

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

Suivi de l'avifaune sur un cycle biologique complet

Parc éolien des Joyeuses

Saint-Georges-sur-Arnon (36)



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 Joyeuses



Agence Centre Bourgogne
125-127 Rue du Faubourg Bannier
45000 Orléans
Tél. : 02 38 61 07 94
e-mail : centrebourgogne@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 Joyeuses</i> WINDPROSPECT. 110p.
Version / indice	Version finale
Date	31/05/2017
Nom de fichier	Biotope_2017_Mortalite&Comportement_Joyeuses_VF
N° de contrat(s)	Contrat n° DEV160300431_1
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	16
I.3 Continuités écologiques	19
I.3.1 Concepts et définitions	19
I.3.1 Continuités écologiques identifiées à l'échelle régionale par le SRCE	20
I.4 Rappel de l'étude d'impact	21
I.4.1 Les techniques employées	21
I.4.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux, définis par l'étude d'impact	22
I.4.3 Intérêt du site et de ses abords pour les chiroptères, définis par l'étude d'impact	23
II. Méthodologie appliquée	26
II.1 Equipe de travail	26
II.2 Prospections	26
II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées	28
II.3.1 Etude de l'activité de l'avifaune en période de migration postnuptiale	29
II.3.2 Etude de l'activité de l'avifaune hivernante	31
II.3.3 Etude de l'activité de l'avifaune en période de migration pré-nuptiale	36
II.3.4 Etude de l'activité de l'avifaune nicheuse	37
II.3.5 Suivi de mortalité (oiseaux et chauves-souris : recherche par transects circulaires)	38
Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats	44
III. Résultats des activités et mouvements d'oiseaux	45
III.1 Migration postnuptiale	45
III.1.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en postnuptiale	45

III.1.1	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	51
III.1.2	Synthèse de l'expertise en migration postnuptiale	51
III.2	Hivernage	59
III.2.1	Espèces recensées sur l'aire d'étude en hivernage	59
III.2.2	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	61
III.2.3	Synthèse de l'expertise des oiseaux en hivernage	61
III.3	Migration Pré-nuptiale	64
III.3.1	Espèces recensées sur l'aire d'étude en migration pré-nuptiale	64
III.3.2	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	65
III.3.3	Synthèse de l'expertise des oiseaux migrateurs	66
III.4	Reproduction	69
III.4.1	Espèces recensées sur l'aire d'étude en période de reproduction	69
III.4.2	Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	72
III.4.3	Synthèse et analyse de l'expertise des oiseaux en période de reproduction	74
IV.	Résultats du suivi de mortalité	78
IV.1	Résultats bruts	78
IV.1.1	Données générales concernant les dépouilles découvertes	78
IV.1.2	Les oiseaux	79
IV.1.3	Suivi par éolienne	82
IV.1.4	Répartition spatiale des informations	82
IV.1.5	Analyse par milieu	83
IV.2	Analyse des résultats	83
IV.2.1	Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs	84
IV.2.2	Estimation de la mortalité	84
Annexes		91

Liste des tableaux, figures et cartes

Tableau 1.	Zonages de Protection du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée	14
Tableau 2.	Zonages d'inventaire du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée	16
Tableau 3.	Équipe de travail	26
Tableau 4.	Dates de prospection des différents suivis effectués sur le parc des Joyeuses	26
Tableau 5.	Aires d'études définies lors du suivi du comportement de l'avifaune	28
Tableau 6.	Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2016)	49
Tableau 7.	Liste des espèces hivernantes remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2016)	60
Tableau 8.	Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2017)	65
Tableau 9.	Liste des espèces remarquables observées sur les aires d'étude durant la période de reproduction (Biotope 2016)	70
Tableau 10.	Comparaison des espèces patrimoniales observées en 2005 et 2016 sur et aux abords du parc éolien des Joyeuses	73
Tableau 11.	Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2015) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	80
Tableau 12.	Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc des Joyeuses	81
Tableau 13.	Proportion de dépouilles par éoliennes	82
Tableau 14.	Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité du parc des Joyeuses	84
	Résultats du suivi	105
Figure 1.	Evolution de l'occupation de sol globale du parc éolien des Joyeuses entre le 15 juillet et le 15 octobre 2016.	9
Figure 2.	Schéma des éléments constitutifs d'un réseau écologique	19
Figure 3.	Nombre d'observations par passage et répartition par mois des dépouilles trouvées	78
Figure 4.	Mortalité par espèce	79
Figure 5.	Synthèse française des cas de mortalité pour les espèces observées sur le parc éolien des Joyeuses (Dürr, 2015).	80
Figure 6.	Nombre d'observations par éoliennes entre juillet et octobre 2016.	82

Carte n° 1.	Localisation du parc éolien des Joyeuses. Les cercles rouges correspondent aux aires d'études immédiate (1km) et éloignée (20km)	10
Carte n° 2.	Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc des Joyeuses.	11
Carte n° 3.	Zonage réglementaire dans l'aire d'étude éloignée des Joyeuses	15
Carte n° 4.	Zonage d'inventaire dans l'aire d'étude éloignée des Joyeuses	18
Carte n° 5.	Extrait du SRCE Centre-Val de Loire	20
Carte n° 6.	Typologie simplifiée de la zone d'étude, extrait de l'étude d'impacte	24
Carte n° 7.	Niveaux de sensibilité générale des différents secteurs de la zone d'étude, extrait de l'étude d'impact	24
Carte n° 8.	Localisation des points d'observations lors du suivi de la migration postnuptiale	32
Carte n° 9.	Localisation des points d'observations en période hivernale	33
Carte n° 10.	Localisation des points d'observations et des transects en période de migration pré-nuptiale	34
Carte n° 11.	<i>Localisation des points d'écoute IPA, nocturnes et des points d'observation effectués lors du suivi de l'avifaune nicheuse sur le parc éolien des Joyeuses</i>	35
Carte n° 12.	Principaux stationnements et transits d'oiseaux remarquables observés en période de migration postnuptiale : rapaces	55
Carte n° 13.	Principaux stationnements et transits d'oiseaux remarquables observés en période de migration postnuptiale : échassiers, passereaux, limicoles et autres oiseaux	56
Carte n° 14.	Principaux stationnements et transits d'oiseaux non patrimoniaux observés en période de migration postnuptiale	57
Carte n° 15.	Observations de Grue cendrée en période de migration postnuptiale	58
Carte n° 16.	Principaux stationnements et transits d'oiseaux observés en période hivernale	63
Carte n° 17.	Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration pré-nuptiale	68
Carte n° 18.	Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux : limicoles	75
Carte n° 19.	Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux : passereaux et autres oiseaux	76
Carte n° 20.	Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux : les rapaces	77
Carte n° 21.	Emplacement des dépouilles d'oiseaux trouvées lors du suivi mortalité, par éolienne, sur le parc des Joyeuses.	83

Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques



Eoliennes du parc des Joyeuses. © Biotope, 2016.



Introduction

Wind Prospect exploite un parc éolien de 4 machines, appartenant à la société Allianz, implantées sur la commune de Saint-Georges-sur-Arnon, dans le département de l'Indre (36). Le site d'implantation est un réseau de parcelles cultivées.

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

Le parc éolien des Joyeuses se situe au nord-est du département de L’Indre, en limite avec celui du Cher. Il est éloigné d’environ 7 kilomètres à l’est d’Issoudun et de 12 kilomètres à l’ouest de Saint-Florent-sur-Cher. Le parc est situé intégralement sur la commune de Saint-Georges-sur-Arnon.

Mis en service en novembre 2011, le parc est composé de 4 éoliennes Nordex 90 de 2,5 MW de puissance unitaire. Ces éoliennes sont équipées d’un rotor de 90 mètres de diamètre et d’une tour de 100 mètres de hauteur. Sur site, les éoliennes portent les dénominations ALJO_T1, ALJO_T2, ALJO_T3 et ALJO_T4.

Le parc des Joyeuses est situé en Champagne berrichonne, plaine vouée à la culture intensive de céréales. Le paysage est donc très ouvert, légèrement vallonné avec quelques bosquets et haies résiduelles.

Le recouvrement végétal au pied des éoliennes du parc des Joyeuses varie selon les saisons et est principalement composé de cultures de blé et de lin, comme le montre les deux occupations du sol ci-dessous.

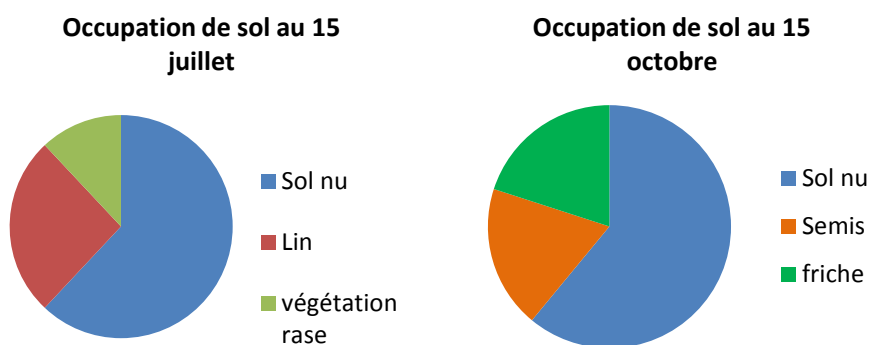
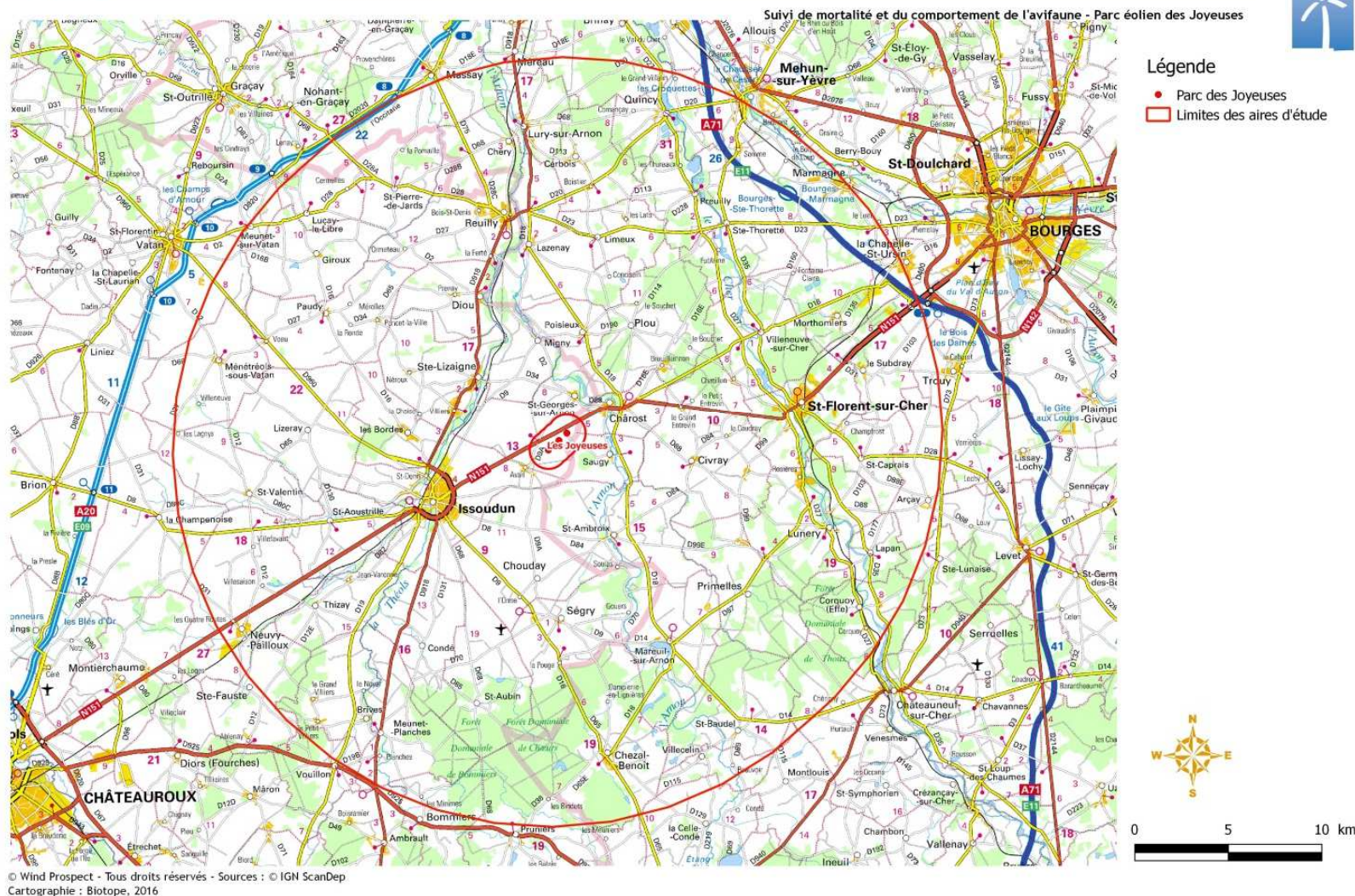


Figure 1. Evolution de l’occupation de sol globale du parc éolien des Joyeuses entre le 15 juillet et le 15 octobre 2016. Si la proportion de sol nu semble semblable, il faut cependant noter que la surface prospectée, elle, a évolué : le semis et la friche étant prospectés alors que les cultures (lin) non.

Localisation du parc éolien des Joyeuses



Carte n° 1. Localisation du parc éolien des Joyeuses. Les cercles rouges correspondent aux aires d'études immédiate (1km) et éloignée (20km)

Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc des Joyeuses



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



Légende

- Eoliennes du parc des Joyeuses



0 500 1000 m

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

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

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 Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II - grands ensembles écologiquement cohérents - et ZNIEFF de type I - secteurs de plus faible surface au patrimoine naturel remarquable -).

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

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

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

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 Joyeuses.

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

Le site « **Site à Chauves-Souris de Charost** » est un site de reproduction de Grand Murin, espèce protégée inscrite à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore, situé à moins de 3km du parc éolien.

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

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

Une Zone de Protection Spéciale (ZPS) recoupe également l'aire d'étude éloignée. Il s'agit du site « **Vallée de l'Yèvre** ». C'est une vallée alluviale constituée de prairies inondables à végétation mésohygrophile, habitat favorable au Râle 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, la plupart des zones Natura 2000 ayant été désignées par arrêté préfectoral après publication de l'étude d'impact. Seuls les sites « Ilots de marais et coteaux calcaires au nord-ouest de la Champagne berrichonne » et « Basse vallée de l'Arnon » avaient été identifiés.

Autres zonages

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

La Réserve Naturelle Nationale des Chaumes du Vernillers, située à 16km 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.

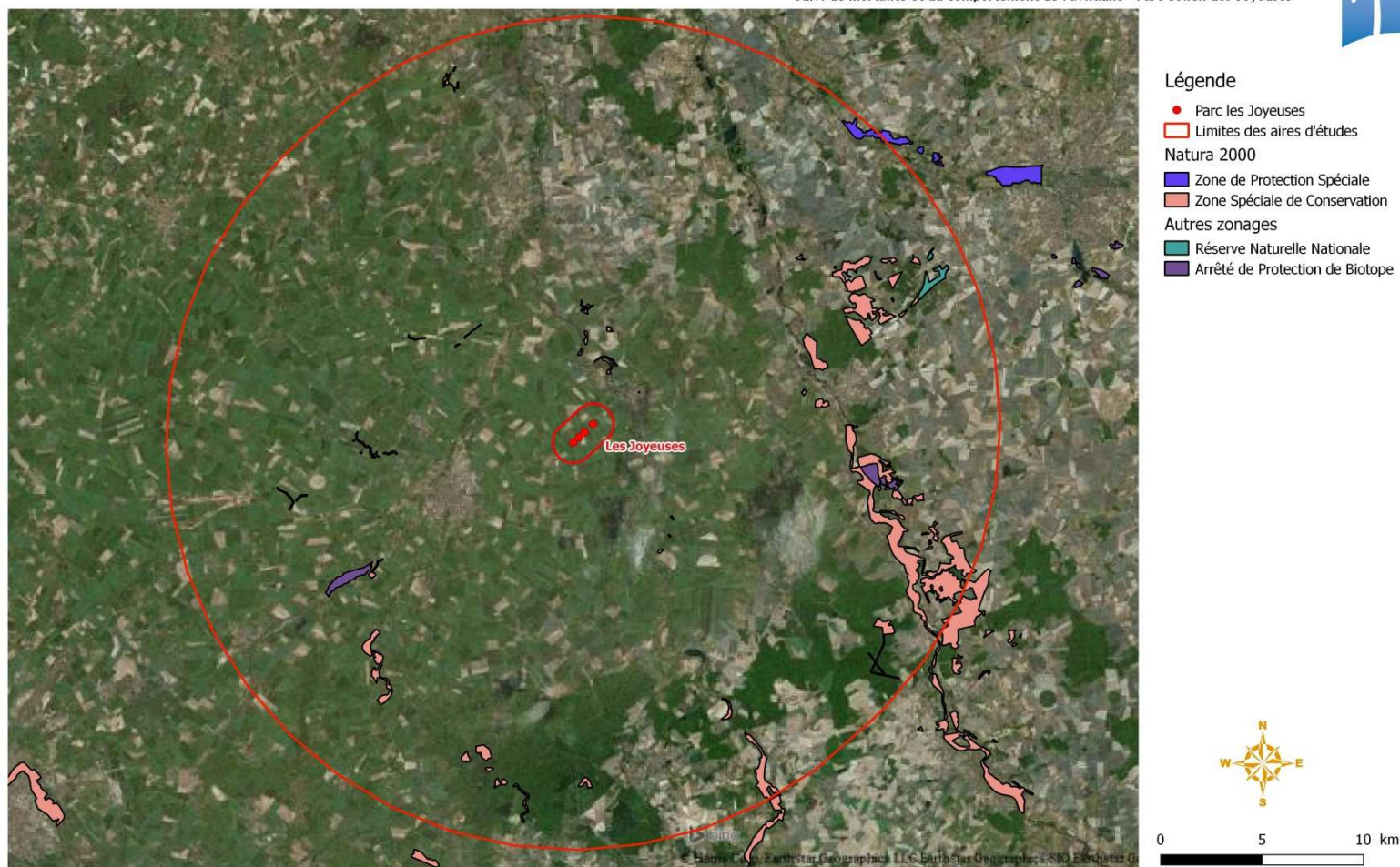
☞ Aucun zonage réglementaire de protection ne recoupe l'aire d'étude immédiate du parc éolien des Barbes d'Or. Cependant ces sites concentrent une diversité et une richesse importante de la faune et de la flore aux alentours du parc éolien.

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	16,30
Arrêtés de Protection de Biotope			
MARAIS DE JEAN-VARENNE	FR3800057	92	11,3
LE PATOUILLET	FR3800053	89,5	13
Natura 2000_ZPS			
VALLEE DE L'YEVRE	FR2410004	540,34	19
Natura 2000_ZSC			
SITE A CHAUVES-SOURIS DE CHAROST	FR2402004	0,31	2,75
ILOTS DE MARAIS ET COTEAUX CALCAIRES AU NORD-OUEST DE LA CHAMPAGNE BERRICHONNE	FR2400531	313,4	3 à 11
BASSE VALLEE DE L'ARNON	FR2400521	1332,28	15 à 43
COTEAUX, BOIS ET MARAIS CALCAIRES DE LA CHAMPAGNE BERRICHONNE	FR2400520	4999,49	11 à 50

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



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



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

Carte n° 3. Zonage réglementaire dans l'aire d'étude éloignée des Joyeuses

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 Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II qui sont de grands ensembles écologiquement cohérents et ZNIEFF de type I qui sont des secteurs de plus faible surface au patrimoine naturel remarquable).

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

☞ Aucune ZNIEFF ne recoupe l’aire d’étude immédiate du parc éolien des Joyeuses.

