne sont pas détaillés dans l'étude d'impact.

- **Suivi de la mortalité pour les oiseaux et les chauves-souris**

Le premier suivi de la mortalité au sein du parc éolien des Mistandines a permis la découverte de 5 dépouilles, dont 5 chiroptères entre juillet et octobre 2016. **Aucune dépouille d'oiseaux n'a été trouvée.**

Pour les chauves-souris, les parcs éoliens implantés dans des zones d'openfields céréaliers ne sont généralement pas ceux ayant le plus fort impact (Eurobats 2015, Ecosphère 2016). Lors de l'étude d'impact initiale, en 2005, les enjeux semblaient faibles pour ce groupe au regard des caractéristiques du milieu, très ouvert et pauvre en végétation ligneuse favorable aux chauves-souris. Cependant toutes les dépouilles trouvées entre juillet et octobre 2016 sont des chiroptères. Trois espèces sont représentées : la Pipistrelle commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont considérés comme quasi-menacées à l'échelle française. La Pipistrelle commune, bien que protégée, ne fait pas l'objet d'enjeu de conservation élevé. À noter que ces espèces font partie des plus sensibles au risque éolien.

☞ Lors de l'étude d'impact initiale, trois espèces de chauves-souris avaient été identifiées au sol : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle pygmée, et la Sérotine commune. Des individus appartenant au groupe des Noctules avaient également été identifiées en altitude.

☞ la Noctule commune et la Noctule de Leisler présentent des enjeux de conservation élevés. Ce n'est pas le cas de la Pipistrelle commune. Pour cette dernière, on peut cependant craindre un impact local sur les colonies du secteur, en cas de mortalité élevée (Arthur 2016, Ecosphère 2017).

☞ Aucun suivi de l'activité des chiroptères n'a été réalisé en 2016/2017.

Ces dépouilles ont permis d'estimer la mortalité pour l'ensemble du parc sur la durée du suivi. Du 13 juillet au 22 octobre 2016, on estime ainsi que le parc a impacté entre **31,59 et 42,94 chiroptères, soit 7,90 à 10,74 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.

- ☞ Faute de référentiel pour comparer, il est aujourd'hui complexe de conclure et 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. Avec l'augmentation du nombre d'éoliennes, le taux de mortalité par mât pourrait ne plus être acceptable et, à moyen terme, devenir une menace sérieuse pour la conservation de certaines espèces. Ceci est particulièrement vrai pour les chiroptères, dont les tailles de population sont limitées et dont la reproduction est lente. Nous parlons ici d'espèces protégées pour lesquelles la tolérance de tels taux de mortalité ne semble plus être en accord avec la législation nationale et européenne (Voigt et al. 2015, Ecosphère 2017).

- ☞ EUROBATS (2015) mentionne d'autres cas de projets éoliens sur des sites 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 dans un rayon de 50 kms 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 sur une seconde année et de le coupler à une étude acoustique en altitude pour affiner les résultats. Cela serait d'autant plus pertinent que de la mortalité a été observée sur le parc éolien des Coudrays situé à quelques centaines de mètres seulement du parc des Mistantines et concerné par la même étude d'impact.

- ☞ Des réflexions sont en cours à différents niveaux sur ce sujet, au niveau de Biotope pour la mutualisation de nos suivis, de la DREAL Centre Val de Loire et entre le Muséum de Bourges et la FEE au niveau du groupe Centre/ Ile de France.

Ce suivi est conforme à l'obligation dans le cadre de la réglementation « ICPE », applicable depuis le 1^{er} janvier 2012 aux parcs éoliens et plus particulièrement de l'article 12 de l'Arrêté du 26 août 2011.

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.

BIOTOPE, 2014. Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) du Centre. DREAL centre/région Centre. 3 volumes, atlas cartographique et fascicules par bassin de vie (23).

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

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004. Birds in the European Union : a status assessment. Wageningen, The Netherlands. Birdlife International, 50 p.

BLONDEL J., FERRY C. & FROCHOT B., 1970 - La méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune par "Stations d'écoute". Alauda, 38 (1): 55-71.

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

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

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

DULAC. P. 2008. Évaluation 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.

ECOSPHERE, HEITZ C. et JUNG L., 2017, Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions (Etude bibliographique), Août 2016 complété mai 2017, 146p.

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 SFEPM, 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

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.

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 Cendres ed., Orléans. 504 p.