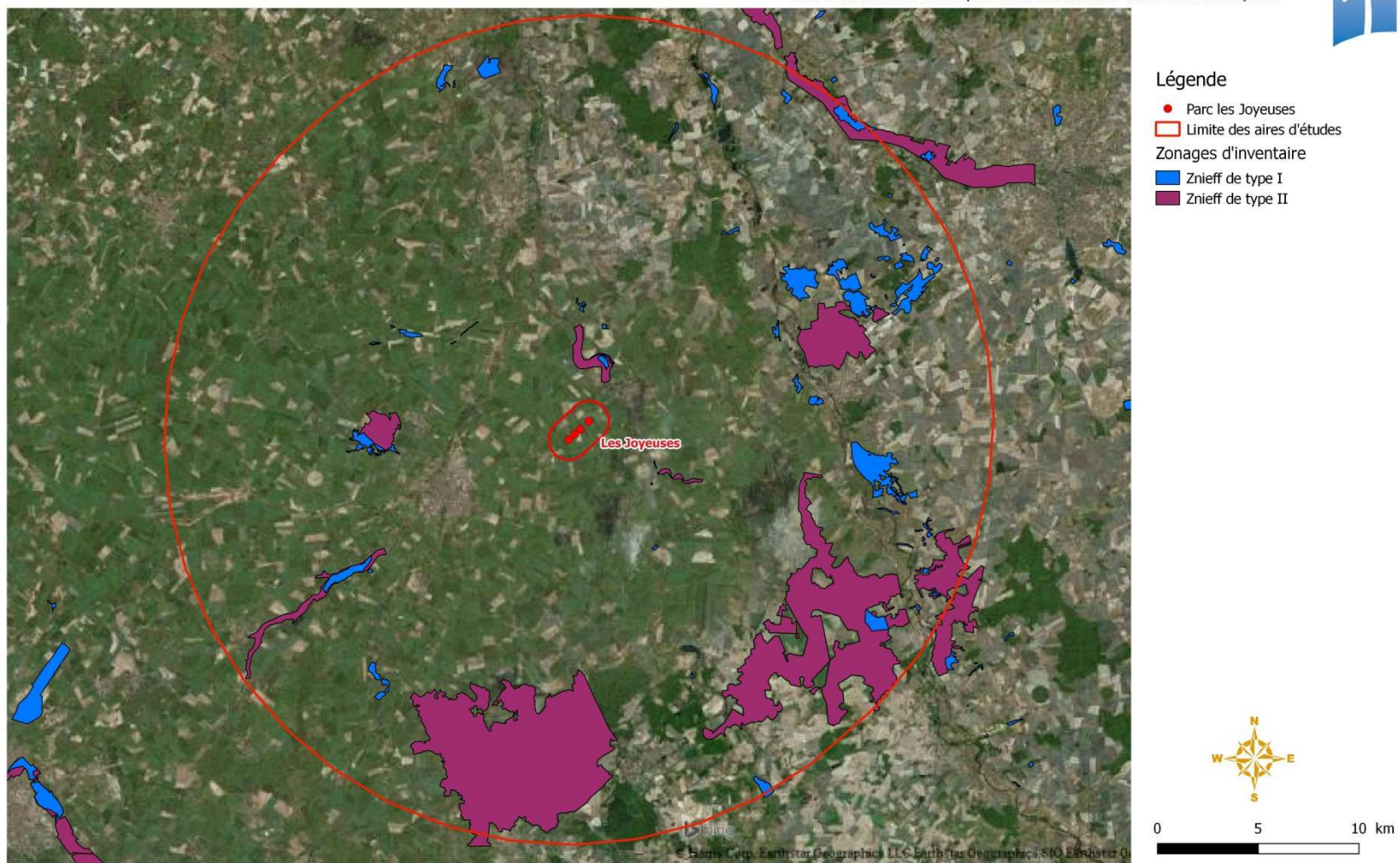
Tableau 2. Zonages d’inventaire du patrimoine naturel concernés par l’aire d’étude éloignée			
Type de site, intitulé	Code	Surface (ha)	Distance du parc éolien (km)
ZNIEFF de type I			
MARAI DE ROUSSY	240030151	16,16	2,70
PELOUSES DE ROUSSY	240030152	7,86	2,93
PELOUSES DU MOULIN NEUF	240030266	1,17	3,79
PELOUSE DE BOISSEREAU	240030383	0,42	4,34
PELOUSES DES REAUX	240000908	3,96	4,59
PELOUSES DES VARROUX	240000909	9,17	5,35
PELOUSES DU TROU A RAGOT	240006417	3,51	6,73
PELOUSES DE NEROUX	240030107	29,32	7,29
PELOUSES DES BOIS BORGNES	240000578	78,87	8,41
CHENAIE-CHARMAIE DU PETIT BOIS	240031564	14,75	10,06
PELOUSES DE LA TOUCHE	240009905	16,05	10,25
CHENAIE THERMOPHILE DE CHANTOISEAU	240030862	23,27	10,88
MARAI DE JEAN-VARENNE	240000580	99,48	11,25
ETANG DU COLOMBIER	240000914	10,58	11,31
BOIS DE LA LANDE	240000911	182,80	11,73
PRAIRIE HUMIDE DU BOIS DE PASSA	240030263	2,58	12,99
PELOUSES ET BOIS DU PATOUILLET	240000924	331,97	13,03

ETANG DES USAGES ET BOIS PLAINS	240009387	110,36	13,82
BOIS DE LA COUDRE	240031575	103,57	13,95
ETANG DU DEROMPIS	240000921	7,30	14,34
MARAI DE GRAVOLLE	240000588	50,30	14,62
PELOUSES DE CHANTELOUP	240030304	7,95	14,88
PELOUSES DU CROT ROUGE	240030312	1,74	15,66
PELOUSES DES CHAUMES DU VERNILLER	240006415	185,18	15,87
PELOUSES ET OURLETS DES BORDES ET DU PUIIS D'IGNOUX	240030349	38,04	16,34
PELOUSES DU MOULIN DU BREUIL	240030310	5,36	16,35
PELOUSES CALCICOLES DE LA FORET DE THOUX	240030353	73,15	16,55
PELOUSES SABLO-CALCAIRES DE QUINCY	240009041	34,52	16,57
FORÊT DE LA LANDE ROUGE	240031468	58,79	16,83
PELOUSES DES HAUTS DE LAPAN	240030334	18,69	16,98
MARAI DE LUARD	240009386	78,25	17,64
PELOUSES ET MARAI DE LA CHATAIGNERIE	240009391	45,24	17,73
PELOUSES DES USAGES DE LA ROCHE (COMMUNAUX DE LAPAN, LES VALLEES, LES MALCORPS, TARDONNE)	240000919	16,68	18,03
PELOUSES DES CARRIERES DE LA CHAPELLE-SAINT-URSIN	240030323	17,11	18,18
PELOUSES SABLEUSES DE LA GRANDE ROCHE	240030363	6,63	18,35
MARAI DES PETEES	240030873	16,32	18,43
PRAIRIES HUMIDES DES BROSSES	240030827	2,93	18,44
PRAIRIES DE BEAUVOIR	240030285	44,61	19,01
PRAIRIES DU FORCERON ET DU SATTNAT	240030870	81,52	19,33
ZNIEFF de type II			
VALLEE DE L'ARNON : BOUCLE DE ROUSSY	240009385	192,69	3,13
MARAI DU PONTET	240000922	36,69	5,22
BOIS DU ROI	240031048	315,15	9,44
BOIS DU PALAIS	240031577	905,91	13,06
MARAI DE THIZAY	240031330	333,39	14,84
BOIS DE THOUX	240000915	3917,09	15,60
FORET DE CHOEURS-BOMMIERS	240000606	5193,69	15,75
BOIS THERMOPHILES ET PELOUSES DU CANTON DE LA ROCHE, DE LA BOUQUETIERE ET DE LA GARENNE	240030892	955,78	19,88
VALLEE DE L'YEVRE DE BOURGES A VIERZON	240031305	2135,95	21,29

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



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



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

Carte n°4. Zonage d'inventaire dans l'aire d'étude éloignée des Joyeuses

I.3 Continuités écologiques

I.3.1 Concepts et définitions

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

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

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

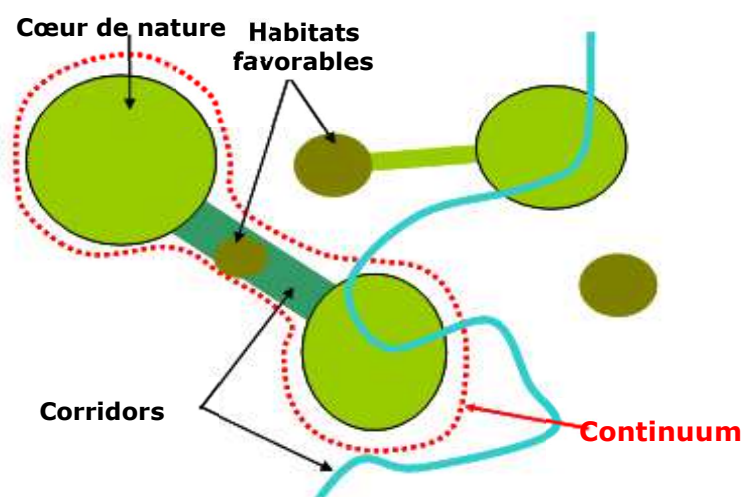


Figure 2. Schéma des éléments constitutifs d'un réseau écologique

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

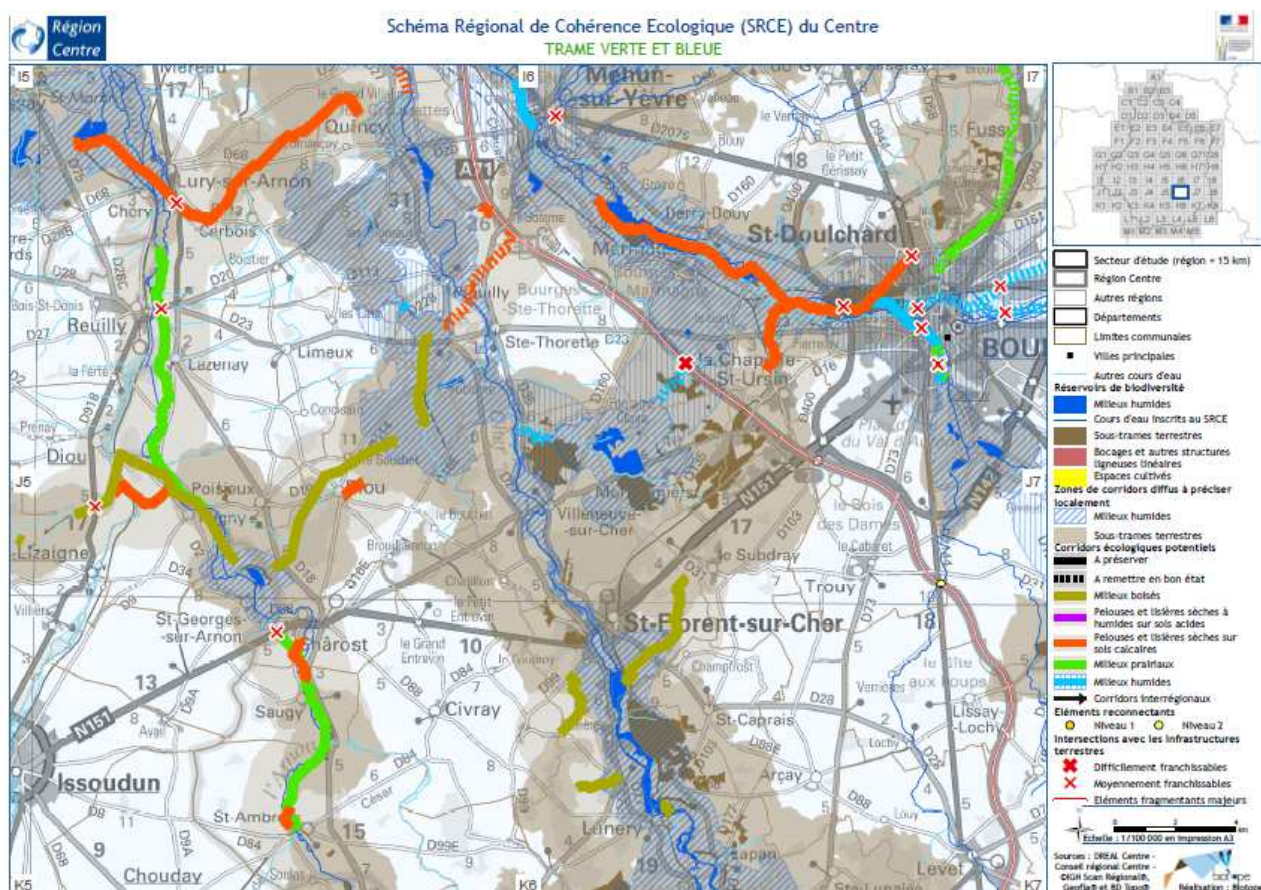
L'assemblage des continuités écologiques forme le réseau écologique. Le reste de l'espace, à priori peu favorable aux espèces, constitue la matrice.

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

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

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

👉 Au niveau de l'aire d'étude immédiate aucune zone n'est définie par le SRCE. Le SRCE identifie cependant des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques dans l'aire éloignée, à plus de 2,7km du parc éolien, au niveau des cours d'eau et des Znieffs.



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

I.4 Rappel de l'étude d'impact

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

I.4.1 Les techniques employées

L'étude d'impact, publiée en décembre 2005 est commune à un ensemble de 5 parcs éoliens, dont celui des Joyeuses, installés sur les communes de Saint-Georges-sur-Arnon et de Migny, dans l'Indre (36). Plusieurs acteurs ont été mobilisés afin d'étudier les différents groupes faunistiques. Le volet avifaune a ainsi été réalisé par l'association Indre Nature qui s'est appuyée sur une base de données historiques (1978-2004), ainsi que sur une phase de terrain, effectuée de mars à novembre 2005. Les comportements des oiseaux en phase de reproduction, de migration pré-nuptiale et de migration post-nuptiale ont été étudiés durant cette période. Des points d'écoute ont été effectués, ainsi que de la recherche aléatoire. Des points d'observations fixes ont également été réalisés, notamment en période de migration.

La Fédération des Chasseurs de L'Indre a apporté un complément à l'étude d'Indre Nature. Un suivi de l'hivernage du Vanneau huppé et du Pluvier doré a été réalisé en janvier 2005.

Le Museum d'Histoire Naturelle de Bourges a apporté son expertise pour la partie chiroptères et a réalisé 2 points d'écoutes lors de la nuit du 15 juillet 2005, afin d'identifier les contacts au sol et en altitude.

☞ 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. 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 vestiges d'une ancienne voie ferrée le long de laquelle subsistent quelques éléments à fort intérêt écologique (haies, talus, etc).

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

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

La diversité spécifique des espèces nicheuses au sein de la zone d'étude et de ses abords immédiats apparaît comme relativement faible au regard de la totalité des espèces nicheuses de la région Centre. Avec moins de 60 espèces communes connues sur le secteur d'étude, le cortège présent peut être considéré comme banal. Ce résultat s'explique en grande partie par la nature du milieu, essentiellement composé d'espaces cultivés homogènes, donc globalement peu favorables à l'avifaune. Les seuls biotopes à fort intérêt écologique (ourlets de haies, zones à végétation très clairsemée, talus, etc.) sont situés au niveau de l'emprise de l'ancienne voie ferrée. Cette zone est indispensable au maintien de nombreuses espèces d'oiseaux. Déjà détruite par endroits par l'agriculture, elle ne doit pas en outre souffrir de l'implantation et du fonctionnement des éoliennes. Elle doit donc à minima être préservée en l'état, et dans l'idéal mieux gérée, pour qu'elle puisse conserver dans le temps son intérêt pour la biodiversité (espèces protégées comme espèces dites « gibier »). Les bosquets et boqueteaux présents sur le site sont également à préserver, tant leur rareté en surface sur le secteur d'étude leur confère une importance toute particulière pour l'accueil de l'avifaune.

Les principales espèces nicheuses remarquables du secteur d'étude susceptibles d'être affectées par le projet éolien sont les Busards cendré et Saint-Martin et l'Œdicnème criard. Ces espèces nichent au sol et exploitent les espaces ouverts du secteur d'étude pour la quête de nourriture. Le Faucon hobereau, la Chouette chevêche, l'Outarde canepetière et la Pie-grièche écorcheur sont également des espèces d'intérêt patrimonial ayant déjà été observées sur le site et potentiellement nicheuses. On note la présence de quelques espèces méritant une certaine attention au regard de leur effectifs, en nette diminution à l'échelle nationale ou européenne : l'Alouette des champs, le Cochevis huppé, le Gobemouche noir, les Hirondelles rustique et de fenêtre, la Perdrix grise, la Tourterelle des bois et le Vanneau huppé.

La modification ou la perte d'habitat, occasionnée par les travaux d'installation des machines et/ou par leur fonctionnement en phase d'exploitation, constitue probablement la principale menace pour la survie de ces espèces sur le secteur d'étude. Un risque de collision existe également pour les espèces capables de voler à hauteur des pales des éoliennes.

Le Milan royal, le Faucon émerillon et le Faucon pèlerin ont été observés à plusieurs reprises en migration sur le site d'étude. La Cigogne blanche, le Vanneau huppé et la Grue cendrée sont des migrateurs réguliers. L'Indre porte une responsabilité particulière vis-à-vis de la conservation de la Grue Cendrée. En effet, avec des effectifs moyens compris entre 15000 et 20000 oiseaux en migration pré-nuptiale et post-nuptiale, on considère qu'un cinquième à un tiers de la population européenne passe par le département.

Les risques de percussio n sur les pales en mouvement ou les pylônes ne sont pas à exclure pour ces espèces du fait qu'elles connaissent mal le site. Les préconisations des études biologiques relatives à la configuration d'implantation des machines doivent donc être bien suivies par les développeurs afin de limiter cet impact.

Afin d'évaluer l'impact du parc éolien sur l'avifaune, un suivi de la mortalité engendrée par la collision avec les pales des éoliennes est préconisé. Des suivis devraient également porter sur l'évaluation de l'impact du parc éolien sur l'habitat des rapaces nicheurs (Busards) et sur la migration des oiseaux (Grue cendrée, passereaux, rapaces diurnes), tous deux reproductibles sur 5 ans.

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

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

Les modes de chasse et la hauteur de vol varie selon les espèces. Ainsi on peut distinguer des espèces de bas vol et des espèces de haut vol. Certaines, comme les Pipistrelles, utilisent les deux méthodes. Les Rinolophes et l'essentiel des Myotis exploitent le sol et la canopée. Pour ces espèces l'enjeu sera 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.

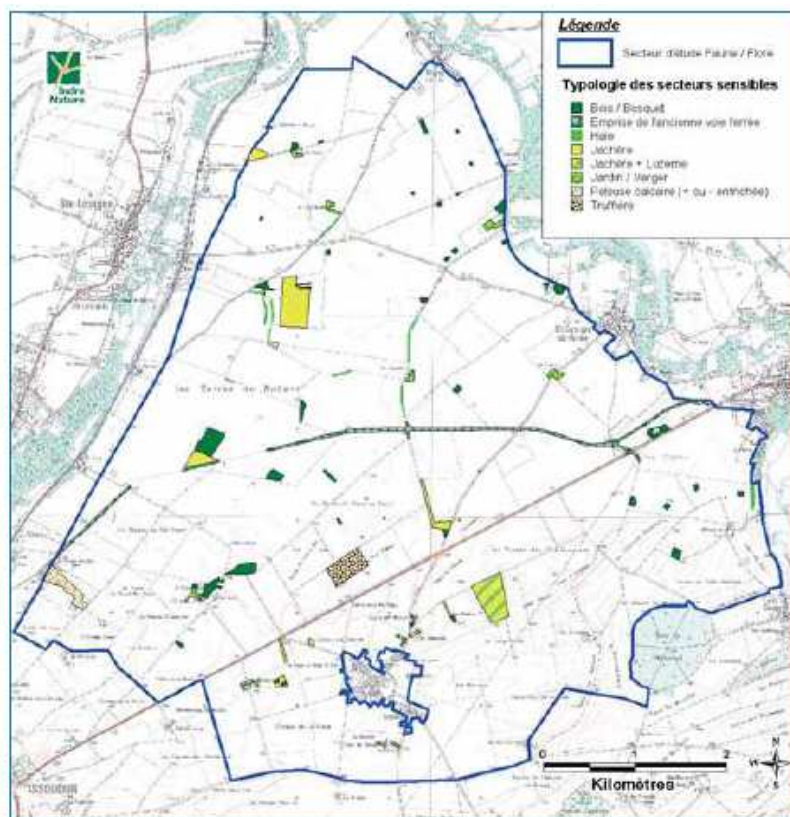
Quatre colonies de Pipistrelles et une colonie de reproduction de Grand Murin se trouvent à moins de 3km du site d'étude. L'exploitation du secteur par ces mammifères n'est pas connue et devrait faire l'objet d'une étude plus approfondie afin d'évaluer l'incidence de la création du parc éolien. Cette étude permettrait de détecter une modification éventuelle des comportements de chasse, notamment via des relevés acoustiques.

L'étude acoustique menée sur le site au cours de la nuit du 15 juillet 2005 semble cependant indiquer que le secteur est très peu exploité par les chiroptères : seuls 10 contacts ont été enregistrés au niveau du sol et aucun en altitude (80m).

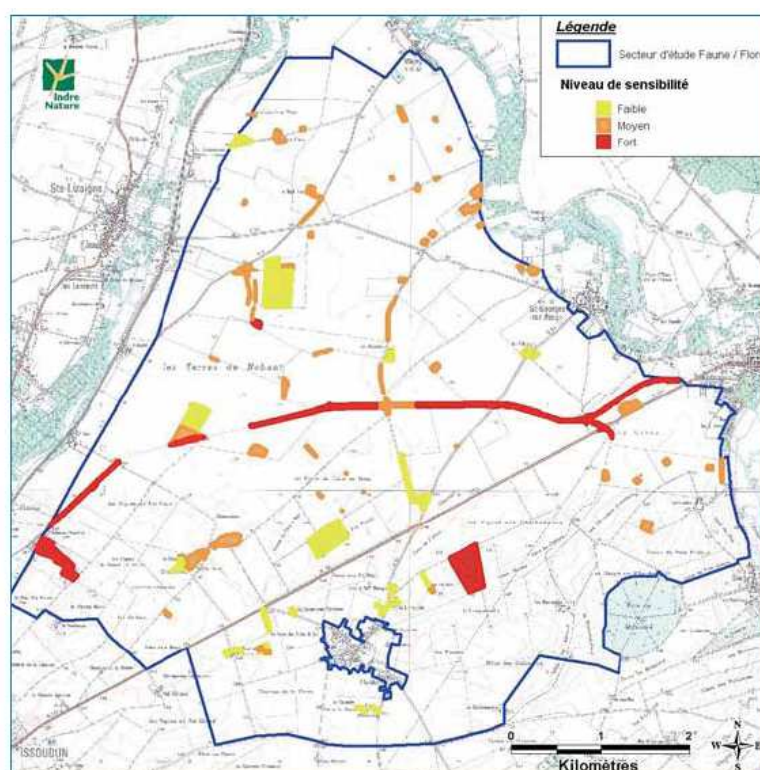
Le faible nombre de contacts peut s'expliquer par la nature du secteur d'étude, zone de grandes cultures céréalières, ouverte, pauvre en bosquets, haies et plans d'eau. Cette configuration semble peu propice aux chiroptères qui affectionnent les secteurs boisés, utilisés comme zone de chasse, de reproduction,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

Aucune destruction de formation boisée (haie ou bosquet) n'étant envisagée, la création d'un parc éolien ne devrait pas faire l'objet d'enjeu spécifique relatif à la conservation des chiroptères sur le secteur d'étude, au vu des connaissances sur ce groupe en 2005.

Néanmoins, une étude de terrain devra être mise en place afin de déterminer une éventuelle mortalité induite par les éoliennes et non détectée dans la présente étude.



Carte n° 6. Typologie simplifiée de la zone d'étude, extrait de l'étude d'impact



Carte n° 7. Niveaux de sensibilité générale des différents secteurs de la zone d'étude, extrait de l'étude d'impact

Limites de l'étude d'impact

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

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

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

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

La période de mise en place et le nombre des points d'écoute effectués dans cette étude d'impacts sont donc aujourd'hui fortement critiquables. En effet, seuls 2 points d'écoute ont été effectués au sein de la zone d'étude lors de la seule nuit du 15 juillet 2005.

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

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 prénuptiale et en hivernage	Cyril BELLANGER
Chargé d'études faunistique - suivi du comportement des oiseaux en migration postnuptiale et en reproduction	Lucien BASQUE
Technicien mortalité - Récolte des données avifaune et chiroptères	Melissa GOEPFERT

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 de ces espèces migratrices.

II.2 Prospections

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

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Migration postnuptiale (3 passages)		
1	23/09/2016	Temps ensoleillé à peu couvert, vent léger sud-est, bonne visibilité, 11,5 à 25°C

2	14/10/2016	Temps couvert et pluie modérée, vent léger est puis nord-est, visibilité moyenne, 8,5 à 11°C
3	04/11/2016	Temps peu couvert, vent léger sud-ouest, bonne visibilité, 0 à 8°C
Hivernage (2 passages)		
1	22/12/2016	Pluie - Vent faible - Nuageux 100% / 5°C
2	09/01/2017	Brouillard - pluie fine - Vent moyen / 2°C
Migration prénuptiale (3 passages)		
1	13/02/2017	Vent très fort d'Est - Nébulosité 90% nuageux / 3-10°C
2	02/03/2017	Ensoleillé - Vent moyen d'ouest - Nébulosité 50% / 6°C
3	23/03/2017	Ensoleillé - vent faible / 6°C
Avifaune nicheuse (3 passages)		
1	29/04/2016	Temps ensoleillé, vent léger nord-ouest, bonne visibilité, 4 à 14°C
2	20/05/2016	Temps couvert, vent léger sud-ouest, bonne visibilité, 13°C
3	24/06/2016	Temps ensoleillé durant la matinée puis très couvert en fin de journée, sans vent le matin puis vent léger nord-ouest en fin de journée, bonne visibilité, 19 à 23°C
Suivi mortalité (15 passages)		
1	15/07/2016	Ciel bleu
2	18/07/2016	Ciel bleu, vent 3 Beaufort
3	28/07/2016	Couvert 100%
4	04/08/2016	Couvert 100%, vent, pluie
5	12/08/2016	Ciel bleu
6	19/08/2016	Couvert
7	24/08/2016	Ciel bleu, 15-25°C
8	29/08/2016	Couvert 100%, vent 3 Beaufort
9	06/09/2016	Couvert 100%
10	15/09/2016	Couvert 100%, pluie
11	23/09/2016	Couvert 75%
12	30/09/2016	Couvert 100%, vent, quelques gouttes
13	07/10/2016	Ciel bleu
14	15/10/2016	Ciel bleu, vent 4 Beaufort
15	21/10/2016	Couvert 100%
Tests de prédation (2 tests)		
1	18/07/2016	Ciel bleu, vent 3 Beaufort
1	20/07/2016	Ciel bleu
1	21/07/2016	Couvert 100%
1	23/07/2016	Couvert 100%, pluie faible
1	25/07/2016	Couvert 100%
2	29/08/2016	Couvert 100%, vent 3 Beaufort
2	31/08/2016	Couvert 100%

Tests d'efficacité (2 tests)		
1	28/07/2016	Couvert 100%
2	06/09/2016	Couvert 100%

II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées

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 sur un cycle biologique complet a été 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, tel que préconisé dans l'étude d'impact, 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.

Aires d'étude du suivi

Le tableau ci-dessous récapitule les limites et l'intérêt des différentes aires d'étude définies lors du suivi :

Aires d'étude de l'expertise écologique	Principales caractéristiques et délimitation dans le cadre du projet
Aire d'étude immédiate	<p>Cette zone correspond à l'ancienne dénomination de la zone d'étude A de l'étude d'impact et correspond à l'emprise immédiate du parc éolien (implantation, ombre reportée, ancienne zone de travaux)</p> <p>C'est la zone où sont menées les investigations environnementales les plus poussées en vue d'identifier les possibles interactions actuelles du parc éolien avec l'avifaune.</p> <p>L'expertise s'appuie essentiellement sur des observations de terrain et sur les éléments bibliographiques cités plus loin. Elle vise à évaluer les différentes</p>

Tableau 5. Aires d'études définies lors du suivi du comportement de l'avifaune	
Aires d'étude de l'expertise écologique	Principales caractéristiques et délimitation dans le cadre du projet
	interactions du parc sur l'avifaune et ses habitats.
Aire d'étude rapprochée	<p>Cette zone correspond à l'ancienne dénomination de la zone d'étude B de l'étude d'impact et correspond à une zone tampon de 2km autour du parc éolien.</p> <p>Cette zone est potentiellement affectée par d'autres effets que ceux d'emprise (atteintes fonctionnelles), en particulier sur l'avifaune.</p> <p>L'expertise s'appuie à la fois sur les informations issues de la bibliographie, de la consultation d'acteurs ressources et sur des observations de terrain.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inventaires ciblés sur les oiseaux à plus large territoire, notamment les rapaces diurnes et nocturnes, les limicoles nicheurs ainsi que les oiseaux migrateurs.
Aire d'étude éloignée	<p>Cette zone correspond à l'ancienne dénomination de la zone d'étude C de l'étude d'impact et correspond à une zone tampon de 10km autour du parc éolien.</p> <p>Cette zone qui correspond à l'entité écologique dans laquelle s'insère le parc éolien, elle peut s'avérer affectée au niveau de la fonctionnalité pour les oiseaux migrateurs ou les oiseaux nicheurs à larges domaines vitaux (rapaces, ardélidés, échassiers...).</p> <p>Les données qui ont été collectées sur cette zone sont ponctuelle et non exhaustives.</p>

II.3.1 Etude de l'activité de l'avifaune en période de migration postnuptiale

Cf. carte 8 : Localisation des points d'observations lors du suivi de la migration postnuptiale

Pour ce suivi, quatre points d'observation ont été définis lors de la migration postnuptiale, dans l'aire d'étude immédiate. 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 (septembre à novembre). La durée d'observation par point est d'environ 1 heure.

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.

L'ensemble de l'aire d'étude immédiate et rapprochée a également été parcouru en voiture à faible allure pour rechercher les stationnements migratoires. L'aire d'étude éloignée a également fait l'objet d'une recherche des stationnements mais de manière moins exhaustive, en raison d'une recherche réalisée en véhicule, qui ne permettait pas d'accéder à certains secteurs isolés. Ces recherches ont concerné l'ensemble des espèces effectuant des stationnements migratoires.

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

Cf. Carte 9 : Localisation des points d'observation et des transects en période d'hivernage

Deux passages ont été effectués entre décembre 2016 et 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.).

Pour ce faire, l'observateur a effectué 6 points d'observation fixes, permettant une vue dégagée sur l'ensemble du parc éolien. Chaque point d'observation était d'une durée d'environ 45min. 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, des transects au niveau du parc éolien et aux abords de celui-ci 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 les passages effectués ne permettent pas de prendre en compte toutes les espèces.

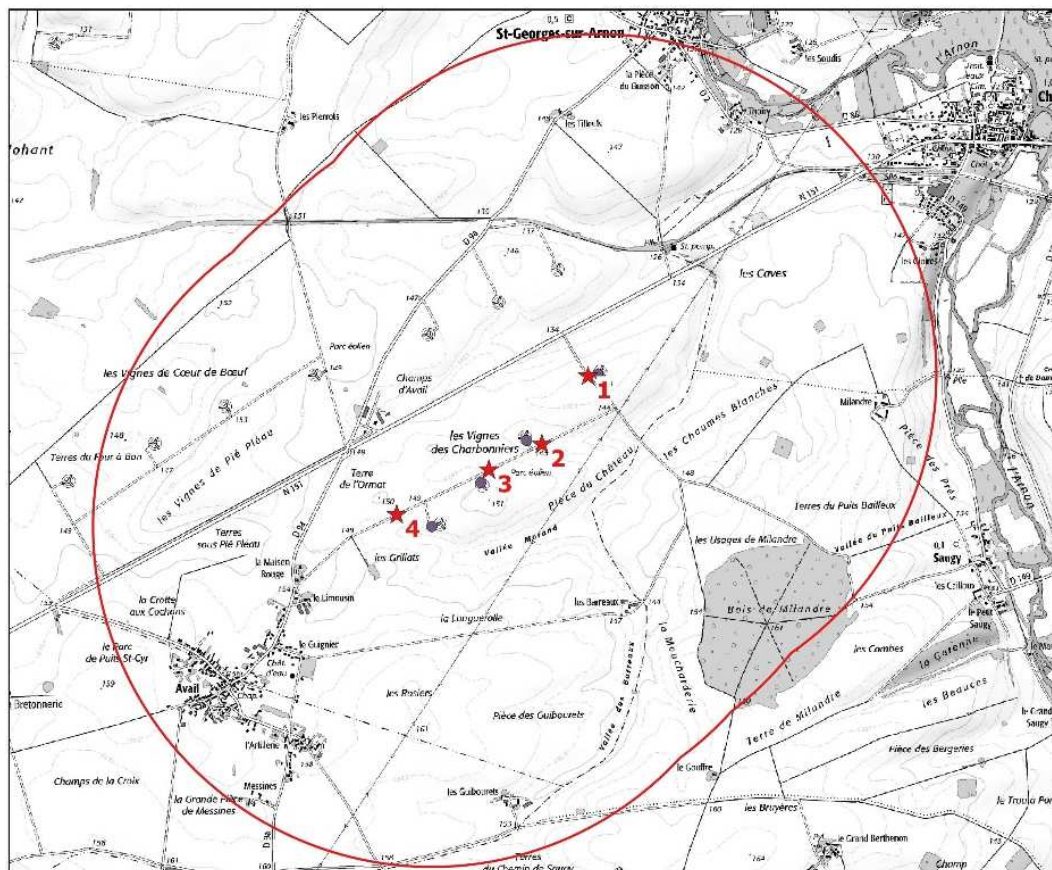
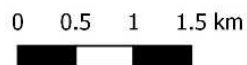
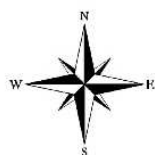


Expertises réalisées en période postnuptiale pour le suivi comportemental

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)

Légende

- Aire d'étude rapprochée (secteur prospecté en véhicule à faible allure et à chaque visite)
- Eolienne
- ★ Point fixe d'observation



Windspects - Tous droits réservés - Sources : IGN S.A.N.25 (2013) - Cartographie : Biotope 2016

Carte n° 8. Localisation des points d'observations lors du suivi de la migration postnuptiale

Localisation des points d'observations en période hivernale



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



Légende

- ★ Parc éolien des Joyeuses
- Points d'observation



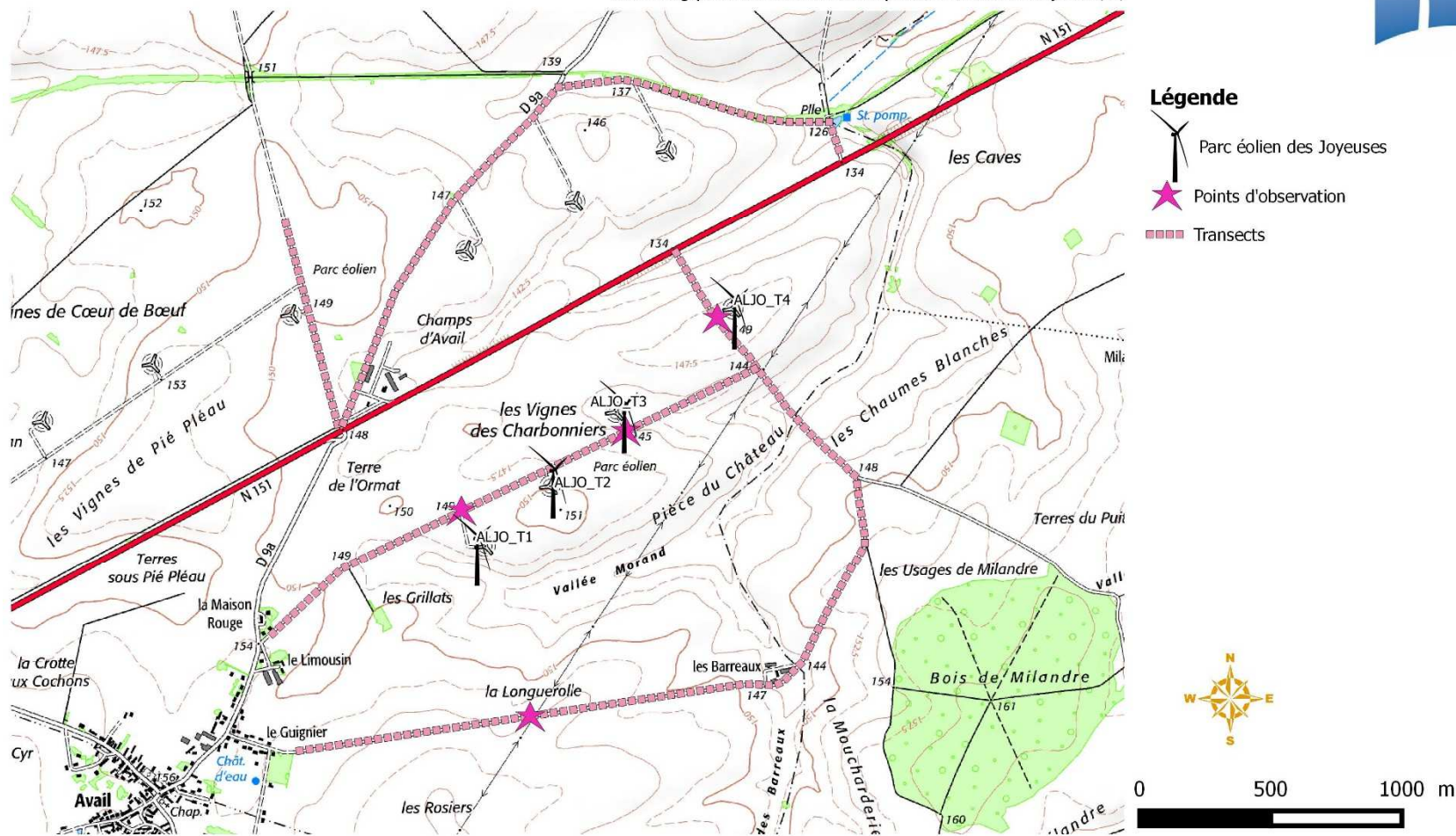
© WINDPROSPECT - Tous droits réservés - Sources : © BingAerial© (2004), © BIOTOPE 2017 - Cartographie : Biotope, 2017

Carte n° 9. Localisation des points d'observations en période hivernale

Localisation des points d'observation et des transects en migration prénuptiale



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



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

Carte n° 10. Localisation des points d'observations et des transects en période de migration prénuptiale

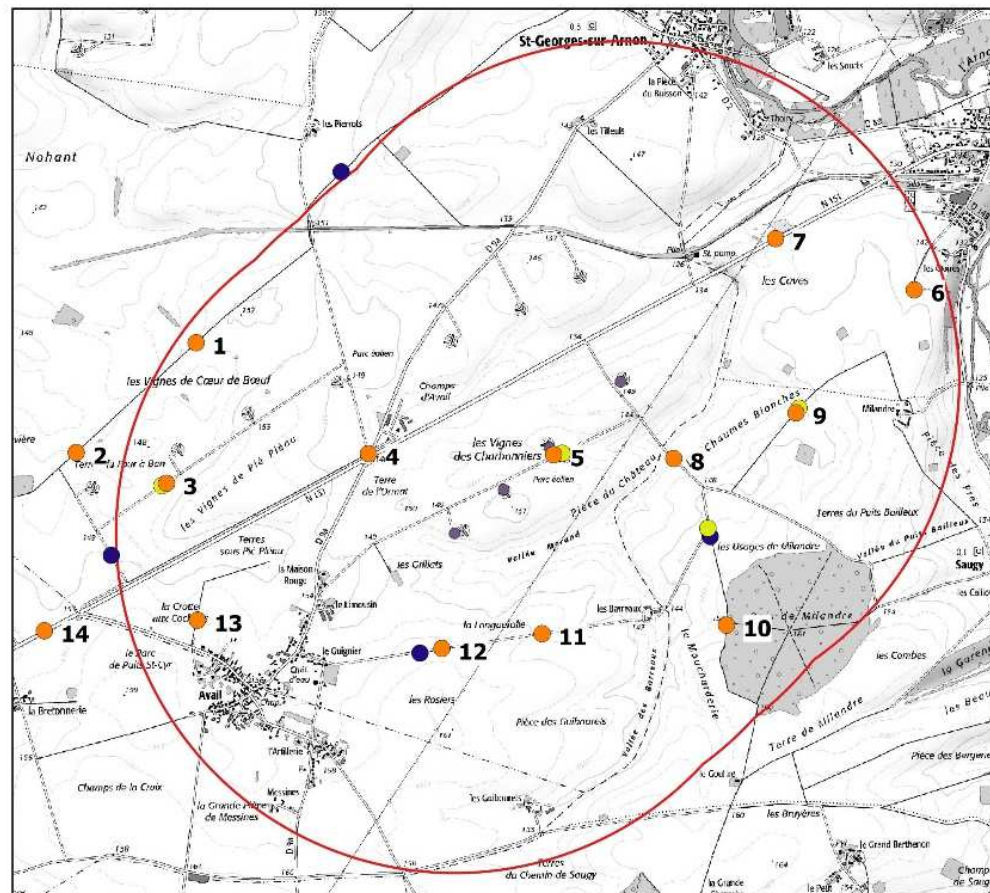


Expertises réalisées en période de reproduction pour le suivi comportemental

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)

Légende

- Aire d'étude rapprochée
- Eolienne
- Point IPA
- Point fixe d'observation (Busards)
- Point d'écoute nocturne (Repanse Oedicnème criard)



© Windsprospects - Tous droits réservés - Sources : IGN SCAN25 (2013) - Cartographie : Biotope 2016

Carte n° 11. Localisation des points d'écoute IPA, nocturnes et des points d'observation effectués lors du suivi de l'avifaune nicheuse sur le parc éolien des Joyeuses

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

Cf. Carte 10 : 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 4 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 11 : Localisation des points d'écoute IPA, nocturnes et des points d'observation effectués lors du suivi de l'avifaune nicheuse sur le parc éolien des Joyeuses

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. Quatre points fixe d'observation d'une heure ont été effectués durant la période estivale afin d'identifier les territoires de Busards au sein de l'aire d'étude rapprochée.

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, 14 points d'écoute de ce type ont été définis dans les aires d'étude immédiate et rapprochée, en prenant soin de balayer l'ensemble des milieux présents. Quatre points d'écoute nocturne ont également été réalisés au niveau des cultures de printemps pour contacter l'Œdicnème criard.

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

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

Les 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 15 juillet au 21 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 18/07/16 au 25/07/16 pour les 3 éoliennes suivantes : ALJO_T2, ALJO_T3 et ALJO_T4
- Du 29/08/16 au 05/09/16 pour les 3 éoliennes suivantes : ALJO_T1, ALJO_T2 et ALJO_T3

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

Détermination du coefficient de correction surfacique

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

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

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.

A cela s'ajoute un autre biais rencontré, induit par le travail des agriculteurs sur leurs parcelles. En effet, le travail du sol dépend de la météo et il est impossible de savoir à quel moment les agriculteurs vont passer sur leurs champs, entraînant le déplacement hors zone ou l'enterrement involontaire des dépouilles.

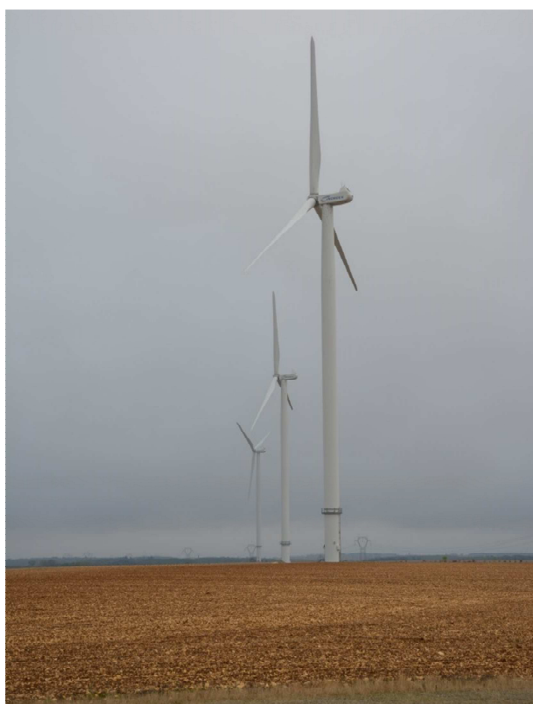
La pose de rats paraît être une bonne solution pour tester la prédation. On peut cependant penser que le nombre important de rats déposés (concentration), ainsi que leur taille et leur couleur peuvent augmenter leur attractivité et leur détectabilité pour les prédateurs. Il faudrait éviter les rats blancs 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 est plus détectable pour un prédateur qu'une chauve-souris, il correspond à une taille intermédiaire entre les chiroptères et les oiseaux et semble donc être un bon compromis.

L'efficacité du suivi de la mortalité est fortement dépendante du type de recouvrement végétal sous les éoliennes. Les milieux cultivés hauts et denses (type blé, tournesol ou maïs) sont incompatibles avec les suivis. Une hauteur de végétation supérieure à 10 cm rend difficile la prospection. En fonction

des cultures, la zone d'étude ne peut donc pas toujours être prospectée dans son intégralité ou avec une probabilité de détection moindre.

Dans le cas du suivi mené sur le parc éolien des Joyeuses, 15 passages ont été menés par le même observateur. Les éoliennes ALJO_T3 et ALJO_T4 ont pu être prospectées intégralement durant toute la durée du suivi. Cependant la capacité de détection de l'observateur a fortement diminuée sur ces éoliennes à partir du mois d'octobre, soit les 3 derniers passages, en raison de la pousse de mauvaises herbes ou la remise en culture des parcelles. L'éolienne ALJO_T1 n'a pu être prospectée qu'à partir du 4 août 2016, après la récolte des cultures. Durant les 3 premiers passages, seul 26% de la surface, correspondant au parking et à la zone de levage de l'éolienne, a été prospectée. De même pour l'éolienne ALJO_T2, seul 72% de la surface a pu être prospectée lors des 3 premiers passages.

Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats



Eoliennes du parc des Joyeuses. © Biotope, 2016



Busard cendré sur site. © Biotope, 2016



Alouette des champs sur site. © Biotope, 2016

III. Résultats des activités et mouvements d'oiseaux

III.1 Migration postnuptiale

Cf. cartes 12, 13 et 15 : Principaux stationnements et transits d'oiseaux remarquables observés en période de migration postnuptiale

Cf. Carte 14 : Principaux stationnements et transits d'oiseaux non patrimoniaux observés en période de migration postnuptiale

L'expertise de terrain des oiseaux migrateurs postnuptiaux a été menée sur le parc éolien des Joyeuses, localisé sur la commune de Saint Georges sur Arnon. La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre de la présente étude mais intègre également les données issues de l'étude comportementale du parc des Barbes d'or dont l'aire d'étude est jointive avec celle des Joyeuses.

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

Richesse spécifique

A l'issue des prospections réalisées en période de migration postnuptiale (septembre, octobre et novembre 2016), **64 espèces différentes, dont 45 espèces protégées en France et 19 régulables**, ont été observées sur l'ensemble des aires d'étude et seulement 31 espèce au sein du parc éolien de Joyeuse et de ses abords.

Cette faible richesse spécifique peut être le reflet d'une diversité d'habitats plus réduite au profit des vastes espaces agricoles qui abritent globalement peu d'espèces à cette période.

- Suite aux différents passages, les points d'observations ont permis de contacter 17 espèces en septembre et 16 en octobre et 17 en novembre.
- Suite aux différents passages, les transects en véhicules au sein des aires d'étude immédiate et rapprochée ont permis d'observer 12 espèces (7 en septembre, 9 en octobre et 5 en novembre).

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 et autres oiseaux migrateurs ;
- Les rapaces migrateurs ;
- Les limicoles migrateurs ;
- Les autres oiseaux d'eau migrateur ;
- Les échassiers migrateurs.

Les espèces sédentaires rencontrées lors des prospections sont également mentionnées.

★ *Les passereaux et autres oiseaux migrateurs*

Au moins 45 espèces de passereaux et autres oiseaux migrateurs ont été observées sur les aires d'études durant la période de migration postnuptiale, en halte migratoire ou en migration active. Une part importante d'espèces migre la nuit (Fauvettes, Hypolaïs, Gobemouches, Pouillots, Roitelets,

Rousserolles...). De nombreuses autres espèces peuvent de ce fait se rencontrer en migration sur les aires d'études.