NORDEX, 2005. Étude d'impact, parcs éoliens des Mistantines et des Coudrays. Communes de Sainte-Thorette, département du Cher (18), 207p.

NORDEX, 2008. Étude d'impact, parcs éoliens des Mistantines et des Coudrays. Communes de Sainte-Thorette, département du Cher (18), 48p.

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 Séries 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.

SVENSOON L., MULLARNEY K., ZETTERSTRÖM D., 2010 - Le guide ornitho - Nouvelle édition. Delachaux et Niestlé. 447 p.

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

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

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.	Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation en période de migration postnuptiale en 2016	89
Annexe 2.	Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation / transects en période d'hivernage en 2016/2017	91
Annexe 3.	Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période de migration pré-nuptiale	93
Annexe 4.	Description des points d'écoute IPA	94
Annexe 5.	Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par point d'écoute en période de nidification	95
Annexe 6.	Calcul brut du taux moyen de persistance des cadavres	97
Annexe 7.	Résultats des formules pour le suivi de la mortalité	98
Annexe 8.	Tableau des observations	99
Annexe 9.	Fiches de terrain (observation de dépouilles)	100
Annexe 10.	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.	105

Annexe 1. Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation en période de migration postnuptiale en 2016

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation en période de migration postnuptiale en 2016												
Espèces	Août				Octobre				Novembre			Total des effectifs
	PTS1_1	PTS2_1	PTS3_1	Hors_PTS_Obs	PTS1_2	PTS2_2	PTS3_2	Hors_PTS_Obs	PTS1_3	PTS2_3	PTS3_3	
Alouette des champs					25	2	4		22	34	37	124
Alouette lulu				1								1
Balbusard pêcheur	1											1
Bergeronnette printanière	1	6										7
Bruant des roseaux										2		2
Bruant proyer									1			1
Busard des roseaux		2										2
Busard Saint-Martin		1										1
Buse variable	1											1
Cigogne blanche				38								38
Cigogne noire			1									1
Corbeau freux	30											30
Étourneau sansonnet							9			50	500	559
Faucon crécerelle	1						1		1			3
Faucon hobereau		1										1
Faucon pèlerin											1	1
Grand Cormoran	1	1										2
Grande Aigrette	1											1

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation en période de migration postnuptiale en 2016												
Espèces	Août				Octobre				Novembre			Total des effectifs
	PTS1_1	PTS2_1	PTS3_1	Hors_PTS_Obs	PTS1_2	PTS2_2	PTS3_2	Hors_PTS_Obs	PTS1_3	PTS2_3	PTS3_3	
Grue cendrée									11	42	170	223
Héron cendré						2						2
Linotte mélodieuse					14	30				7	18	69
Milan royal								1				1
Perdrix grise		1										1
Pigeon ramier										210		210
Pipit des arbres	4											4
Pipit farlouse							3			2		5
Pluvier doré									21			21
Tarier des prés				6								6
Tarier pâtre		1										1
Traquet motteux				1+1								2
Vanneau huppé									13	118	28	159

Annexe 2. Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation / transects en période d'hivernage en 2016/2017

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation / transects en période d'hivernage en 2016/2017													
Espèce	Décembre						Janvier						Total des effectifs
	PTS1_1	PTS2_1	Transect1_1	Transect2_1	Transect3_1	Hors_PTS_Obs/Transects	PTS1_2	PTS2_2	Transect1_2	Transect2_2	Transect3_2	Hors_PTS_Obs/Transects	
Alouette des champs						153	5	16	1		204		379
Bruant des roseaux											2		2
Bruant zizi											2		2
Buse variable	3					14	1				1	9	28
Chardonneret élégant						1					1		2
Corbeau freux						70						34	104
Corneille noire	2							3		2			7
Étourneau sansonnet	325	36						17			21	62	461
Faisan de Colchide						1							1
Faucon crécerelle	1										1		2
Grimpereau des jardins					1								1
Grive litorne						5					1	5	11
Grive mauvis											1		1
Grue cendrée						1							1
Héron cendré						1							1
Linotte mélodieuse						35					8	2	45
Merle noir					3						1		4
Mésange bleue											5		5

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation / transects en période d'hivernage en 2016/2017