Parmi les passereaux et autres oiseaux observés 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, comme l'Alouette des champs, l'Etourneau sansonnet, le Pigeon ramier et la Linotte mélodieuse. D'autres passereaux ne sont présents qu'en halte migratoire : le Pinson du Nord, le Pouillot fitis, le Traquet motteux, le Tarin des aulnes, le Pipit spioncelle, le Bec croisé des sapins, etc.

L'espèce la plus abondante durant la période de migration postnuptiale est représentée par l'**Etourneau sansonnet** avec plus de 494 individus. Vient ensuite le **Pigeon ramier** (164 individus) et l'**Alouette des champs** (130 individus).

Ce groupe d'espèces présente la plus forte richesse spécifique au sein des aires d'étude durant les périodes de migration. 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 altitudes de vol de ces espèces sont globalement assez élevées en période postnuptiale (environ 233 m). Les axes de migration diurnes des passereaux sur l'ensemble des aires d'étude peuvent être globalement qualifiés de larges et diffus. A l'échelle des aires d'étude rapprochée et éloignée, les principaux éléments paysagers tels que les boisements situés à l'est de la vallée de l'Arnon concentrent l'essentiel des effectifs d'oiseaux migrants. La vallée de l'Arnon et le bois de Milandre fournissent également des corridors probablement très fréquentés par les passereaux et les autres oiseaux lors des périodes de migration.

En période postnuptiale, les stationnements observés sont parfois importants et concernent plusieurs espèces comme l'Etourneau sansonnet et le Pigeon ramier. Les effectifs peuvent atteindre localement plus de 1000 individus d'Etourneau sansonnet et jusqu'à 100 individus de Pigeon ramier.

La plupart des autres espèces ont été observées à l'unité ou en petits groupes. L'aire d'étude immédiate et rapprochée constituée d'une grande part de zone cultivée fournit des zones d'alimentation privilégiée pour la plupart des espèces affectionnant les milieux ouverts. Le **Pipit farlouse** et l'**Alouette des champs** s'y observent en groupes ne dépassant pas 50 individus.

Les bosquets et les haies présentes ponctuellement au sein de l'aire d'étude rapprochée permettent d'offrir des sites de halte pour plusieurs espèces de passereaux migrants dont la plupart des sylvidés (famille des fauvettes), des turdidés (famille des merles et grives) et des fringilles (famille des pinsons, linottes, verdiers, etc.).

★ *Les rapaces migrants*

Huit espèces de rapaces ont été observées sur les aires d'étude durant la période de migration postnuptiale.

Seule quatre espèces ont été notées en migration active : le **Busard des roseaux**, le **Faucon émerillon**, le **Faucon crécerelle** et le **Milan royal**.

Le **Busard des roseaux** a été noté à l'unité en migration active le long de la vallée de l'Arnon (aire

d'étude éloignée) durant le mois de novembre à une altitude d'environ 125 m.

Le **Faucon émerillon** est également noté à l'unité en migration active au ras du sol au sein du parc éolien des Barbes d'or durant le mois d'octobre (aire d'étude éloignée). Cette espèce s'observe également en stationnement et en chasse au sein de la plupart des cultures de l'aire d'étude rapprochée durant le mois de novembre.

Le **Milan royal** a été observé à l'unité en migration active pour un total de 2 individus contactés sur l'aire d'étude éloignée durant le mois de novembre à des altitudes comprises entre 45 et 175 m. Cette espèce longe la vallée de l'Arnon et n'hésite pas à transiter entre les différents parcs éoliens.

Le **Faucon pèlerin** a été observé à l'unité en halte au sein des cultures de l'aire d'étude éloignée durant le mois de novembre. Cette espèce fréquente également les abords du parc des Joyeuses ; notamment au niveau des pylônes haute-tension situés au sud du parc (Thevenin M., comm pers., 2016).

Le **Busard Saint Martin** a été observé à l'unité et totalise jusqu'à 5 individus en chasse ou en transit sur l'ensemble des milieux ouverts de l'aire d'étude rapprochée. Cette espèce a principalement été observée à l'est du parc éolien durant le mois de septembre à des altitudes assez élevées comprises entre 50 et 100 m.

La **Buse variable** est une espèce très commune, observée régulièrement au sein des aires d'étude durant toute la période postnuptiale. Entre 2 et 15 individus ont été observés à des altitudes variables comprises entre 10 et 200 m pour une moyenne d'environ 76 m.

Le **Faucon crécerelle** a été observé régulièrement en chasse au sein des plaines cultivées des aires d'étude et totalise 1 à 9 individus durant toute la période postnuptiale. Cette espèce s'observe à l'unité, en chasse et en transit, à une altitude moyenne de 34 m (entre 10 et 200 m). Un individu est observé en migration active à une altitude de 30 m durant le mois d'octobre.

★ *Les limicoles migrants*

Trois espèces de Limicoles ont été observées durant la période de migration postnuptiale : l'**Œdicnème criard**, le **Vanneau huppé** et le **Pluvier doré**. La plupart des espèces de ce groupe migre la nuit ; de ce fait de nombreuses autres espèces sont potentielles.

Trois individus d'**Œdicnème criard** ont été observés en rassemblement postnuptial dans un chaume de colza situé à proximité du parc éolien des Barbes d'or (aire d'étude éloignée).

Le **Vanneau huppé** a été noté en faible effectif durant la période postnuptiale avec 14 individus contactés en stationnement au nord du parc des Barbes d'or durant le mois de novembre (aire d'étude éloignée). Aucun stationnement n'a été noté au sein de l'aire d'étude rapprochée mais un groupe comptant 13 individus a été observé en transit au sein du parc durant le mois de novembre. Une centaine d'individus ont également été observés en transit à faible altitude (50 m) le long de la vallée de l'Arnon (aire d'étude éloignée) durant le mois de novembre.

Le **Pluvier doré** a été observé en faible effectif en halte au sein des cultures situées au sud-est du parc éolien des Barbes d'or (aire d'étude éloignée) durant le mois de novembre. Quelques groupes en transit sont notés à cette même période au sein de l'aire d'étude éloignée et totalisant plus de 60 individus à des altitudes assez élevées (100 à 175 m). Un groupe de 40 individus est noté cerclant à 150 m d'altitude à proximité des éoliennes situées au nord du parc des Joyeuses.

★ *Les autres oiseaux d'eau (Anatidés...)*

4 espèces appartenant à ce groupe ont été contactées durant la période de migration postnuptiale ; il s'agit du **Canard colvert**, du **Grand cormoran**, de la **Gallinule poule d'eau** et du **Martin pêcheur**

d'Europe.

L'espèce la plus abondante durant la période postnuptiale est représentée par le Grand cormoran. Le **Canard colvert** a été observé en migration active en faible effectif le long de la vallée de l'Arnon durant le mois de septembre. Deux individus ont notamment été vus à une altitude de 100 m. Un groupe de 13 canards non déterminés ont été notés à cette même période en transit à une altitude de 75 m le long de la vallée de l'Arnon (aire d'étude éloignée).

Le **Grand cormoran** a été observé en petit groupe comptant 3 à 7 individus en migration active durant le mois de novembre le long des vallées de l'Arnon, de la Théols ainsi qu'au sud du parc éolien des Joyeuses au sein de la vallée Morand. Quelques groupes plus importants peuvent cependant s'observer ponctuellement avec jusqu'à 36 individus notés en migration active en septembre. En migration, cette espèce a été observée à des altitudes assez élevées (100 à 200 m).

La **Gallinule poule d'eau** et le **Martin pêcheur d'Europe** ont été observés très localement à l'unité à proximité des cours d'eau et des points d'eau (Arnon, étangs...).

★ *Les échassiers migrants*

Trois espèces d'échassiers ont été contactées en migration active et en transit en période de migration sur les aires d'étude : la **Grue cendrée**, la **Grande aigrette** et le **Héron cendré**.

La **Grue cendrée** représente l'espèce la plus abondante de ce groupe. 1448 individus ont été notés en migration active en novembre dans un axe orienté nord-est/sud-ouest et à des altitudes assez élevées (334 m en moyenne et comprises entre 50 et 500m). En migration postnuptiale, la Grue cendrée semble fréquenter localement un large couloir mais concentre cependant ses effectifs au nord de l'ensemble des parcs éoliens locaux pour transiter au-dessus de Migny et Sainte Lizaigne. La Grue cendrée concentre également ses effectifs à l'est du parc des Joyeuses pour transiter essentiellement au-dessus de Charost pour se diriger vers le Bois de Milandre. Des prises ascensionnelles sont essentiellement notées le long de la vallée de l'Arnon ainsi que ponctuellement au sein des microreliefs présents sur le plateau cultivé.

Plusieurs individus ou petits groupes de Grue cendrée totalisant 5 individus ont été observés en transit local vers le nord-est à des altitudes moyennes de 150 m au sein du parc éolien. Ces individus doivent probablement rechercher des sites d'alimentation.

Le **Héron cendré** est une espèce observée à l'unité, totalisant 2 à 3 individus durant toute la période postnuptiale. Cette espèce s'alimente régulièrement à l'unité au sein des milieux ouverts et transite à des altitudes inférieures à 10 m à proximité du parc éolien.

La **Grande aigrette** a été notée à l'unité et totalise jusqu'à 2 individus durant le mois de novembre. Cette espèce a été observée en transit local le long des vallées de l'Arnon et de la Théols à des altitudes de 30 à 50 m.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Dans le cadre des expertises effectuées en 2016, **quinze 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 6. Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude (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	-	Migrateur commun	1	1	En halte au sein d'une truffière située à proximité du parc éolien des Barbes d'or (aire d'étude éloignée).
Bruant ortolan <i>Emberiza hortulana</i>	Protégé	Oui	LC	EN	Migrateur rare		1	Mâle en halte au sein d'une haie située au nord du parc éolien des Barbes d'or (« le Bail neuf »)
Busard des roseaux <i>Circus aeruginosus</i>	Protégé	Oui	LC	NA d	Migrateur commun		1	En migration active le long de la vallée de l'Arnon (aire d'étude éloignée)
Busard Saint Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	Oui	NT	NA d	Migrateur commun	2	5	En chasse et en transit sur l'ensemble des milieux ouverts des aires d'étude notamment au nord du parc éolien.
Faucon émerillon <i>Falco columbarius</i>	Protégé	Oui	LC	NA d	Migrateur rare	2	3	En migration active au ras du sol au sein du parc éolien des Barbes d'or (aire d'étude éloignée). Deux femelles en stationnement et en chasse au sein des cultures (aire d'étude rapprochée et éloignée).
Faucon pèlerin <i>Falco peregrinus</i>	Protégé	Oui	LC	NA d	Migrateur peu commun	3	1	Femelle en stationnement au sein des cultures (aire d'étude rapprochée).
Grande aigrette <i>Ardea alba</i>	Protégé	Oui	LC	-	Migrateur peu commun		2	En transit local le long des vallées de l'Arnon et de la Thèols à des altitudes de 30 à 50 m.
Grue cendrée <i>Grus grus</i>	Protégé	Oui	LC	NA c	Migrateur commun	2	1453	En migration active dans un axe orienté nord-est/sud-ouest 5 individus en transit local vers le nord-est
Martin pêcheur d'Europe	Protégé	Oui	VU		Espèce sédentaire		2	Au sein de l'aire d'étude éloignée (vallée

Tableau 6. Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude (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
<i>Alcedo atthis</i>					et fréquente			de l'Arnon et étang).
Milan royal <i>Milvus milvus</i>	Protégé	Oui	NT	NA c	Migrateur peu commun	4	2	En migration active. Longe la vallée de l'Arnon (aire d'étude éloignée).
Oedicnème criard <i>Burhinus oedicnemus</i>	Protégé	Oui	LC	NA d	Migrateur peu commun	2	3	En rassemblement postnuptial (aire d'étude éloignée).
Pinson du nord <i>Fringilla montifringilla</i>	Protégé	Non	VU	NA d	Migrateur commun		2	Posés au sein des zones cultivées (aire d'étude éloignée)
Pipit farlouse <i>Anthus pratensis</i>	Protégé	Non	VU	NA d	Migrateur commun		52	En stationnement au sein des cultures. En migration dans un axe majoritaire orienté nord-est /sud-ouest.
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	Chassable	Oui	LC	-	Migrateur commun	1	61	En halte et en transit au sein des cultures au sud-est du parc des Barbe d'or (aire d'étude éloignée). Un groupe noté cerclant à proximité des éoliennes situées au nord du parc des Joyeuses.
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	Chassable	Oui	VU	NA d	Migrateur commun		114	En stationnement au nord du parc (aire d'étude éloignée). En transit le long de la vallée de l'Arnon (aire d'étude éloignée) et au sein du parc.

Légende :

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

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, six espèces sont classées « rouge », « orange » ou « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (*Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015*) : le Milan royal, le Faucon pèlerin, le Faucon émerillon, le Busard Saint-Martin, la Grue cendrée et l'Oedicnème criard.

- ☞ Treize sont d'intérêt européen car inscrites en annexe I de la directive européenne 2009/147/EC dite directive « Oiseaux ». Hormis le Pluvier doré et le Vanneau huppé, elles sont également protégées en France : la Grande aigrette, la Grue cendrée, le Martin pêcheur d'Europe, le Milan royal, l'Oedicnème criard, l'Alouette lulu, le Bruant ortolan, le Busard des roseaux, le Busard Saint Martin, le Faucon émerillon, le Faucon pèlerin, le Pluvier doré et le Vanneau huppé.
- ☞ Le Bruant ortolan et le Faucon émerillon sont des migrateurs rares en région Centre. Le Bruant ortolan est également considéré comme en danger d'extinction sur la liste rouge française des oiseaux migrateurs. La France a donc une responsabilité de préservation particulière pour cette espèce, fortement menacée.
- ☞ Le Martin-pêcheur d'Europe, le Pinson du nord, le Pipit farlouse et le Vanneau huppé sont considérés comme « vulnérable » sur la liste rouge européenne des oiseaux nicheurs. La France a donc une responsabilité de préservation pour ces espèces en période de migration/hivernage.

III.1.1 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

Aucun chapitre dédié à la migration postnuptiale des oiseaux n'est présent dans l'étude d'impact de 2005. Une liste complète d'espèces en migration est cependant notée, même si les périodes de migration pré-nuptiale et post-nuptiale ne sont pas différenciées. Le nombre de points d'observations, la taille de l'aire d'étude et l'échelle de temps utilisés en 2005 étant beaucoup plus importants qu'en 2016, il est donc difficile de comparer les deux études.

On notera tout de même que sept espèces patrimoniales, non observées en 2005, ont été notées en 2016 : l'Alouette lulu, le Bruant ortolan, le Faucon pèlerin, la Grande aigrette, le Martin-pêcheur d'Europe, le Pinson du nord, le Pipit farlouse et le Pluvier doré.

On notera également qu'en 2016, lors des suivis réalisés lors de la migration postnuptiale, 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. 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.

III.1.2 Synthèse de l'expertise en migration postnuptiale

Les inventaires réalisés par Biotope en 2016 ont permis de recenser **64 espèces** durant la période de migration postnuptiale dont **15 sont patrimoniales**.

Pour les espèces remarquables, la présence des éoliennes à proximité n'a pas l'air d'être un élément dérangeant pour leur migration, hormis peut-être pour la Grue cendrée qui semble éviter

les parcs éoliens. Ces changements de direction à chaque parc éolien peuvent faire perdre beaucoup d'énergie à ces oiseaux sur l'ensemble de leur trajet migratoire.

Les principaux corridors boisés situés à l'est de l'aire d'étude éloignée concentrent les effectifs d'oiseaux migrants non patrimoniaux comme le Pigeon ramier. Le Bois de Milandre et la vallée Morand situés au sud du parc éolien de Joyeuse canalisent la plupart des oiseaux migrants.

Les principaux transits d'oiseaux d'eau sont essentiellement notés le long des vallées de l'Arnon et de la Théols.

Des groupes notables d'oiseaux non patrimoniaux sont notés en stationnement et en alimentation aux abords des éoliennes durant la période postnuptiale. Les principaux groupes qui s'observent à proximité immédiate des éoliennes sont représentés par l'Alouette des champs. Des risques de collision sont possibles si des mouvements de panique s'opèrent au sein de ces groupes (prédateurs, dérangements...). Le Pigeon ramier et l'Etourneau sansonnet forment également des groupes localement importants qui s'alimentent à une distance plus éloignée des machines.

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).

Analyse des réactions des oiseaux en migration active lors de la migration pré-nuptiale

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, les espèces patrimoniales observées, n'ont pas montré de réaction particulière vis-à-vis du parc éolien. Cependant la plupart de ces espèces ont été contactées soit volant loin des éoliennes (Grande aigrette, Busard des roseaux, Pluvier doré, Vanneau huppé), soit posées dans les cultures (Alouette lulu, Bruand ortolan, Oedicnème criard, Pinson du nord). Les interactions avec le parc éolien n'ont donc pas pu être observées pour ces espèces.

Le Faucon émerillon, le Faucon pèlerin et le Milan royal ont été observés en vol au sein ou à proximité immédiate des éoliennes sans montrer un comportement particulier vis-à-vis de celles-ci.

En revanche, le Busard Saint-Martin et la Grue cendrée semblent éviter le parc. Le Busard Saint-Martin a été observé à plus de 700m des éoliennes.

Concernant la Grue cendrée, aucun comportement de contournement, de prise de hauteur ou de panique n'a été noté durant la période postnuptiale. La plupart des effectifs sont cependant observés au nord et à l'est du parc. Ces concentrations notées en marge des parcs éoliens peuvent signaler une modification des trajectoires de vol. Dans l'ensemble, l'espèce semble bien anticiper ses trajectoires en amont du parc éolien pour concentrer ses effectifs au nord et à l'est du parc. Les effectifs traversant le parc sont négligeables montrant ainsi l'évitement très probable du parc bien en amont, phénomène difficile à identifier sans une étude radar. Un effet barrière semble bien visible sur l'ensemble des parcs éoliens présents dans les plaines agricoles localisées entre Issoudun, Migny et Charost.

Les autres 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.

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

Les faibles effectifs observés invitent à la prudence mais on remarque que les oiseaux passant sous le niveau des pales et au-dessus des pales sont plus nombreux que ceux passant au niveau des pales. Globalement, peu d'oiseaux passent au niveau des pales. On retrouve néanmoins plusieurs espèces sensibles au risque de collision, pouvant passer au niveau des pales : **le Busard Saint-Martin, la Grue cendrée, et le Milan royal.**

Le Pipit farlouse, le Pluvier doré et le Busard des roseaux, bien que moins sensibles au risque de collision, volent également à hauteur de pales des éoliennes.

☞ Peu de comportements à risque sont observés au sein du parc éolien des Joyeuses au niveau des espèces patrimoniales. Certaines espèces sont plus exposées comme le **Faucon pèlerin** lors de ses activités de chasse, le **Pipit farlouse** lors de ses déplacements inter-parc, 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 faibles effectifs observés invitent à la prudence mais on remarque, qu'au niveau du parc éolien des Joyeuses, 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 postnuptiale, peu d'oiseaux contactés réagissent face aux éoliennes. Seuls le **Busard Saint-Martin** et la **Grue cendrée** semblent éviter de passer à proximité des éoliennes. Au regard des concentrations d'effectifs de Grue cendrée au nord et à l'est des parcs, il est fort probable qu'un **effet barrière** soit induit par l'ensemble des parcs présents sur le plateau cultivé entre Issoudun, Migny et Charost. Peu de groupe sont notés traversant l'ensemble de ces parcs.

- ☞ Les flux migratoire observés au sein des aires d'étude sont considérés comme assez important. Les corridors boisés situés à l'est des aires d'étude (Bois de Font Moreau et Bois de Milandre) ainsi que les vallées encadrant le parc éolien (vallée de l'Arnon et vallée Morand) doivent probablement concentrer l'essentiel des flux migratoires, notamment chez les passereaux.

- ☞ 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.



Principaux stationnements et transits d'oiseaux remarquables observés en période de migration postnuptiale: rapaces

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)

Légende

□ Aire d'étude rapprochée

● Eolienne

Espèces remarquables observées en stationnement

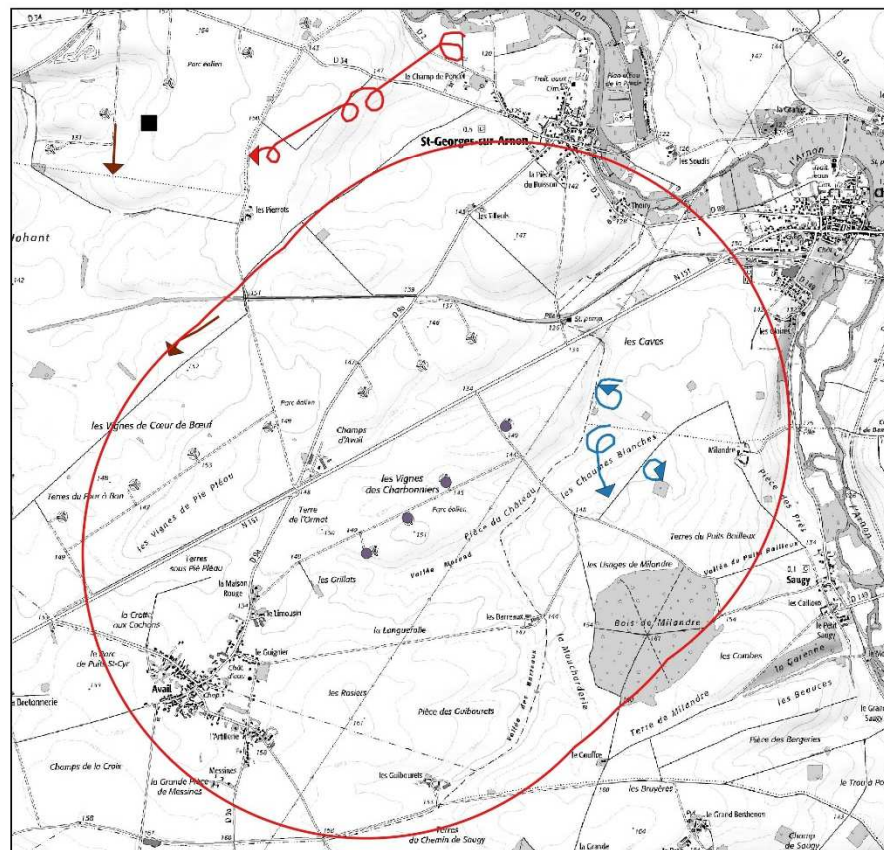
■ Faucon pèlerin

Espèces remarquables observées en transit

→ Busard Saint-Martin

→ Faucon émerillon

→ Milan royal



© Windsprospects - Tous droits réservés - Sources : IGN SCAN25 (2013) - Cartographie : Biotope® 2016

Carte n° 12. Principaux stationnements et transits d'oiseaux remarquables observés en période de migration postnuptiale : rapaces



Principaux stationnements et transits d'oiseaux remarquables observés en période de migration postnuptiale: échassiers, passereaux, limicoles et autres oiseaux d'eau

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)

Légende

▭ Aire d'étude rapprochée

● Eolienne

Espèces remarquables observées en stationnement

● Martin-pêcheur d'Europe

● Pipit farlouse

● Pluvier doré

Espèces remarquables observées en transit

➤ Grande Aigrette

➤ Pipit farlouse

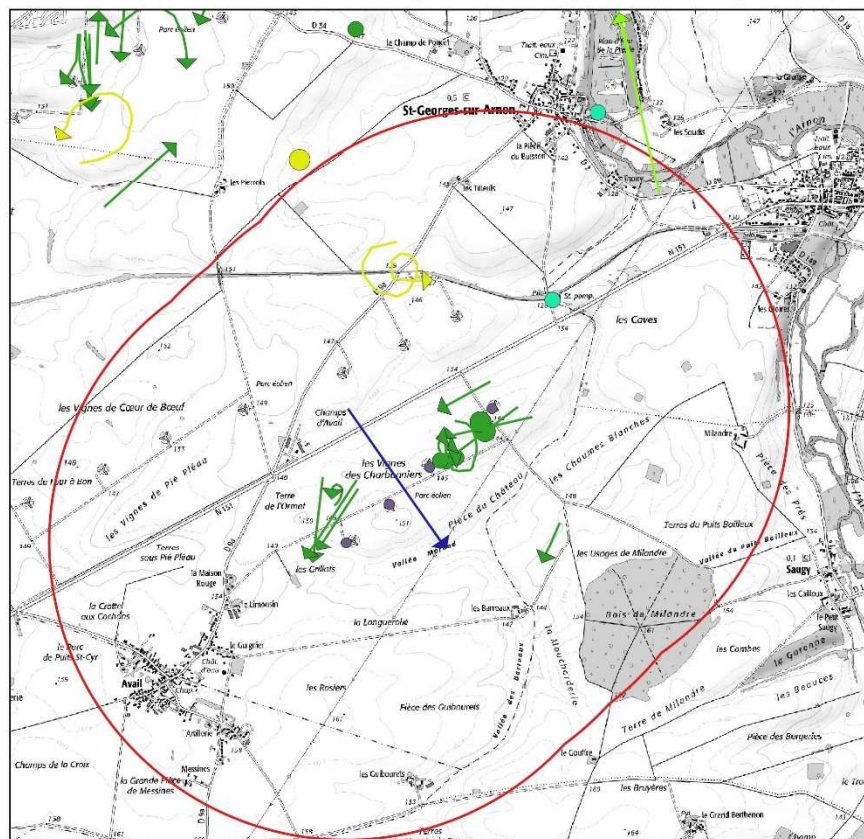
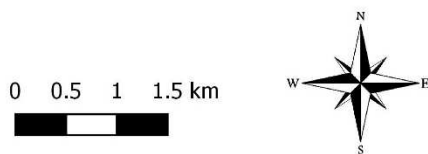
➤ Vanneau huppé

➤ Pluvier doré

Effectifs observés

○ 1 à 8 individus

○ 10 à 27 individus



© Windsprospects - Tous droits réservés - Sources : © IGN SCAN25 (2013) - Cartographie : Biotope® 2016

Carte n° 13. Principaux stationnements et transits d'oiseaux remarquables observés en période de migration postnuptiale : échassiers, passereaux, limicoles et autres oiseaux



Principaux stationnements et transits d'oiseaux non patrimoniaux observés en période de migration postnuptiale

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)

Légende

□ Aire d'étude rapprochée

● Eolienne

Espèces observées en stationnement

● Étourneau sansonnet

● Pigeon ramier

Espèces observées en transit

➤ Canard colvert

➤ Grand Cormoran

➤ Héron cendré

Effectifs observés

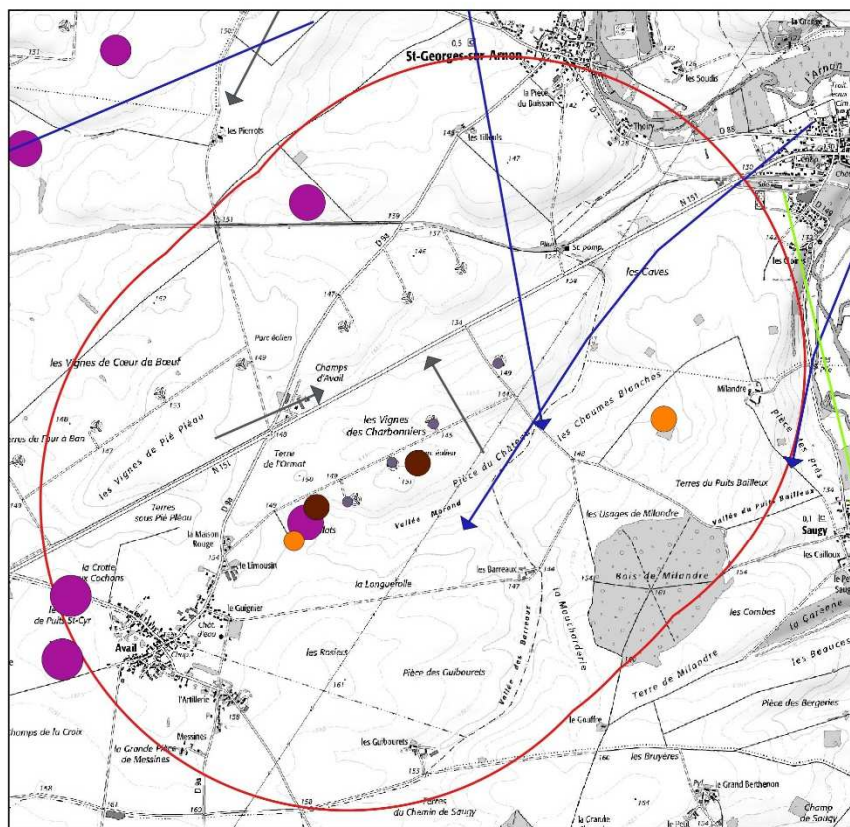
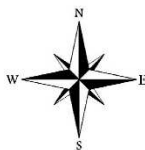
○ 50 à 60 individus

○ 100 à 150 individus

○ 200 à 500 individus

○ 1000 à 2000 individus

0 0.5 1 1.5 km



© Windspropects - Tous droits réservés - Sources : ©IGN SCAN25 (2013) - Cartographie : Biotope® 2016

Carte n° 14. Principaux stationnements et transits d'oiseaux non patrimoniaux observés en période de migration postnuptiale

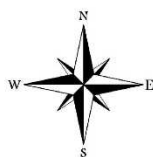
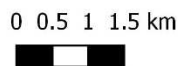
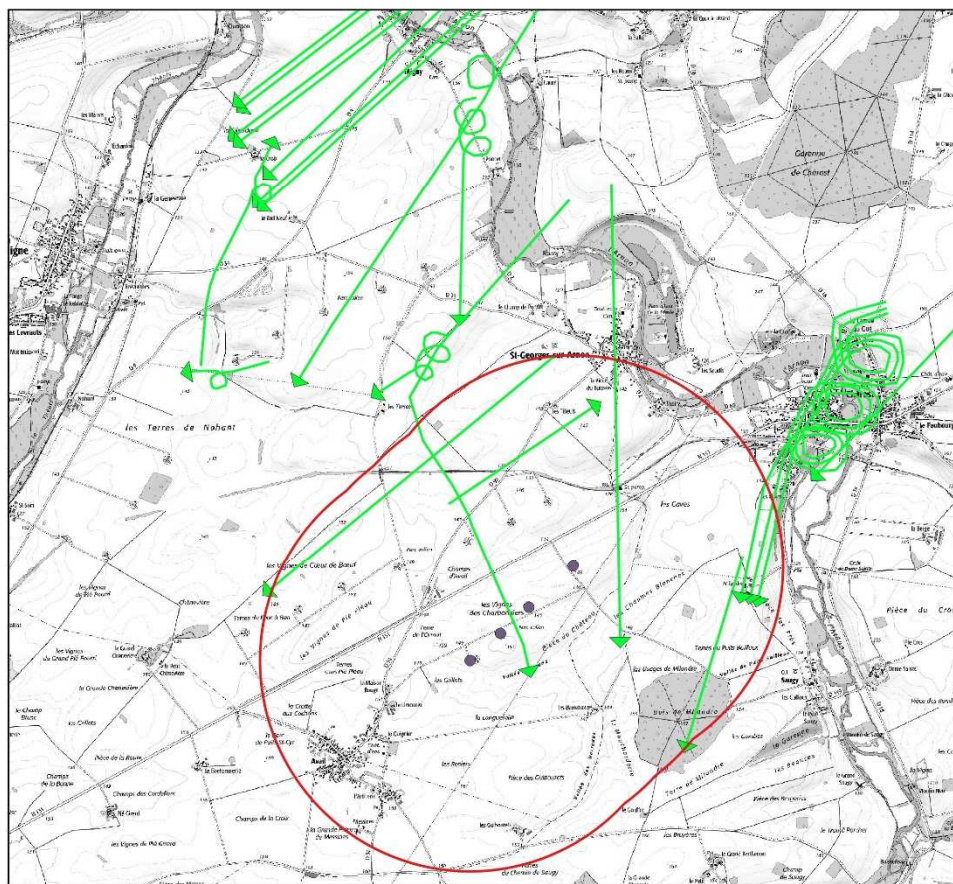


Observations de Grue cendrée en période de migration postnuptiale

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)

Légende

- Aire d'étude rapprochée
- Eolienne
- Observations de Grue cendrée**
- Migration active et transits locaux



© Windsprospects - Tous droits réservés - Sources : ©IGN SCAN25 (2013) - Cartographie : Biotope© 2016

Carte n° 15. Observations de Grue cendrée en période de migration postnuptiale

III.2 Hivernage

Cf. Carte 16 : Principaux stationnements et transits d'oiseaux observés en période d'hivernage

L'expertise de terrain des oiseaux hivernants a été menée sur le parc éolien des Joyeuses localisé sur les communes de Migny et de Saint Georges-sur-Arnon. La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre de la présente étude mais intègre également les données issues de l'étude comportementale du parc des Barbes d'Or dont l'aire d'étude est jointive avec celle des Joyeuses.

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

Richesse spécifique

A l'issue des prospections réalisées en période d'hivernage (décembre 2016, janvier 2017), 13 espèces, dont 7 protégées et 6 régulables, ont été observées sur le parc éolien et ses abords. Une espèce protégée supplémentaire peut être intégrée suites aux inventaires du parc des Barbes d'Or.

- Suite aux différents passages, les points d'observations ont permis de contacter 8 espèces en décembre 2016 et 9 espèces en janvier 2017.
- Suite aux différents passages, les transects en véhicules au sein des aires d'étude immédiate et rapprochée ont permis d'observer 1 espèce en janvier 2017.

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

- Les passereaux et autres oiseaux hivernants ;
- Les rapaces hivernants ;
- Les limicoles hivernants ;
- Les échassiers hivernants ;

Les espèces sédentaires rencontrées lors des prospections sont également mentionnées. 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.

★ *Les passereaux et autres oiseaux hivernants*

Au moins dix espèces de passereaux et autres oiseaux hivernants ont été observées sur les aires d'étude durant la période d'hivernage. Parmi celles-ci, la totalité fréquente le site à l'année.

La plupart des espèces ont été observées à l'unité ou en petits groupes de quelques dizaines d'individus. L'aire d'étude, constituée d'une grande part de zones cultivées, fournit des zones d'alimentation privilégiées pour la plupart des espèces affectionnant les milieux ouverts. Les espèces les plus abondantes sont l'**Étourneau sansonnet** (82 individus), le **Pigeon ramier** (16 individus), l'**Alouette des champs** (15 individus) et la **Corneille noire** (13 individus).

Les altitudes de vol de ces espèces sont globalement faibles en période hivernale (1 à 50 m). La quasi-totalité des individus, toutes espèces confondues, ont été détectés au sol.

★ *Les rapaces hivernants*

Deux espèces de rapaces ont été observées sur les aires d'étude durant la période hivernale. **La Buse variable** est une espèce très commune, observée régulièrement au sein des aires d'étude durant toute l'année. Deux individus ont été observés lors du premier passage en décembre 2016, posés au sol. Cette espèce n'a pas été revue en janvier 2017. **Le Faucon crécerelle** a été observé régulièrement au sein des plaines cultivées des aires d'étude durant toute la période hivernale. Deux individus ont été vus, en chasse et en transit, à une altitude moyenne de 15 m (entre 0 et 30 m).

★ **Les limicoles hivernants**

Une seule espèce de Limicoles a été observée durant la période hivernale : **le Pluvier doré**. Un groupe de 1254 individus a été observé en stationnement au sein des cultures situées à 2,3km au nord-ouest du parc éolien des Joyeuses, au niveau des « *Vignes de Cœur de Bœuf* » durant le mois de janvier 2017.

★ **Les échassiers hivernants**

Une seule espèce d'échassiers a été contactée en hivernage sur les aires d'étude : **le Héron cendré**. Cette espèce s'alimente régulièrement au sein des milieux ouverts.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Dans le cadre des inventaires réalisés par Biotope en 2016-2017, **une espèce patrimoniale** a été recensée en hivernage sur le site.

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 hivernantes remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2016)							
Nom vernaculaire (Nom scientifique)	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2011)	Statut en région Centre	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs
Pluvier doré (<i>Pluvialis præcarisa</i>)	Protégé	Oui	LC	LC	Espèce très commune en hivernage	1	1254

LC = Préoccupation mineure

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

- ☞ La seule espèce patrimoniale observée en période d'hivernage sur le parc éolien des Joyeuses, le Pluvier doré, est classée « espèce peu sensible à l'éolien » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015).
- ☞ Le Pluvier doré est une espèce d'intérêt européen car inscrit en annexe I de la directive européenne 2009/147/EC dite directive « Oiseaux ». Il est également protégé en France.

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

Plusieurs espèces contactées lors de l'étude d'impact en 2005 n'ont pas été revue durant la période d'hivernage ; il s'agit du **Busard des roseaux**, du **Busard Saint-Martin**, de l'**Epervier d'Europe**, du **Faucon émerillon**, de la **Grue cendrée** et du **Vanneau huppé**.

Ces résultats sont cependant à mettre en parallèle avec l'effort d'observation, sensiblement différent entre les deux études. En effet, lors de l'étude d'impact, la période hivernale « *n'a pu être couverte sur le terrain dans le cadre de cette étude. Cependant, des données historiques connues de l'association (exploitation de sa base de données Bd-Nat) fournissent de précieuses indications.* »

La plupart des espèces patrimoniales citées dans l'étude d'impact sont donc issues de la bibliographie, datant de 10 à 20 ans. De plus, Le Busard des roseaux, l'Epervier d'Europe, le Faucon émerillon et la Grue cendrée sont considérés comme hivernants occasionnels à rares dans l'étude d'impact.

En 2016/2017, peu d'espèces fréquentent les abords du parc éolien des Joyeuses en hiver. Toutefois, une espèce patrimoniale est à noter : le Pluvier doré.

- ☞ En période hivernale, six espèces patrimoniales observées lors de l'état initial n'ont pas été ré-observées en 2016-2017. Cependant cela peut-être dû à une pression d'observation moindre en 2016-2017.
- ☞ Une nouvelle espèce a été inventoriée : le **Pluvier doré**, espèce commune en hivernage mais classée en Annexe I de la directive européenne 2009/147/EC dite directive « Oiseaux ».

III.2.3 Synthèse de l'expertise des oiseaux en hivernage

Les inventaires réalisés par Biotope en 2016-2017 ont permis de recenser **14 espèces en hivernage, dont une est patrimoniale : le Pluvier doré.**

Pour les espèces remarquables, la présence des éoliennes à proximité n'a pas l'air d'être un élément dérangeant pour leur hivernage. Cependant, pour l'ensemble des espèces, les hauteurs de vols lors des déplacements locaux ou des moments de chasse n'ont pu être correctement identifiées en raison du faible nombre d'individus observés aux abords du parc éolien des Joyeuses. Les quelques vols observés concernaient principalement les Alouettes des champs, et se traduisaient par des hauteurs comprises entre 0 et 30m.

Des groupes d'oiseaux non patrimoniaux de quelques dizaines d'individus sont notés en stationnement

et en alimentation aux abords des éoliennes durant la période hivernale.

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).

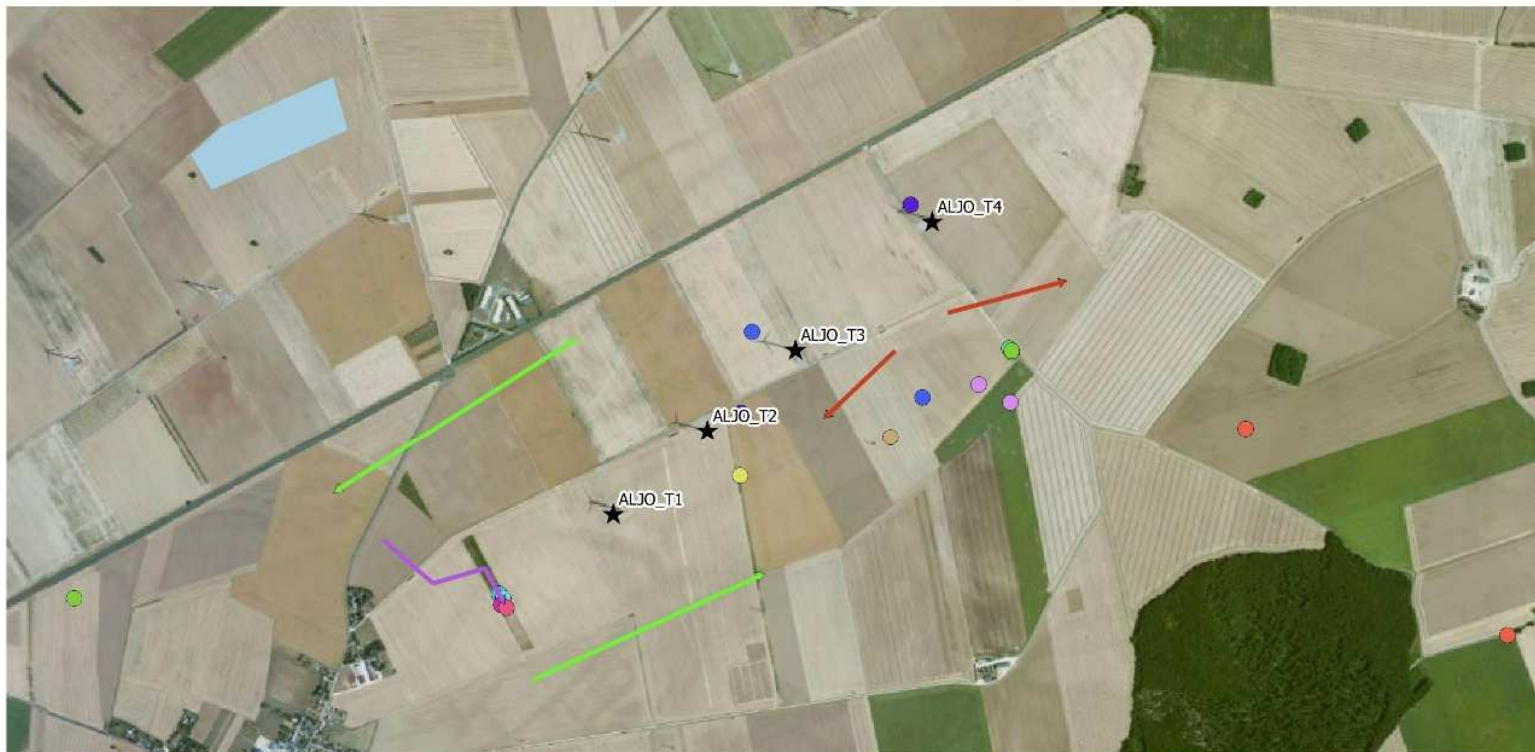
☞ Lors des 2 passages réalisés en 2016-2017, aucun oiseau n'a été observé volant à proximité des pâles des éoliennes. Les oiseaux en recherche de nourriture ne font que des vols de déplacement à basse altitude de l'ordre d'une dizaine de mètres. La plupart des individus observés étaient posés dans les cultures.

☞ Le parc éolien des Joyeuses, uniquement composé de cultures, n'offre que peu de conditions favorables pour l'accueil des oiseaux.

Principaux stationnement et transits d'oiseaux observés en hivernage



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



© WINDPROSPECT - Tous droits réservés
Sources : © BingAerial © 120041, © BIOTOPE 2017
Cartographie : Biotope, 2017

Légende

- | | | | |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| ★ Parc éolien des Joyeuses | Stationnements | ● Buse variable | ● Merle noir |
| Transits | ■ Pluvier doré | ● Corneille noire | ● Mésange charbonnière |
| → Alouette des champs | Stationnements | ● Étourneaux sansonnet | ● Moineau domestique |
| → Corneille noire | ● Alouette des champs | ● Faucon crécerelle | ● Perdrix grise |
| → Pie bavarde | ● Bruant proyer | ● Heron cendré | ● Pigeon ramier |

Carte n° 16. Principaux stationnements et transits d'oiseaux observés en période hivernale

III.3 Migration Prénuptiale

Cf. carte 17 : 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 migration prénuptiale (hiver et printemps 2017), environ **1701 oiseaux appartenant à 12 espèces différentes ont été observés**. Parmi ces espèces, **6 sont protégées** en France et 6 régulables. **50 % 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 796 individus, le **Vanneau huppé** avec 684 individus, l'**Étourneau sansonnet** avec 119 individus et le **Pluvier doré** avec 46 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 du premier passage d'observation, ce qui peut affaiblir les flux migratoires.

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 12 espèces contactées au cours de la période de migration prénuptiale, **4 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 8. 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	2	Femelle en déplacement local Mâle en chasse
Grue cendrée <i>Grus grus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	MC	2	97+138+561	En migration active
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	Chassable	Oui	LC	-	MC		46	En migration active le au sud du parc éolien direction Est
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	Chassable	Non	VU	NA	MC		684	En migration active à proximité du parc (à 900m du parc éolien au maximum)

Légende :

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

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

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, 2 espèces sont classées « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (*Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015*) : le **Busard Saint-Martin**, et la **Grue cendrée**.
- ☞ Trois 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**, 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.3.2 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

Aucun chapitre dédié à la migration postnuptiale des oiseaux n'est présent dans l'étude d'impact de 2005. Une liste complète d'espèces en migration est cependant notée, même si les périodes de migration pré-nuptiale et post-nuptiale ne sont pas différenciées. Le nombre de points d'observations, la taille de l'aire d'étude et l'échelle de temps utilisés en 2005 étant beaucoup plus importants qu'en 2016, il est donc difficile de comparer les deux études.

En 2017, peu d'espèces fréquentent les abords du parc éolien des Joyeuses en migration pré-nuptiale. Toutefois, quatre espèces patrimoniales sont à noter : le **Busard Saint-Martin** en chasse, la **Grue cendrée** en migration active, le **Pluvier doré** et le **Vanneau huppé** en migration.