Espèce	Décembre						Janvier						Total des effectifs
	PTS1_1	PTS2_1	Transect1_1	Transect2_1	Transect3_1	Hors_PTS_Obs/Transects	PTS1_2	PTS2_2	Transect1_2	Transect2_2	Transect3_2	Hors_PTS_Obs/Transects	
Mésange charbonnière											1		1
Moineau domestique					4								4
Perdrix rouge												12	12
Pie bavarde												1	1
Pigeon colombin											6	5	11
Pigeon ramier						228					160	86	474
Pinson des arbres					9						17		26
Pluvier doré						540						3	543
Rougegorge familier											1		1
Vanneau huppé						222					36	929	1187
Verdier d'Europe						8					3		11

Annexe 3. Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période de migration prénuptiale

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période de migration prénuptiale en 2017				
Espèce	1 ^{er} passage	2 ^{ème} passage	3 ^{ème} passage	Total des effectifs
	16/02/2017	28/02/2017	24/03/2017	
Alouette des champs	155	11	7	173
Bergeronnette grise			2	2
Bruant proyer	3		3	6
Busard Saint-Martin			1	1
Buse variable	1			1
Corneille noire		2		2
Faucon crécerelle	1	1		2
Faucon émerillon	1			1
Grue cendrée	169	386		555
Linotte mélodieuse	2		32	34
Milan royal		5		5
Pinson des arbres			24	24
Pluvier doré	68			68
Rougequeue noir			1	1
Traquet motteux			2	2
Vanneau huppé	225			225

Annexe 4. Description des points d'écoute IPA

Données IPA								
Numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8
Type de milieu	Milieu semi-ouvert	Milieu ouvert	Milieu ouvert	Milieu ouvert et lisière forestière	Milieu ouvert	Milieu ouvert	Milieu ouvert	Milieu ouvert
Durée	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min

Annexe 5. Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par point d'écoute en période de nidification

Liste des espèces contactées et effectifs par points d'écoute IPA aux abords du parc éolien									
Espèces/numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Accenteur mouchet	1								1
Alouette des champs	5	5	6	1	2	3	4	5	31
Alouette lulu						1			1
Bergeronnette grise					1				1
Bergeronnette printanière		5	4		1	3	2	3	18
Bruant jaune	1								1
Bruant proyer		1			2	3	2		8
Busard Saint-Martin			2				1	1	4
Buse variable				1	1				2
Caille des blés			1						1
Canard colvert						1			1
Corbeau freux			2	8		1	1		12
Cornille noire			1	4		1		1	7
Étourneau sansonnet		3			5				8
Faucon crécerelle							2		2
Fauvette à tête noire	2			2	2				6
Grand cormoran	4	4			3				11
Grande aigrette								1	1
Hirondelle rustique			3	6	4				13
Hypolaïs polyglotte	1								1
Linotte mélodieuse	2			1					3
Loriot d'Europe				1	1				2

Liste des espèces contactées et effectifs par points d'écoute IPA aux abords du parc éolien									
Espèces/numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Merle noir	1								1
Mésange bleue	1								1
Mésange charbonnière	2			2	2				6
Milan royal								1	1
Perdrix grise			1		1	2	2	1	7
Perdrix rouge			1						1
Pic épeiche				2	1				3
Pic vert				1	1				2
Pie bavarde	1								1
Pigeon ramier	1	2		2	2	1			8
Pinson des arbres	3			4	5	1			13
Pipit des arbres				1	1				2
Pouillot de Bonelli					1				1
Pouillot fitis	2								2
Pouillot véloce	2				1				3
Rossignol philomèle	2	1			1				4
Rougequeue noir					1				1
Tarier pâtre					1	1			2
Tourterelle des bois	1								1
Troglodyte mignon				1					1

Annexe 6. Calcul brut du taux moyen de persistance des cadavres

Teste de prédation n° 1

		Mistandines			
		Total	Mist_T1	Mist_T2	Mist_T4
J+0	18/07/2016	30	10	10	10
J+2	20/07/2016	26	10	10	6
J+3	21/07/2016	17	9	7	1
J+5	23/07/2016	0	0	0	0
J+7	25/07/2016	0	0	0	0

		Total	Mist_T1	Mist_T2	Mist_T4
Pwink J+2		0,87	1,00	1,00	0,60
Pwink J+3		0,57	0,90	0,70	0,10
Pwink J+5		0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+7		0,00	0,00	0,00	0,00
Tm		2,3	2,9	2,7	1,3