On notera qu'en 2016, lors des suivis réalisés lors de la migration prénuptiale, très peu de Grue cendrée 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 premier et 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.3.3 Synthèse de l'expertise des oiseaux migrateurs

Les inventaires réalisés par Biotope en 2017 ont permis de recenser **12 espèces en migration prénuptiale, dont 4 sont patrimoniales.**

Pour les espèces remarquables, la présence des éoliennes à proximité n'a pas l'air d'être un élément dérangeant 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 satisfaisant, de l'unité à plusieurs centaines d'individus (Étourneau sansonnet, Grue cendrée, Vanneau huppé).

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

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

Lors de la migration prénuptiale, les oiseaux contactés ne réagissent pas 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 Busard Saint-Martin a ainsi été observé traversant le parc éolien sans se soucier des éoliennes tout comme la Grue cendrée qui est passé juste au-dessus des éoliennes (ces dernières n'étaient pas en rotation : à l'arrêt pour de la maintenance).

La seule espèce qui ne fut pas observée traversant le parc mais préférant se déplacer à proximité est le Vanneau huppé.

Un suivi plus important en années 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 prénuptiale

Globalement, peu d'oiseaux passent au niveau des pales. On retrouve néanmoins une espèce moyennement sensible au risque de collision passant soit au niveau supérieur des pales des éoliennes

soit au-dessus (hauteur égale aux pâles ou environ 200m de haut). Il s'agit de la **Grue cendrée**. Les effectifs observés pour cette espèce restent néanmoins assez faibles (796 individus).

Les 2 autres espèces passant à une hauteur supérieure aux pâles sont le Vanneau huppé et le Pluvier doré, 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 0-20m), c'est notamment le cas de l'Alouette des champs.

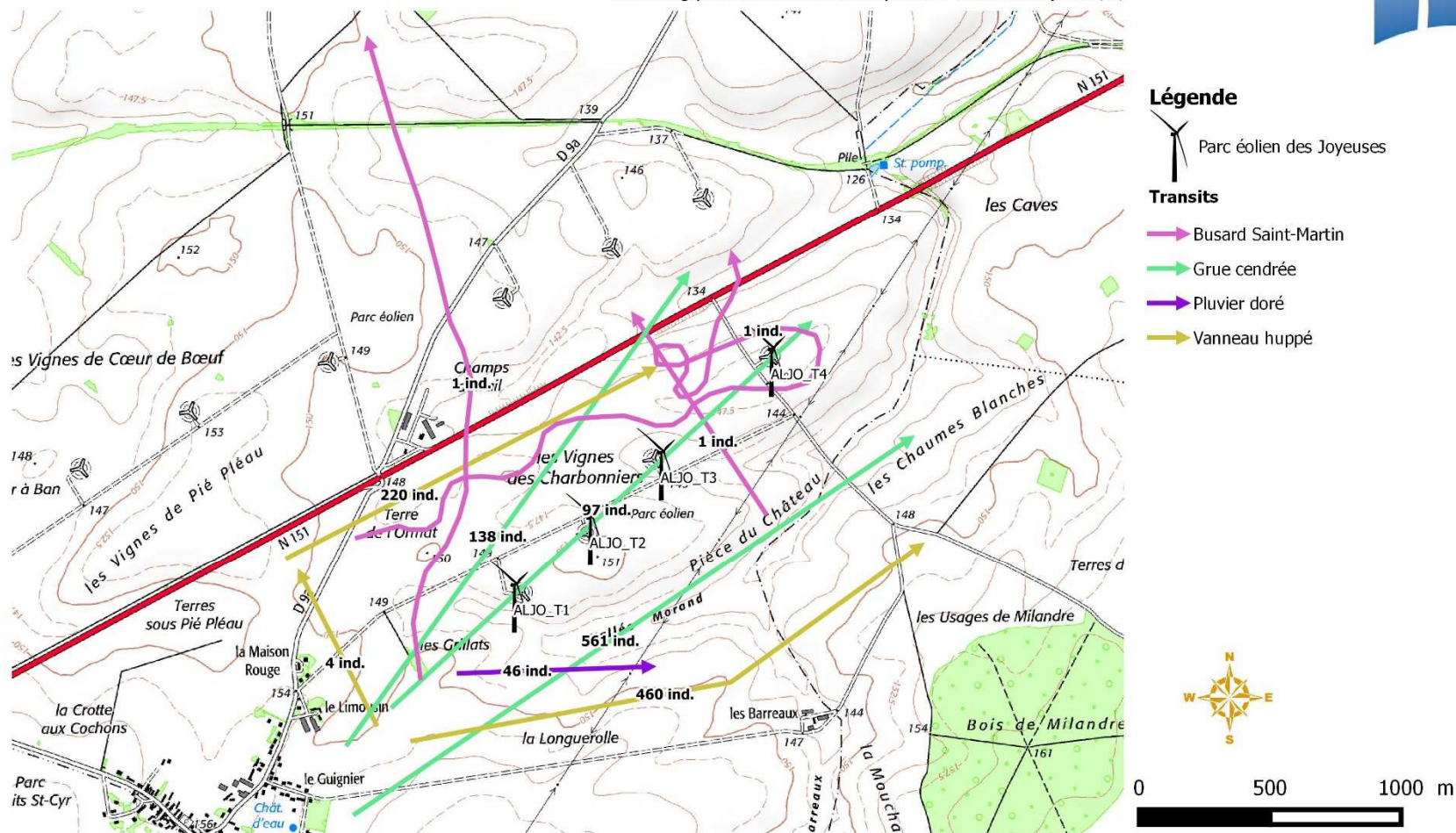
Le Faucon crécerelle, qui fut observé très rarement en vol, fut en revanche contacté posé dans un nid sur l'éolienne ALJO_T2. Le couple observé le matin dès l'aube à l'arrivée de l'observateur fut observé pendant plusieurs heures à proximité même de cette éolienne et est probablement nicheur.

- ☞ Peu de comportements à risque sont observés au sein du parc éolien des Joyeuses au niveau des espèces patrimoniales. Les oiseaux semblent ne pas réagir face aux éoliennes. Certaines espèces sont cependant plus exposées comme la **Grue cendrée** lors de déplacement en conditions météorologiques offrant peu de visibilité.
- ☞ Les flux migratoires observés au sein du parc éolien des Joyeuses et de ses abords sont faibles. Le parc éolien, uniquement composé de cultures, n'offre que peu de conditions favorables pour l'accueil des oiseaux.
- ☞ Les faibles effectifs observés invitent à la prudence mais on remarque, qu'au niveau du parc éolien des Joyeuses, les oiseaux passant sous le niveau des pales et au-dessus des pales sont plus nombreux que ceux passant au niveau des pales.
- ☞ Aucune des espèces contactées aux abords du parc semblent être impactées par la présence du parc. Elles côtoient toujours le secteur du parc éolien et ses abords que ce soit en migration active ou en déplacement local.

Transits des espèces remarquables et sensibles observées en migration prénuptiale



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



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

Carte n° 17. Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration prénuptiale

III.4 Reproduction

Cf. Carte 18 : Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc des Joyeuses

L'expertise de terrain des oiseaux a été menée sur le parc éolien et ses abords en période de reproduction. La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre de la présente étude mais intègre également les données issues de l'étude comportementale du parc des Barbes d'or dont l'aire d'étude est jointive avec celle des Joyeuses.

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

Richesse spécifique

A l'issue des prospections réalisées en période de reproduction 2016, **79 espèces différentes, dont 31 patrimoniales** ont été observées. Parmi ces espèces, **59 sont protégées en France et 20 régulables**. La plupart des espèces observées sur les aires 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 plus abondantes au sein des aires d'étude immédiate et rapprochée sont représentées par l'**Alouette des champs**, le **Pigeon biset domestique**, le **Pigeon ramier**, le **Bruant proyer** et la **Bergeronnette printanière**. Au sein des aires d'étude rapprochée et éloignée, ces espèces sont représentées par le **Moineau domestique**, l'**Alouette des champs**, le **Pigeon ramier**, le **Pigeon biset domestique** et l'**Etourneau sansonnet**.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Parmi les 79 espèces contactées au cours de la période de reproduction, **21 espèces sont considérées comme patrimoniales** en région Centre-Val de Loire.

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 9. Liste des espèces remarquables observées sur les aires d'étude durant la période de reproduction (Biotope 2016)

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2016)	Statut en Centre-Val de Loire	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs (nombre de couples)	Observations de l'espèce sur l'aire d'étude
Espèces nicheuses certaines								
Busard Saint Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	Oui	NT	LC	NT	2	7-8	Aire d'étude rapprochée et éloignée. 2 nids détectés au sein de l'aire d'étude éloignée.
Espèces nicheuses probables								
Bruant des roseaux <i>Emberiza schoeniclus</i>	Protégé	Non	LC	EN	VU	0	2	Aire d'étude éloignée (marais de la vallée de l'Arnon).
Busard cendré <i>Circus pygargus</i>	Protégé	Oui	LC	NT	VU	3	4	Un couple nicheur probable au sein de l'aire d'étude rapprochée (« les vignes de cœur de bœuf ») Un couple nicheur probable au sein de l'aire d'étude immédiate (« les vignes des charbonniers ») Un couple nicheur probable au sein de l'aire d'étude éloignée (« champ de la croix »). Plusieurs mâles en chasse
Chardonneret élégant <i>Carduelis carduelis</i>	Protégé	Non	LC	VU	LC			Aires d'étude rapprochée et éloignée
Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>	Protégé	Non	LC	LC	LC	1	0.5	En transit vers le sud-est au sein de l'aire d'étude rapprochée (« le Grillat »).
Linotte mélodieuse <i>Carduelis cannabina</i>	Protégé	Non	LC	VU	NT	0		Aires d'étude rapprochée et éloignée
Œdicnème criard <i>Burhinus oedichnemus</i>	Protégé	Oui	LC	LC	LC	2	4	Espèce nicheuse possible au sein de l'aire d'étude rapprochée (« les tilleuls », « les Milandres ») Espèce nicheuse probables aux lieux-dits « la Longuerolle » et « les rosiers ».
Phragmite des joncs <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Protégé	Non	LC	LC	VU	0	2	Zones humides de la vallée de l'Arnon (aire d'étude éloignée).
Pigeon colombin <i>Columba oenas</i>	Chassable	Non	LC	LC	LC	1		Aire d'étude éloignée (« Poncet »).

Tableau 9. Liste des espèces remarquables observées sur les aires d'étude durant la période de reproduction (Biotope 2016)

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2016)	Statut en Centre-Val de Loire	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs (nombre de couples)	Observations de l'espèce sur l'aire d'étude
Verdier d'Europe <i>Carduelis chloris</i>	Protégé	Non	LC	VU	LC	0		Parcs arborés et des zones urbaines (aires d'étude rapprochée et éloignée).
Espèces nicheuses possibles								
Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i>	Protégé	Oui	LC	LC	NT	1	1-3.5	Zones humides des vallées (aire d'étude éloignée).
Aigle botté <i>Hieraaetus pennatus</i>	Protégé	Oui	LC	NT	EN		1	Transport de proie (aire d'étude éloignée, « la Bretonnerie »)
Bouscarle de Cetti <i>Cettia cetti</i>	Protégé	Non	LC	NT	NT		2	Vallée de l'Arnon.
Bruant jaune <i>Emberiza citrinella</i>	Protégé	Non	LC	VU	NT	0	1	Aires d'étude rapprochée et éloignée.
Busard des roseaux <i>Circus aeruginosus</i>	Protégé	Oui	LC	NT	EN	0	0.5	Une femelle observée en chasse sur l'aire d'étude rapprochée (« les vignes de cœur de bœuf » et « la crotte aux cochons »)
Faucon hobereau <i>Falco subbuteo</i>	Protégé	Non	LC	LC	NT	2	2	En chasse et en transit au sein de l'aire d'étude rapprochée (« le Limousin » et « Bois de Milandre »).
Héron bihoreau <i>Nycticorax nycticorax</i>	Protégé	Oui	LC	NT	VU	2	0.5	En transit le long de la vallée de l'Arnon.
Martin pêcheur d'Europe <i>Alcedo atthis</i>	Protégé	Oui	VU	VU	LC	0	0.5	Plan d'eau de la Presle (aire d'étude éloignée). Cette espèce doit probablement nicher le long de l'Arnon.
Milan noir <i>Milvus migrans</i>	Protégé	Oui	LC	LC	VU	3	1	En chasse aux abords du parc éolien au sein des (aires d'étude rapprochée et éloignée) Nicheur possible au sein des boisements des vallées de l'Arnon et de la Théols.
Pic noir <i>Dryocopus martius</i>	Protégé	Oui	LC	LC	LC	0	1	Parc arboré de Poncet (aire d'étude éloignée).
Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i>	Chassable	Non	VU	VU	LC	1	4-5	Petits bosquets et du bois de Milandre (aire d'étude rapprochée)

Légende :

Listes rouges : NA = Non applicable ; LC = Préoccupation mineure ; NT = Quasi menacée ; VU = Vulnérable
Statut de rareté : MC = Migrateur commun ; MPC = Migrateur peu commun

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, 6 espèces sont classées « rouge », « orange » ou « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (*Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015*) : le Milan noir, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, l'Oedicnèle criard, le Faucon hobereau et le Héron bihoreau.
- ☞ Dix 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'Aigrette garzette, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, le Héron bihoreau, le Milan noir, le Pic noir, le Martin-pêcheur, le Busard des roseaux, l'Aigle botté et l'Oedicnème criard.
- ☞ Onze espèces ont un statut de conservation défavorable (vulnérable ou en danger d'extinction) en France ou en région Centre : le Bruant jaune, le Bruant des roseaux, le Busard cendré, le Chardonneret élégant, la Linotte mélodieuse, le Phragmite des joncs, le Verdier d'Europe, le Héron bihoreau, le Martin-pêcheur d'Europe, le Milan noir et la Tourterelle des bois. La France a donc une responsabilité de préservation pour ces espèces en période de reproduction.
- ☞ Une espèce remarquable, nicheuse certaine, présentant des comportements de vol sensible aux risques de collision avec les éoliennes a été observée lors des inventaires : le Busard Saint-Martin.
- ☞ Deux espèces remarquables, nicheuses probables, présentant des comportements de vol sensible aux risques de collision avec les éoliennes ont été observées lors des inventaires : le Busard cendré et l'Oedicnème criard.
- ☞ Deux espèces remarquables, nicheuses possibles, présentant des comportements de vol sensible aux risques de collision avec les éoliennes ont été observées lors des inventaires : le Faucon hobereau et le Milan noir.

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

Les résultats de l'état initial d'étude d'impact de 2005 relatent la présence de 52 espèces nicheuses au sein de l'aire d'étude rapprochée sur une période allant de 1978 à 2005. Ces richesses spécifiques observées sur les aires d'étude sont difficilement comparables du fait d'un nombre différent de visites sur le terrain.

Signalons cependant que depuis l’implantation du parc éolien des Joyeuses, cinq espèces patrimoniales présentes au sein des aires d’étude n’ont pas été recontactées en 2016. Certaines de ces espèces (Cochevis huppé, Pie grièche écorcheur, Chevêche d’Athéna) étaient déjà considérées comme des nicheurs occasionnels au sein des aires d’étude ; voire rare pour le Vanneau huppé.

Le Busard cendré (une femelle a été observée en chasse active au cœur de la zone d’étude) et le Busard Saint Martin (deux couples ont été observés au cœur de la zone d’étude) sont deux espèces encore présentes au sein de la zone d’étude en 2016. L’Œdicnème criard est toujours présent en 2016. Les autres espèces nicheuses considérées comme menacées à l’époque des inventaires (2005 - 2007) sont encore présentes aujourd’hui.

L’analyse de l’évolution des habitats à l’échelle des aires d’étude rapprochée n’est pas réalisable sur ce site par manque d’information dans l’état initial d’étude d’impact.

Il en est de même pour les comparaisons des altitudes de vol observées au sein du parc, aucunes conclusions ne peuvent être émises.

☞ Depuis l’implantation du parc éolien des Joyeuses, cinq espèces patrimoniales présentes au sein des aires d’étude n’ont pas été recontactées en 2016. Certaines de ces espèces (Cochevis huppé, Pie grièche écorcheur, Chevêche d’Athéna) étaient déjà considérées comme des nicheurs occasionnels au sein des aires d’étude ; voire rare pour le Vanneau huppé.

Tableau 10. Comparaison des espèces patrimoniales observées en 2005 et 2016 sur et aux abords du parc éolien des Joyeuses

<i>Espèce</i>	<i>Espèces observées en 2005</i>	<i>Espèces observées en période de nidification en 2016</i>
Aigle botté		X
Aigrette garzette		X
Bouscarle de Cetti		X
Bruant des roseaux		X
Bruant jaune		X
Busard cendré	X	X
Busard des roseaux	X	X
Busard saint Martin	X	X
Chardonneret élégant	X	X
Chevêche d’Athéna	X	
Chouette hulotte	X	
Cochevis huppé	X	
Epervier d’Europe	X	X
Faucon hobereau	X	X
Héron bihoreau		X
Huppe fasciée		X

Tableau 10. Comparaison des espèces patrimoniales observées en 2005 et 2016 sur et aux abords du parc éolien des Joyeuses		
<i>Espèce</i>	<i>Espèces observées en 2005</i>	<i>Espèces observées en période de nidification en 2016</i>
Linotte mélodieuse	X	X
Martin pêcheur d'Europe		X
Milan noir		X
Oedicnème criard	X	X
Phragmite des joncs		X
Pic noir		X
Pie-grièche écorcheur	X	
Pigeon colombin		X
Pouillot fitis		X
Tourterelle des bois	X	X
Vanneau huppé	X	
Verdier d'Europe	X	X
Total	15	23
	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 **79 espèces en reproduction, dont 31 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. Cependant, au vu des hauteurs de vol de ces espèces, un risque de collision existe pour l'Oedicnème criard, le Milan noir et les Busards Saint-Martin et cendré. L'Oedicnème criard et le Busard Saint-Martin semblent éviter la proximité des éoliennes. Les couples nicheurs de Busards Saint-Martin observés se situent pour la plupart à plus d'1km de celles-ci.

☞ Des comportements à risque (vol à hauteur de pâle ou à proximité immédiate des éoliennes) sont cependant notés chez plusieurs espèces comme l'Alouette des champs, le Faucon crécerelle, le Busard cendré, le Milan noir et l'Aigle botté.

☞ Des risques de collision peuvent être présents chez certaines espèces aux mœurs nocturnes et crépusculaires comme l'Oedicnème criard et l'Effraie des clochers.



Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux: les limicoles

Légende

Aire d'étude rapprochée

● Eolienne

Espèces remarquables observées

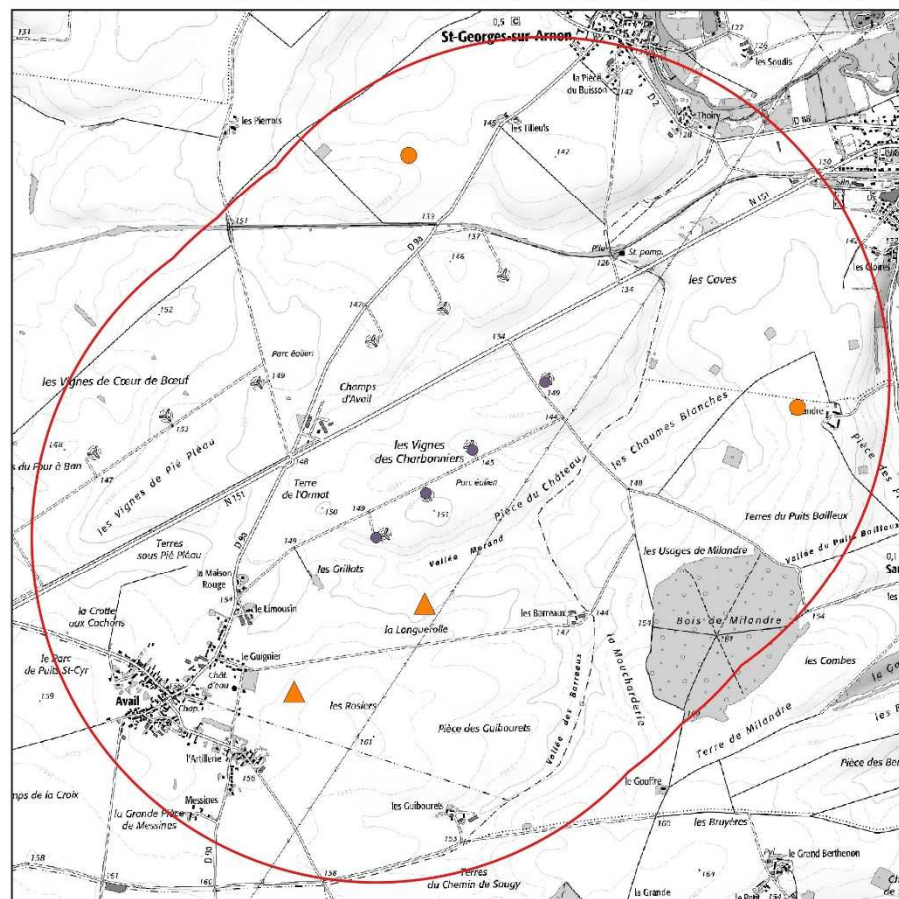
● Oedicnème criard

Statut de reproduction

○ Nicheur possible

△ Nicheur probable

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)



© Windsprospect - Tous droits réservés - Sources : IGN SCAN25 (2013) - Cartographie : Biotope® 2016

Carte n° 18. Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux : limicoles



Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux: les passereaux et autres oiseaux

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)

Légende

□ Aire d'étude rapprochée

● Eolienne

Espèces observées

- Alouette des champs
- Bruant jaune
- Bruant proyer
- Chardonneret élégant
- Hirondelle rustique
- Linotte mélodieuse
- Perdrix grise
- Tourterelle des bois
- Verdier d'Europe

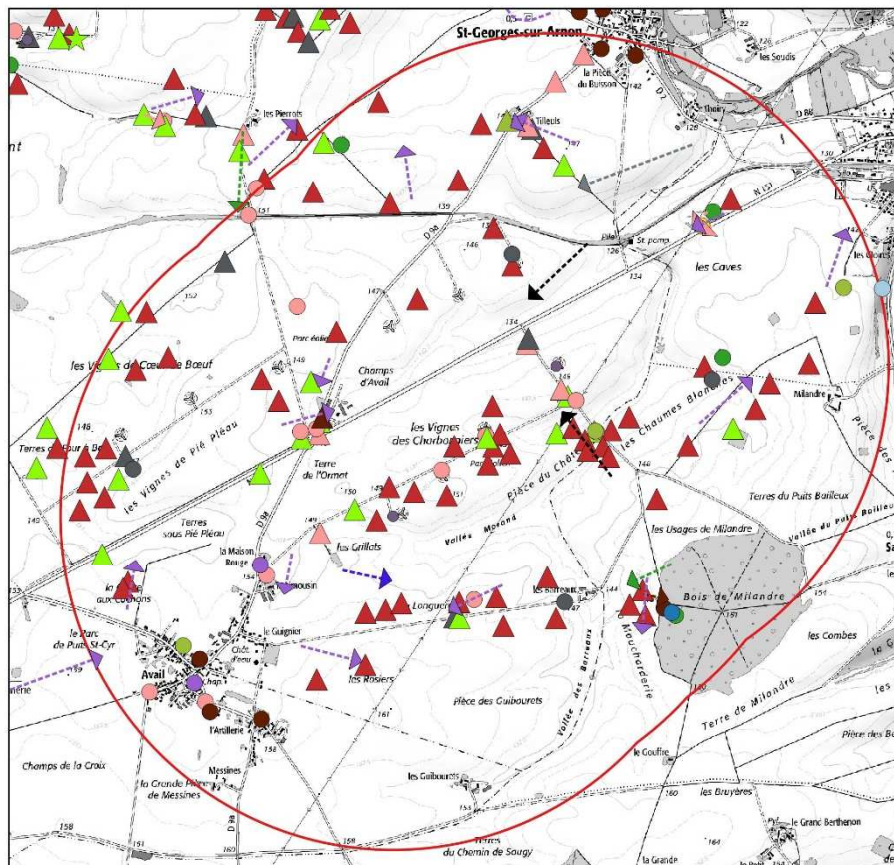
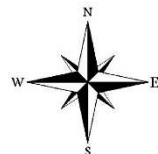
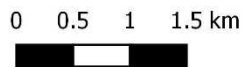
Espèces observées en transit

- Hirondelle de fenêtre
- Hirondelle rustique
- Linotte mélodieuse
- Martinet noir
- Tourterelle des bois

Statuts de reproduction

- Nicheur possible
- △ Nicheur probable
- ☆ Nicheur certain
- > Nicheur possible
- - -> Nicheur probable
- Nicheur certain

Les espèces très communes et notamment les nicheurs possibles d'Alouette des champs et de Bruant proyer ne sont pas représentées sur la cartographie mais sont présentes sur l'ensemble des aires d'étude



© Windspects - Tous droits réservés - Sources : ©IGN SCAN25 (2013) - Cartographie : Biotopet 2016

Carte n° 19. Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux : passereaux et autres oiseaux



Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux: les rapaces

Suivi mortalité et comportemental du parc éolien de Joyeuse (36)

Légende

□ Aire d'étude rapprochée

● Eolienne

Espèces observées

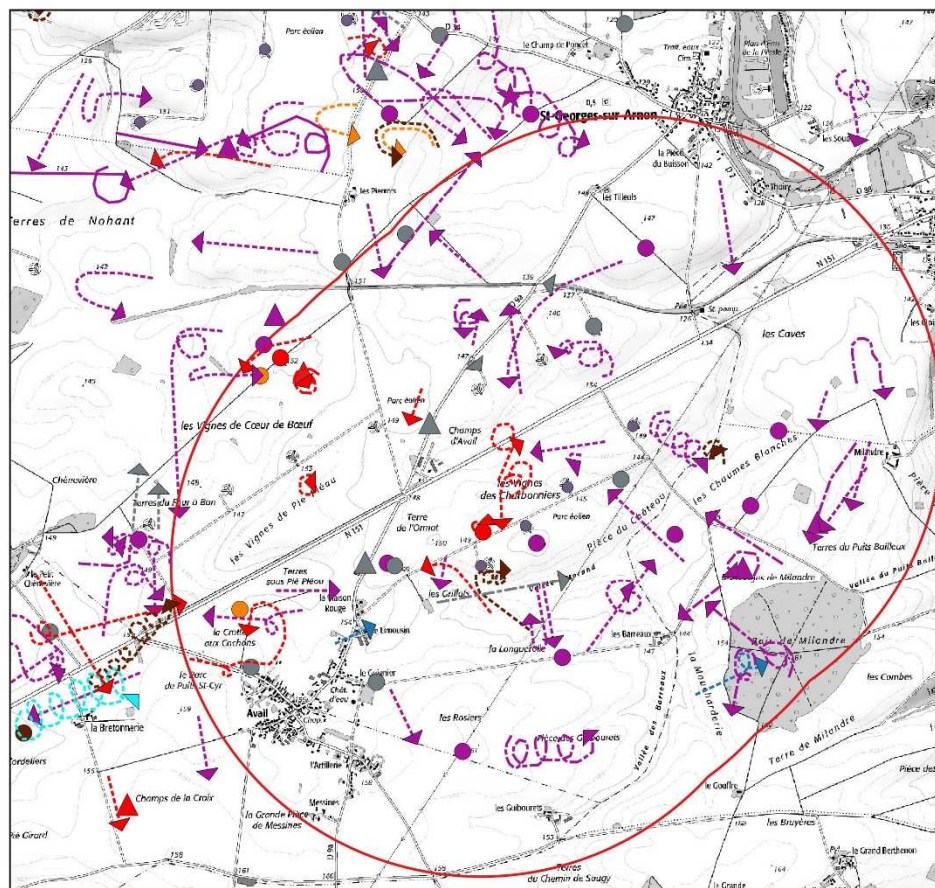
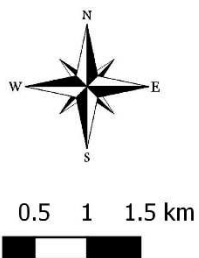
- Busard cendré
- Busard des roseaux
- Busard Saint-Martin
- Milan noir
- Faucon crécerelle
- Effraie des clochers

Espèces observées en transit

- Busard cendré
- Busard des roseaux
- Busard Saint-Martin
- Milan noir
- Faucon crécerelle
- Aigle botté
- Faucon hobereau

Statut de reproduction

- Nicheur possible
- △ Nicheur probable
- ☆ Nicheur certain
- Nicheur possible
- △ Nicheur probable
- ☆ Nicheur certain



© Windsprospects - Tous droits réservés - Sources : © IGN SCAN25 (2013) - Cartographie : Biotopel® 2016

Carte n° 20. Observations et statuts des nicheurs patrimoniaux : les rapaces

IV. Résultats du suivi de mortalité

IV.1 Résultats bruts

IV.1.1 Données générales concernant les dépouilles découvertes

Au total, 4 dépouilles ont été observées au sein du parc des Joyeuses entre juillet et octobre 2016. Trois espèces sont représentées : l'Alouette des champs, le Martinet noir et le Pinson des arbres.

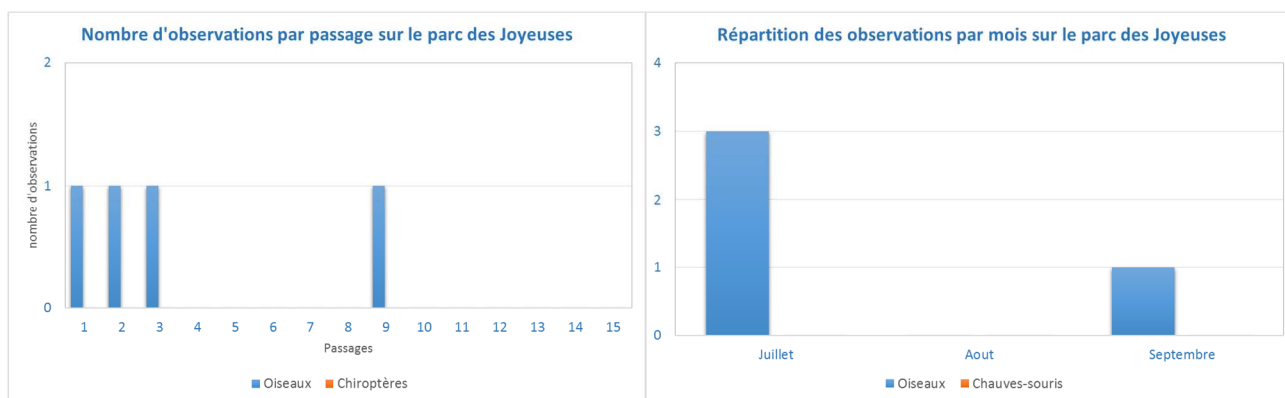


Figure 3. Nombre d'observations par passage et répartition par mois des dépouilles trouvées

Cause de la mort

Pour deux des dépouilles, la cause de la mort est liée à du barotraumatisme. Pour les deux autres individus, la cause n'a pas pu être déterminée entre barotraumatisme et collision du fait de l'état du cadavre. Toutefois, la mort reste imputable à l'éolienne pour ces individus.



Illustration de dépouilles morte par barotraumatisme

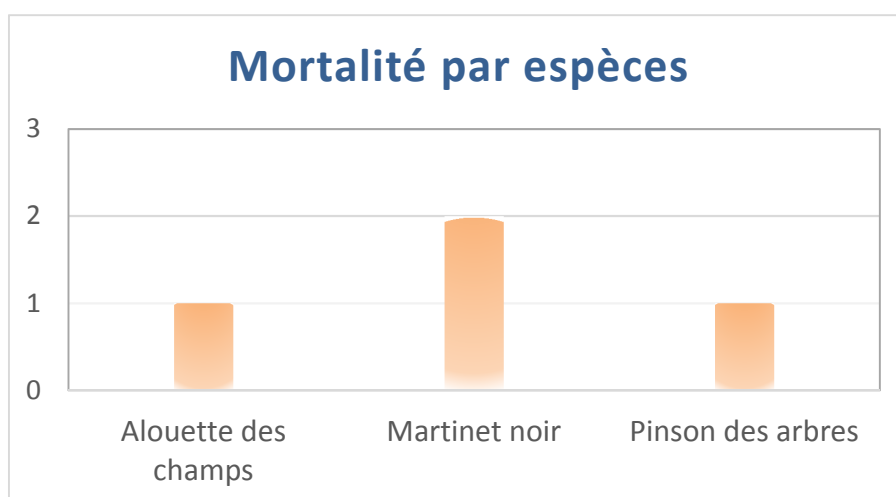


Figure 4. Mortalité par espèce

IV.1.2 Les oiseaux

Analyse

Quatre espèces différentes ont été retrouvées sous les éoliennes du parc des Joyeuses : l'Alouette des champs, le Martinet noir et le Pinson des arbres.

Le Martinet noir est l'espèce la plus touchée (50%) par les éoliennes du parc des Joyeuses. Les observations sur le parc s'étalent entre mi-juillet et fin juillet. Cela correspond aux mouvements migratoires de l'espèce qui débutent dès la 2^{ème} décennie de juillet et s'étalent jusqu'à la mi-août. L'essentiel des départs ayant lieu avant le 1^{er} août. Le seul oiseau dont l'âge a pu être déterminé est un juvénile. Les jeunes, encore peu expérimentés sont plus sensibles au risque éolien.

L'Alouette des champs niche probablement dans les alentours du parc des Joyeuses.

Le Pinson des arbres pourrait être un individu en migration.

A titre de comparaison, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr au 1^{er} juin 2015 sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de dresser le tableau ci-dessous. Parmi les espèces recensées sur le parc des Joyeuses, on constate que le Martinet noir représente 7% des effectifs touchés en France sur les parcs éoliens. Selon Dürr (2015), il s'agit de la troisième espèce la plus impactée par les éoliennes en France après la Mouette rieuse et le Roitelet triple-bandeau et à égalité avec le Pigeon biset. L'Alouette des Champs, représentant près de 6% des individus impactés, vient juste après le Martinet noir.

Le Pinson des Arbres représente moins de 1% des individus touchés par les éoliennes françaises.

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

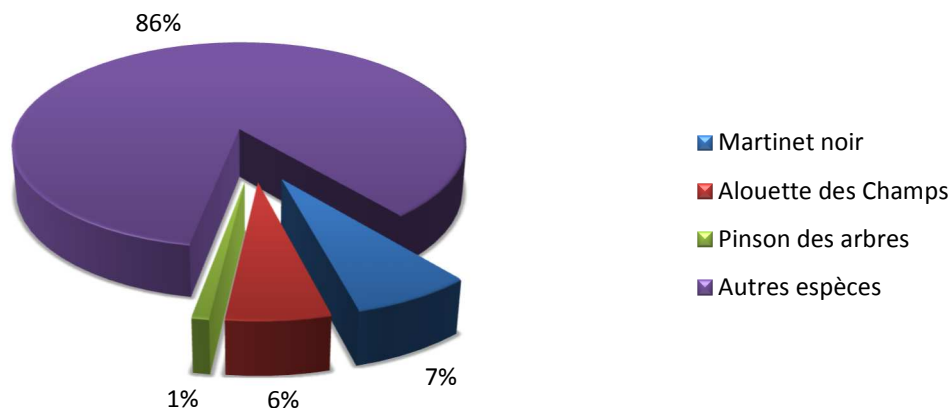


Figure 5. Synthèse française des cas de mortalité pour les espèces observées sur le parc éolien des Joyeuses (Dürr, 2015).

Le tableau de synthèse qui suit, se base sur des observations transmises. Il permet de comparer la mortalité observée sur le parc des Joyeuses par rapport à la France et aux autres pays de l'Europe. Cependant, s'il donne une idée générale sur les espèces touchées et leurs proportions, il n'est pas exhaustif de l'ensemble des parcs. Les données françaises proviennent en effet d'une faible proportion de parcs à différentes dates. C'est néanmoins la synthèse la plus précise qui existe à ce jour.

Tableau 11. Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2015) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèces/Pays	A	BE	BG	CR	CZ	D	DK	E	EST	FR	JOYEUSES	GB	GR	NL	N	P	PL	RO	S	Tot (hors Joyeuses)	
Alouette des champs	23				8	93	1	89		19	1		1	2		44	9				288
Martinet noir	14	1			2	11 2		75		23	2		2	5		5				3	244
Pinson des arbres						13	1	24		1	1		2							1	42
Total	35 9	17 71	5	1	24	30 22	9	54 92	1	324	4	167	99	49 8	13 8	22 2	79	2	13 6		12356

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

Evaluation des enjeux

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

Tableau 12. Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc des Joyeuses

Espèces	Protection nationale	Directive oiseaux	Liste rouge France migrateur (2011)	Bird in Europe (2004)	Convention de Bonn	Liste rouge France nicheur (2016 à paraître)	Liste rouge Europe (2015)
<i>Alauda arvensis</i> Alouette des champs		Annexe II / 2	NA	SPECE 3		NT	LC
<i>Apus apus</i> Martinet noir	Art 3		DD	Non-SPECE		NT	LC
<i>Fringilla coelebs</i> , Pinson des arbres	Art 3		NA	Non-SPECE		LC	LC

Liste rouge

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

LC : Préoccupation mineure

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

NA : Non applicable (espèce non soumise à évaluation car (a) introduite après l'année 1500, (b) présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année en métropole, (c) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative, ou (d) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis)

Convention de Bonn

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

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

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

Directive Oiseaux

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

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

Annexe II : espèces pouvant être chassées :

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

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

Annexe III : espèces pouvant être commercialisées :

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

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

Bird in Europe

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

Les SPECS sont divisées en 4 catégories :

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

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

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

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

IV.1.3 Suivi par éolienne

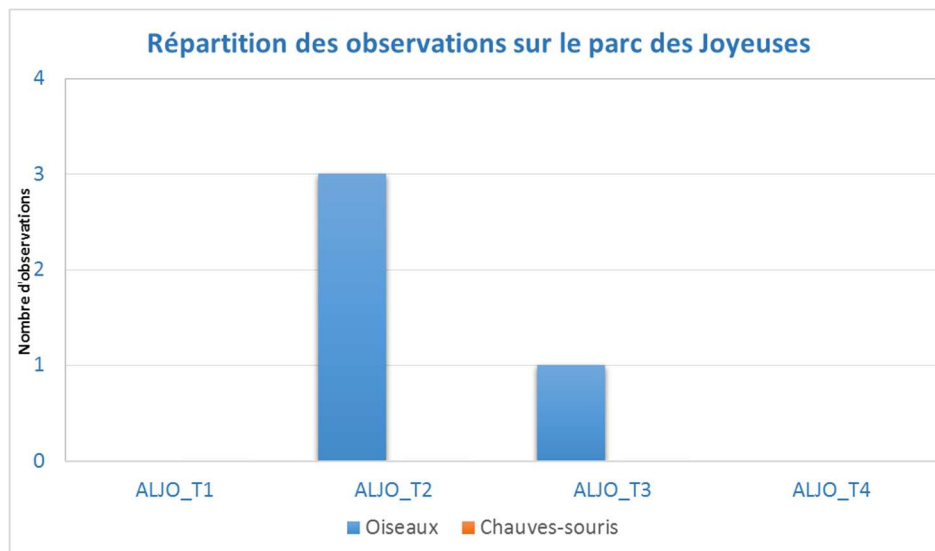


Figure 6. Nombre d’observations par éoliennes entre juillet et octobre 2016.

L’analyse par éolienne permet de démontrer que les oiseaux ont été retrouvés sous 50% des éoliennes: ALJO_T2 et ALJO_T3.

☞ L’éolienne ALJO_T2 concentre à elle seule 75% de la mortalité observée. Il faut cependant noter que les trois quarts des dépouilles ont été trouvées au mois de juillet. Or à cette période seul 26% de la surface sous ALJO_T1 et 72% de la surface sous ALJO_T2, ont pu être prospectée en raison des cultures.

Eoliennes	ALJO_T1	ALJO_T2	ALJO_T3	ALJO_T4
Proportion de dépouilles par éolienne	0%	75%	25%	0%

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 15m et 50m 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° 21. Emplacement des dépouilles d’oiseaux trouvées lors du suivi mortalité, par éolienne, sur le parc des Joyeuses.

IV.1.5 Analyse par milieu

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

La détection des 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 durant les 3 premiers passages, seul 26% de la surface sous l’éolienne ALJO_T1, et 72% de la surface sous l’éolienne ALJO_T2 ont pu être prospectés en raison des cultures, non encore récoltées. De même, pour 3 passages sur 15, les prospections ont été plus difficiles en raison de la pousse de mauvaises herbes ou de semis, au pied des éoliennes ALJO_T3 et ALJO_T4.

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 1,48 jour. Ce faible temps de persistance montre que l'activité des charognards est élevée sur la totalité du parc.

Test d'efficacité de l'observateur

Un autre coefficient correcteur a été calculé : le test d'efficacité de l'observateur. Sur le parc des Joyeuses, 70% des leurres ont été retrouvés par l'observateur.

IV.2.2 Estimation de la mortalité

Tableau 14. Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité du parc des Joyeuses

	Efficacité de l'observateur	Test de prédation à J+3	Temps moyen de persistance	Coefficient de surface	Nombre d'observations	Winkermann	Erickson	Jones	Huso
ALJO_T4	0,7	0,33	1,48	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
ALJO_T3	0,7	0,33	1,48	1,1	1	4,84	7,22	9,81	8,35
ALJO_T2	0,7	0,33	1,48	1	3	13,19	19,69	26,77	22,78
ALJO_T1	0,7	0,33	1,48	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Parc Joyeuses	0,7	0,33	1,48	1,09	4	19,16	28,62	38,90	33,10

Sur la période du 15 juillet 2016 au 21 octobre 2016, la mortalité estimée est comprise entre :

- **28,62 dépouilles** selon Erickson (estimation la plus basse), soit 7,16 dépouilles par éolienne sur la période considérée,
- **38,90 dépouilles** selon Jones (estimation la plus haute), soit 9,73 dépouilles 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 dépouilles.
- ☞ Un autre facteur corrigeant l'estimation de la mortalité est le nombre d'intervalle entre chaque passage, qui est en moyenne de 7 jours \pm 1,8 S sur les 15 passages.

Conclusion

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

En phase de migration postnuptiale, 64 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 15 patrimoniales. Parmi ces espèces patrimoniales, 6 sont particulièrement sensibles au risque éolien : le Busard Saint-Martin, le Faucon émerillon, le Faucon pèlerin, la Grue cendrée, le Milan royal et l'Œdicnème criard. A noter, la présence du Bruant ortolan et du Faucon émerillon, migrateurs rares en région Centre. Le Bruant ortolan est également considéré comme en danger d'extinction sur la liste rouge française des oiseaux migrateurs. La France a donc une responsabilité de préservation particulière pour cette espèce, fortement menacée. Quatre autres espèces ont un statut de conservation défavorable à l'échelle de l'Europe : le Martin-pêcheur d'Europe, le Pinson du nord, le Pipit farlouse et le Vanneau huppé.

La présence des éoliennes à proximité n'a pas l'air d'être un élément dérangeant pour la migration des oiseaux, hormis peut-être pour la Grue cendrée qui semble éviter les parcs éoliens. Ces changements de direction à chaque parc éolien peuvent faire perdre beaucoup d'énergie à ces oiseaux sur l'ensemble de leur trajet migratoire.

Les flux migratoire observés au sein des aires d'étude sont considérés comme assez importants.

En phase d'hivernage 14 espèces, dont 1 patrimoniale, ont été observées aux abords du parc éolien. La seule espèce remarquable est le Pluvier doré. Aucun oiseau n'a été observé volant à proximité des pâles des éoliennes. Les oiseaux en recherche de nourriture ne font que des vols de déplacement à basse altitude de l'ordre d'une dizaine de mètres. La plupart des individus observés étaient posés dans les cultures.

En phase de migration pré-nuptiale, 12 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 4 patrimoniales. Les flux migratoires observés au sein du parc éolien des Joyeuses et de ses abords sont faibles. Le parc éolien, uniquement composé de cultures, n'offre que peu de conditions favorables pour l'accueil des oiseaux. Aucune réaction particulière des oiseaux n'est notée vis-à-vis du parc. Certaines espèces sont cependant plus exposées comme la Grue cendrée lors de déplacement en conditions météorologiques offrant peu de visibilité.

En phase de reproduction, 79 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 21 patrimoniales. Parmi ces espèces patrimoniales, 6 sont particulièrement sensibles au risque éolien : le Milan noir, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, l'Œdicnème criard, le Faucon hobereau et le Héron bihoreau. Onze espèces ont un statut de conservation défavorable (vulnérable ou en danger d'extinction) en France ou en région Centre.

Aucune interaction défavorable aux oiseaux nicheurs n'a été constaté avec le parc éolien durant la période de reproduction. Cependant des comportements à risque sont observés chez plusieurs espèces comme l'Alouette des champs, le Faucon crécerelle, le Busard cendré, le Milan noir et l'Aigle botté.

☞ Plusieurs espèces sensibles au risque éolien ont été détectées lors du suivi comportemental. Quelques espèces, comme le Busard cendré, le Milan noir et l'Aigle botté ont un comportement à risque, en volant à hauteur de pales des éoliennes. Cependant 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 Joyeuses a permis la découverte de 4 dépouilles d'oiseaux entre juillet et octobre 2016. Trois espèces sont représentées : l'Alouette des champs, le Martinet noir et le Pinson des arbres. Ces espèces ne font pas l'objet d'enjeu de conservation élevé.

☞ Aucune des espèces patrimoniales d'oiseaux, identifiées comme sensibles aux collisions lors du suivi du comportement de l'avifaune n'a été retrouvée lors des suivis mortalité. Cependant l'Alouette des champs présentait des comportements à risque .

Ces dépouilles ont permis d'estimer la mortalité pour l'ensemble du parc sur la durée du suivi. On estime ainsi que le parc a impacté entre **28,62 et 38,90 oiseaux, soit de 7,16 à 9,73 individus par éolienne** du 15 juillet au 21 octobre. 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. À noter que l'éolienne ALJO_T2 représente à elle seule 75% de la mortalité observée.