Test de prédation n° 2

		Mistandines			
		Total	Mist_T1	Mist_T2	Mist_T4
J+0	05/09/2016	30	10	10	10
J+2	07/09/2016	0	0	0	0
J+3	08/09/2016	0	0	0	0
J+5	10/09/2016	0	0	0	0
J+7	12/09/2016	0	0	0	0

		Total	Mist_T1	Mist_T2	Mist_T4
Pwink J+2		0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+3		0,25*	0,00	0,00	0,00
Pwink J+5		0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+7		0,00	0,00	0,00	0,00
Tm		0,82*	0,00	0,00	0,00

*0,25 et 0,82 = moyennes sur les 8 parcs suivis par Biotope en 2016 (cf. méthodologie)


Annexe 7. Résultats des formules pour le suivi de la mortalité


	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
feuille concernée	tableau_dates_prospections	test_efficacité	test_predation	test_predation					tableau_observations	tableau_surfaces				
	I	D	J+3	tm	î	Min (î:I)	ê	p	C	S				
Mist_T1	6,14	0,72	0,41	1,56	3,12	3,12	0,50791	0,43233	3	1,04	10,66	17,14	23,30	19,83
Mist_T2	6,14	0,72	0,41	1,56	3,12	3,12	0,50791	0,43233	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Mist_T3	6,14	0,72	0,41	1,56	3,12	3,12	0,50791	0,43233	2	1,21	8,27	13,30	18,07	15,38
Mist_T4	6,14	0,72	0,41	1,56	3,12	3,12	0,50791	0,43233	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Mistandines - Global	6,14	0,72	0,41	1,56	3,12	3,12	0,50791	0,43233	5	1,15	19,65	31,59	42,94	36,54


Annexe 8. Tableau des observations


Résultats du suivi							
Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom	État	Age	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
26/07/2016	M1	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Sec	Indéterminé	Barotraumatisme	43m
02/09/2016	M1	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Avancé	Adulte	Barotraumatisme	30m
15/09/2016	M3	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Avancé	Indéterminé	Barotraumatisme	35m
15/09/2016	M3	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Avancé	Indéterminé	Barotraumatisme	35m
20/09/2016	M1	<i>Nyctalus leislerii</i>	Noctule de Leisler	Frais	Adulte	Barotraumatisme	5m


Annexe 9. Fiches de terrain (observation de dépouilles)

Fiche terrain				
Suivi mortalité du Parc éolien des Mistandines (18)				
Date :	26/07/2016		Nom du prospecteur :	BELLANGER Cyril
Coordonnées	N :	47.099691°	Numéro de l'éolienne :	M1
	E :	002.218335°	Distance à l'éolienne :	43m
Espèce :	Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>		État :	Sec
Cause de la mort :	Barotraumatisme			
Photographie :				

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien des Mistandines (18)			
Date :	02/09/2016		Nom du prospecteur :
		BELLANGER Cyril	
Coordonnées	N :	47.099766°	Numéro de l'éolienne :
	E :	002.218397°	Distance à l'éolienne :
		M1	30m
Espèce :	Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>		État :
			Avancé
Cause de la mort :	Barotraumatisme		
Photographie :			

Fiche terrain				
Suivi mortalité du Parc éolien des Mistandines (18)				
Date :	15/09/2016		Nom du prospecteur :	BELLANGER Cyril
Coordonnées	N :	47.093333°	Numéro de l'éolienne :	M3
	E :	002.225615°	Distance à l'éolienne :	35m
Espèce :	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>		État :	Avancé
Cause de la mort :	Barotraumatisme			
Photographie :				

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien des Mistandines (18)			
Date :	15/09/2016		Nom du prospecteur :
		BELLANGER Cyril	
Coordonnées	N :	47.093553°	Numéro de l'éolienne :
	E :	002.226437°	Distance à l'éolienne :
		M3	
		35m	
Espèce :	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>		État :
		Avancé	
Cause de la mort :	Barotraumatisme		
Photographie :			

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien des Mistandines (18)			
Date :	20/09/2016		Nom du prospecteur :
		BELLANGER Cyril	
Coordonnées	N :	47.099998°	Numéro de l'éolienne :
	E :	002.218037°	Distance à l'éolienne :
		M1	
		5m	
Espèce :	Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>		État :
		Frais	
Cause de la mort :	Barotraumatisme		
Photographie :			

Annexe 10. 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 migrateurs 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 CO2 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.