Pour les chauves-souris, aucune dépouille n'a été trouvée. Nous avons montré les faiblesses de l'étude d'impact initiale sur les chauves-souris, dues aux limites des connaissances et de la technologie de l'époque. A ce jour aucune étude sérieuse de l'incidence du parc éolien sur les chiroptères n'a donc été menée. Néanmoins les enjeux paraissent faibles pour ce groupe au regard des caractéristiques du milieu, très ouvert et pauvre en végétation ligneuse favorable aux chauves-souris.

☞ Lors de l'étude d'impact initiale, seuls deux points d'écoutes ont été réalisés et les contacts de chiroptères n'ont pas été identifiés jusqu'à l'espèce. Cependant des individus appartenant au groupe des Pipistrelles avait été identifiés, en chasse et en transit. Aucun suivi de l'activité des chiroptères n'a été réalisé en 2016/2017.

- ☞ 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).

- ☞ EUROBATS (2015) mentionne le 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. Les stratégies et voies de migration étant peu connues pour ce groupe, rien ne nous permet d'affirmer que le parc éolien des Joyeuses ne tue et ne tuera pas de chauves-souris. Il serait donc intéressant de poursuivre ce suivi sur plusieurs années et de le coupler à une étude acoustique en altitude. Cela serait d'autant plus pertinent que des mortalités importantes ont été observées lors de suivis réalisés par Biotope en 2016, sur des parcs éoliens du Cher implantés dans le même type de milieux dans un rayon de 50 kms et ne présentant pas d'enjeux chiroptères importants (Arthur 2016).

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

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

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

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

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.
- NORDEX, 2007. Etude d'impact, parcs éoliens des Barbes d'Or, des Vignes, des Tilleuls et des Joyeuses. Communes de Saint Georges-sur-Arnon et de Migny, département de l'Indre (36), 203p.
- ROELEKE, M., BLOHM, T., KRAMER-SCHADT, S., YOVEL, Y., & VOIGT, C. C. 2016. Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. Scientific Reports, 6.
- RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDŽA, D. KOVAČ, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDERMAN, 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- SMALLWOOD, K. S., THELANDER, C. & SPIEGEL, L., 2003. - Raptor mortality at the Altamont pass wind resource area. Bio Resource Consultants. National Renewable Energy Laboratory. 61 pp.
- TRAN, M. & Roux, D. 2012. Evaluation de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères et suivi du comportement de l'avifaune du parc éolien de Bollène (Vaucluse). Bilan de 3 années de suivi. Rapport ONCFS, nov. 2012. 77 p.
- 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

<i>Annexe 1.</i>	<i>Liste des oiseaux observés en période de migration post nuptiale sur l'aire d'étude rapprochée (Biotope, 2016)</i>	92
<i>Annexe 2.</i>	<i>Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période d'hivernage en 2016-2017</i>	95
<i>Annexe 3.</i>	<i>Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période de migration pré-nuptiale en 2017</i>	96
<i>Annexe 4.</i>	<i>Hauteur de vol des oiseaux observés en période de reproduction et de migration postnuptiale</i>	97
<i>Annexe 5.</i>	<i>Liste et statuts de l'avifaune nicheuse observée sur les aires d'étude</i>	98
<i>Annexe 6.</i>	<i>Calcul brut du taux moyen de persistance des cadavres</i>	103
<i>Annexe 7.</i>	<i>Résultats des formules pour le suivi de la mortalité</i>	104
<i>Annexe 8.</i>	<i>Tableau des observations</i>	105
<i>Annexe 9.</i>	<i>Fiches de terrain (observation de dépouilles)</i>	106
<i>Annexe 10.</i>	<i>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.</i>	110

Annexe 1. Liste des oiseaux observés en période de migration post nuptiale sur l'aire d'étude rapprochée (Biotope, 2016)

Liste de l'avifaune observée au sein des aires d'étude en période de migration								
Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO	PN	LR de passage	Déterminant ZNIEFF	Statut de rareté en région Centre	Présence en migration pré-nuptiale	Présence en migration post-nuptiale
<i>Prunella modularis</i>	Accenteur mouchet		Art. 3	-		C		2
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs		-	NA d		C		71
<i>Lullula arborea</i>	Alouette lulu	An. I	Art. 3	-		C		1
<i>Motacilla alba alba</i>	Bergeronnette grise		Art. 3	-		C		88
<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière		Art. 3	DD		C		1
<i>Emberiza hortulana</i>	Bruant ortolan	An. I	Art. 3	EN		R		1
<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer		Art. 3	-		C		19
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	NA d		C		1
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	NA d		C		1
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable		Art. 3	NA c		C		13
<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert		-	NA d		C		20
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant		Art. 3	NA d		C		4
<i>Corvus monedula</i>	Choucas des tours		Art. 3	-		C		10
<i>Corvus frugilegus</i>	Corbeau freux		-	-		C		200
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire		-	-		-		64
<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet		-	NA c		C		5123
<i>Phasianus colchicus</i>	Faisan de colchide		-	-		-		5
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle		Art. 3	NA d		C		12

Liste de l'avifaune observée au sein des aires d'étude en période de migration

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO	PN	LR de passage	Déterminant ZNIEFF	Statut de rareté en région Centre	Présence en migration pré-nuptiale	Présence en migration post-nuptiale
<i>Falco columbarius</i>	Faucon émerillon	An. I	Art. 3	NA d		R		1
<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pèlerin	An. I	Art. 3	NA d		PC		1
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule d'eau		-	NA d		PC		4
<i>Garrulus glandarius</i>	Geai des chênes		-	-		C		1
<i>Phalacrocorax carbo carbo</i>	Grand Cormoran		Art. 3	NA d		C		7
<i>Ardea alba</i>	Grande aigrette	An. I	Art. 3	-		PC		2
<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine		-	NA d		C		6
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne		-	NA d		C		80
<i>Grus grus</i>	Grue cendrée	An. I	Art. 3	NA c		C		1453
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré		Art. 3	NA d		C		3
<i>Asio otus</i>	Hibou moyen duc		Art. 3	NA d		R		1
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique		Art. 3	DD		C		11
<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse		Art. 3	NA c		C		48
<i>Alcedo atthis</i>	Martin pêcheur d'Europe	An. I	Art. 3	-		C		1
<i>Turdus merula</i>	Merle noir		-	NA d		C		13
<i>Parus caeruleus</i>	Mésange bleue		Art. 3	NA b		-		3
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière		Art. 3	NA d		-		2
<i>Milvus milvus</i>	Milan royal	An. I	Art. 3	NA c		PC		2
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique		Art. 3	NA b		-		30
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Œdicnème criard	An. I	Art. 3	NA d		PC		3
<i>Perdix perdix</i>	Perdrix grise		-	-		-		28
<i>Alectoris rufa</i>	Perdrix rouge		-	-		-		19
<i>Dendrocopos major</i>	Pic épeiche		Art. 3	-		C		3

Liste de l'avifaune observée au sein des aires d'étude en période de migration

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO	PN	LR de passage	Déterminant ZNIEFF	Statut de rareté en région Centre	Présence en migration pré-nuptiale	Présence en migration post-nuptiale
<i>Picus viridis</i>	Pic vert		Art. 3	-		-		2
<i>Pica pica</i>	Pie bavarde		-	-		-		8
<i>Columba livia f. urbana</i>	Pigeon biset domestique		-	-		-		13
<i>Columba oenas</i>	Pigeon colombin		-	NA d		PC		50
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier		-	NA d		C		1182
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres		Art. 3	NA d		C		24
<i>Fringilla montifringilla</i>	Pinson du nord		Art. 3	NA d		C		2
<i>Anthus trivialis</i>	Pipit des arbres		Art. 3	DD		C		3
<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse		Art. 3	NA d		C		30
<i>Anthus spinoletta</i>	Pipit spioncelle		Art. 3	NA d		PC		1
<i>Pluvialis apricaria</i>	Pluvier doré	An. I	Art. 3	-		C		61
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Pouillot fitis		Art. 3	DD		C		2
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce		Art. 3	NA c		C		1
<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier		Art. 3	NA d		C		3
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir		Art. 3	NA d		C		1
<i>Carduelis spinus</i>	Tarin des aulnes		Art. 3	NA d		C		1
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque		-	NA d		-		2
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Traquet motteux		Art. 3	DD		C		6
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon		Art. 3	-		-		1
<i>Vanellus vanellus</i>	Vanneau huppé		-	NA d		C		114
<i>Carduelis chloris</i>	Verdier d'Europe		Art. 3	NA d		C		4

Annexe 2. Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période d'hivernage en 2016-2017

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période d'hivernage en 2016-2017			
Espèce	1 ^{er} passage	2 ^{ème} passage	Total des effectifs
	22/12/2016	09/01/2017	
Alouette des champs	2	13	15
Bruant proyer	1		1
Buse variable	2		2
Corneille noire	6	7	13
Étourneau sansonnet	60	22	82
Faucon crécerelle	1	2	3
Héron cendré	1		1
Merle noir		2	2
Mésange charbonnière		3	3
Moineau domestique		12	12
Perdrix grise	2		2
Pie bavarde		2	2
Pigeon ramier		16	16
Pluvier doré			1254

Annexe 3. Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période de migration prénuptiale en 2017

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
	13/02/2017	02/03/2017	23/03/2017	
Alouette des champs	5	9		14
Bruant proyer		2		2
Busard Saint-Martin	1		2	3
Buse variable	2	2	1	5
Corbeau freux			8	8
Corneille noire	7		11	18
Étourneau sansonnet	36	83		119
Faucon crécerelle	2	1	2	5
Grue cendrée		796		796
Pluvier doré		46		46
Traquet motteux			1	1
Vanneau huppé		684		684

Annexe 4. Hauteur de vol des oiseaux observés en période de reproduction et de migration postnuptiale

Espèces observées		Hauteur de vol			
		1	2	3	4
Aigle botté	<i>Hieraetus pennatus</i>	1			
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3	4		
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>	1			
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	1	6		
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3	1		
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	1			
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	4			
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	1			
Busard saint Martin	<i>Circus cyaneus</i>	9	3		
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	8	5	1	
Canard indéterminé	<i>Anas sp.</i>	1			
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	13			
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	9	1		
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	11		1	
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	3			
Grande aigrette	<i>Ardea alba</i>	1			
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	1	12	1	5
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	2			
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	1	1		
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	2	2		
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	1			
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	1			
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	2			
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	1			
Pigeon biset domestique	<i>Columba livia f. urbica</i>	2			
Pigeon ramier	<i>Columba palombus</i>	9			
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	1			
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	4	6		
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	1			
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	1			

Annexe 5. Liste et statuts de l'avifaune nicheuse observée sur les aires d'étude

Liste de l'avifaune nicheuse observée sur les aires d'étude									
Nom scientifique	Nom vernaculaire	DOI	PN	LR européenne	LR nationale	LR région Centre	Dét ZNIEFF	Statut biologique sur l'aire d'étude immédiate	Statut biologique sur les aires d'étude rapprochée et éloignée
<i>Prunella modularis</i>	Accenteur mouchet		Art. 3	LC	LC	LC			POS
<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aigle botté	X	Art. 3	LC	NT	EN	Oui		POS
<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	x	Art. 3	LC	LC	NT	Oui		POS
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs		-	LC	NT	NT		PRO	PRO
<i>Motacilla alba alba</i>	Bergeronnette grise		Art. 3	LC	LC	LC			CER
<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière		Art. 3	LC	LC	LC		PRO	CER
<i>Cettia cetti</i>	Bouscarle de cetti		Art. 3	LC	NT	NT	Oui		POS
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bruant des roseaux		Art. 3	LC	EN	VU			POS
<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune		Art. 3	LC	VU	NT			POS
<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer		Art. 3	LC	LC	NT		PRO	CER
<i>Emberiza cirius</i>	Bruant zizi		Art. 3	LC	LC	LC			POS
<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	x	Art. 3	LC	NT	VU	Conditions non remplies	PRO	PRO
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	X	Art. 3	LC	NT	EN	Oui		POS
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	x	Art. 3	NT	LC	NT	Conditions non remplies	Alim	CER
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable		Art. 3	LC	LC	LC		Alim	CER
<i>Coturnix coturnix</i>	Caille des blés		-	LC	LC	LC			POS

Liste de l'avifaune nicheuse observée sur les aires d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO I	PN	LR européenne	LR nationale	LR région Centre	Dét ZNIEFF	Statut biologique sur l'aire d'étude immédiate	Statut biologique sur les aires d'étude rapprochée et éloignée
<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert		-	LC	LC	LC			PRO
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant		Art. 3	LC	VU	LC			PRO
<i>Strix aluco</i>	Chouette hulotte		Art. 3	LC	LC	LC			POS
<i>Corvus frugilegus</i>	Corbeau freux		-	LC	LC	LC			PRO
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire		-	LC	LC	LC		Alim	PRO
<i>Cuculus canorus</i>	Coucou gris		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Tyto alba</i>	Effraie des clochers		Art. 3	LC	LC	NT			POS
<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe		Art. 3 et 6	LC	LC	LC			POS
<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet		-	LC	LC	LC		Alim	CER
<i>Phasianus colchicus</i>	Faisan de colchide		-		LC	NE		POS	CER
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle		Art. 3	LC	NT	LC		Alim	CER
<i>Falco subbuteo</i>	Faucon hobereau		Art. 3	LC	LC	NT			POS
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Sylvia borin</i>	Fauvette des jardins		Art. 3	LC	NT	LC			POS
<i>Sylvia communis</i>	Fauvette grisette		Art. 3	LC	LC	LC		PRO	CER
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule d'eau		-	LC	LC	LC			PRO
<i>Garrulus glandarius</i>	Geai des chênes		-	LC	LC	LC			POS
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran		Art. 3	LC	LC	NT			POS
<i>Certhia brachydactyla</i>	Grimpereau des jardins		Art. 3	LC	LC	LC			PRO

Liste de l'avifaune nicheuse observée sur les aires d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO I	PN	LR européenne	LR nationale	LR région Centre	Dét ZNIEFF	Statut biologique sur l'aire d'étude immédiate	Statut biologique sur les aires d'étude rapprochée et éloignée
<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine		-	LC	LC	LC			POS
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne		-	LC	LC	LC			POS
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Héron bihoreau	x	Art. 3	LC	NT	VU	Oui		POS
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré		Art. 3	LC	LC	LC		Alim	POS
<i>Asio otus</i>	Hibou moyen-duc		Art. 3	LC	LC	LC		Alim	POS
<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre		Art. 3	LC	NT	LC			CER
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique		Art. 3	LC	NT	LC		Alim	PRO
<i>Hippolais polyglotta</i>	Hypolais polyglotte		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse		Art. 3	LC	VU	NT		PRO	PRO
<i>Locustella naevia</i>	Locustelle tachetée		Art. 3	LC	NT	LC			PRO
<i>Oriolus oriolus</i>	Loriot d'Europe		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Alcedo atthis</i>	Martin pêcheur d'Europe	x	Art. 3	VU	VU	LC	Oui		POS
<i>Apus apus</i>	Martinet noir		Art. 3	LC	NT	LC		Alim	POS
<i>Turdus merula</i>	Merle noir		-	LC	LC	LC			CER
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mésange à longue queue		Art. 3	LC	LC	LC			POS
<i>Parus caeruleus</i>	Mésange bleue		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	x	Art. 3	LC	LC	VU	Oui	Alim	POS
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Oedicnème criard	x	Art. 3	LC	LC	LC	Oui		CER

Liste de l'avifaune nicheuse observée sur les aires d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO I	PN	LR européenne	LR nationale	LR région Centre	Dét ZNIEFF	Statut biologique sur l'aire d'étude immédiate	Statut biologique sur les aires d'étude rapprochée et éloignée
<i>Perdix perdix</i>	Perdrix grise		-	LC	LC	NT		PRO	PRO
<i>Alectoris rufa</i>	Perdrix rouge		-	LC	LC	LC		PRO	PRO
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Phragmite des joncs		Art. 3	LC	LC	VU	Oui		PRO
<i>Dendrocopos major</i>	Pic épeiche		Art. 3	LC	LC	LC			POS
<i>Dryocopus martius</i>	Pic noir	x	Art. 3	LC	LC	LC			POS
<i>Picus viridis</i>	Pic vert		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Pica pica</i>	Pie bavarde		-	LC	LC	LC			PRO
<i>Columba livia f. urbica</i>	Pigeon biset domestique		-	LC	DD	NE			PRO
<i>Columba oenas</i>	Pigeon colombin		-	LC	LC	LC	Oui		PRO
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier		-	LC	LC	LC			PRO
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Anthus trivialis</i>	Pipit des arbres		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Pouillot fitis		Art. 3	LC	NT	NT			POS
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce		Art. 3	LC	LC	LC			POS
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rosignol philomèle		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Rousserolle effarvate		Art. 3	LC	LC	LC			CER
<i>Saxicola torquatus</i>	Tarier pâtre		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois		-	VU	VU	LC			PRO

Liste de l'avifaune nicheuse observée sur les aires d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO I	PN	LR européenne	LR nationale	LR région Centre	Dét ZNIEFF	Statut biologique sur l'aire d'étude immédiate	Statut biologique sur les aires d'étude rapprochée et éloignée
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque		-	LC	LC	LC			PRO
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon		Art. 3	LC	LC	LC			PRO
<i>Carduelis chloris</i>	Verdier d'Europe		Art. 3	LC	VU	LC			PRO

Légende : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : Vulnérable ; NE : Non évalué ; POS : Nicheur possible ; PRO : Nicheur probable ; CER : Nicheur certain

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

Teste de prédation n° 1

		Joyeuses			
		Total	Nx81047	Nx81046	Nx81045
J+0	Dépôt le 18/07/16	30	10	10	10
J+2	20/07/2016	14	5	7	2
J+3	21/07/2016	12	4	6	2
J+5	23/07/2016	7	3	4	0
J+7	25/07/2016	5	2	3	0

	Total	Nx81047	Nx81046	Nx81045
Pwink J+2	0,47	0,50	0,70	0,20
Pwink J+3	0,40	0,40	0,60	0,20
Pwink J+5	0,23	0,30	0,40	0,00
Pwink J+7	0,17	0,20	0,30	0,00
Tm	2,1333	2,4	3,4	0,6

Test de prédation n° 2

		Joyeuses			
		Total	Nx81048	Nx81047	Nx81046
J+0	29/08/2016	30	10	10	10
J+2	31/08/2016	0	0	0	0
J+3	01/09/2016	0	0	0	0
J+5	03/09/2016	0	0	0	0
J+7	05/09/2016	0	0	0	0

	Total	Nx81048	Nx81047	Nx81046
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	0	0

0,25 et 0,82 = moyennes sur les 8 parcs suivis (cf. rapport)


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


feuille concernée	intervalle (calculé selon les différents intervalles entre les prospections) - qualifié de "pondéré"	efficacité de l'observateur	taux de persistance selon la formule de Winckelman - plusieurs choix selon fréquence du suivi, généralement à J+3 ou J+4	Tm selon Huso et Jones = durée moyenne de persistance d'un cadavre	différents éléments intermédiaires au calcul, cf publi Cornut&Vincent				nb de cadavres trouvés lors du suivi	coefficient de surface, au cas où la surface totale n'a pas pu être prospectée (cf publi Cornut&Vincent)	Winkelman	Erickson	Jones	Huso
	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				
Nx81045	6,79	0,7	0,33	1,48	2,95333	2,95333	0,43523	0,43233	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Nx81046	6,79	0,7	0,33	1,48	2,95333	2,95333	0,43523	0,43233	1	1,1	4,84	7,22	9,81	8,35
Nx81047	6,79	0,7	0,33	1,48	2,95333	2,95333	0,43523	0,43233	3	1	13,19	19,69	26,77	22,78
Nx81048	6,79	0,7	0,33	1,48	2,95333	2,95333	0,43523	0,43233	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Joyeuses-Global	6,79	0,7	0,33	1,48	2,95333	2,95333	0,43523	0,43233	4	1,09	19,16	28,62	38,90	33,10


Annexe 8. Tableau des observations


Résultats du suivi							
<i>Date prospection</i>	<i>Num</i>	<i>Nom latin</i>	<i>Nom</i>	<i>Etat</i>	<i>Age</i>	<i>Raisons estimées de la mort (collision ou barotraumatisme)</i>	<i>Distance à l'éolienne (m)</i>
15/07/2016	ALJO_T2	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Avancé	Adulte	Barotraumatisme	40
18/07/2016	ALJO_T2	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Frais	Juvenile	Barotraumatisme	50
28/07/2016	ALJO_T3	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Sec	Adulte	Barotraumatisme	15
06/09/2016	ALJO_T2	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	Sec	Indéterminé	Indéterminé	35

Annexe 9. Fiches de terrain (observation de dépouilles)

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien des Joyeuses (36)			
Date :	15/07/2016		Nom du prospecteur : GOEPFERT Melissa
Coordonnées	N :	46.9744°	Numéro de l'éolienne : ALJO_T2
	E :	002.0785°	Distance à l'éolienne : 40m
Espèce :	Alouette des champs		Etat : Avancé
Cause de la mort :	Barotraumatisme		
Photographie :			

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien des Joyeuses (36)			
Date :	18/07/2016		Nom du prospecteur :
		GOEPFERT Melissa	
Coordonnées	N :	46.9751°	Numéro de l'éolienne :
	E :	002.0781°	Distance à l'éolienne :
		50m	
Espèce :	Martinet noir <i>Apus apus</i>		Etat :
		frais	
Cause de la mort :	Barotraumatisme		
Photographie :			

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien des Joyeuses (36)			
Date :	28/07/2016		Nom du prospecteur : GOEPFERT Melissa
Coordonnées	N :	46.9770°	Numéro de l'éolienne : ALJO_T3
	E :	002.0814°	Distance à l'éolienne : 15m
Espèce :	Martinet noir <i>Apus apus</i>		Etat : Sec
Cause de la mort :	Inconnue		
Photographie :			

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien des Joyeuses (36)			
Date :	06/09/2016		Nom du prospecteur : GOEPFERT Melissa
Coordonnées	N :	46.9749°	Numéro de l'éolienne : ALJO_T2
	E :	002.0779°	Distance à l'éolienne : 35m
Espèce :	Pinson des Arbres <i>Fringilla coelebs</i>		Etat : Sec (aile)
Cause de la mort :	Inconnue		
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 migrants à faible taux de reproduction. Le

phénomène est encore plus net si on le considère par rapport à leur aire de distribution. Compte tenu des indicateurs du MNHN et de publications scientifiques récentes sur le sujet, on peut réellement craindre pour la survie même de ces taxons qui traversent l'Europe deux fois par an. Tous les indicateurs que nous avons à disposition démontrent que les courbes démographiques de ces espèces sont déjà en train de chuter et qu'elles ne pourront encaisser longtemps une telle hémorragie sans être réellement menacées de disparition, d'autant que les parcs doivent continuer à augmenter pour atteindre une production électrique permettant d'aider à contenir le taux de 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.