

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

Suivi de l'avifaune sur un cycle
biologique complet

Parc éolien de Forges

Mareuil-sur-Arnon (18)



Mai 2017

collection des études

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

Suivi de l'avifaune sur un cycle biologique complet

Parc éolien de Forges



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

Citation recommandée	BIOTOPE, 2017. <i>Suivi de mortalité de l'avifaune et des chauves-souris et suivi d'activité de l'avifaune, Parc éolien de Forges</i> . WINDPROSPECT. 112p.
Version / indice	Version finale
Date	31/05/2017
Nom de fichier	Biotope_2017_Mortalite&Comportement_Forges_VF
N° de contrat(s)	Contrat n° 2016830
Maîtrise d'ouvrage	WINDPROSPECT
Contact maîtrise d'ouvrage	Sofiane LESBET sofiane.lesbet@wpo.eu
Responsable projet BIOTOPE	Ludivine DOYEN, Chef de ldoyen@biotope.fr projet

Sommaire

Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques	8
I. Contexte écologique général	10
I.1 Présentation du parc	10
I.2 Zonages d’inventaires et réglementaires du patrimoine naturel	13
I.2.1 Zonages règlementaires de protection du patrimoine naturel	13
I.2.2 Zonage d’inventaire du patrimoine naturel	18
I.3 Continuités écologiques	20
I.3.1 Concepts et définitions	20
I.3.2 Continuités écologiques identifiées à l’échelle régionale par le SRCE	21
I.4 Rappel des enjeux de l’étude d’impact	22
I.4.1 Présentation de l’aire d’étude initiale et des techniques employées	22
I.4.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux définis dans l’étude d’impact	23
I.4.3 Intérêt du site et de ses abords pour les chiroptères définis dans l’étude d’impact	24
I.4.4 Limites de l’étude d’impact	25
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	30
II.3.3 Etude de l’activité de l’avifaune en période de migration pré-nuptiale	31
II.3.4 Etude de l’activité de l’avifaune nicheuse	32
II.3.5 Suivi de mortalité (oiseaux et chauves-souris : recherche par transects circulaires)	37
Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats	43
III. Résultats des activités et mouvements d’oiseaux	44

III.1 Migration postnuptiale	44
III.1.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en postnuptiale	44
III.1.1 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	48
III.1.2 Synthèse de l'expertise des oiseaux en migration postnuptiale	48
III.2 Hivernage	53
III.2.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en hivernage	53
III.2.1 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	54
III.2.2 Synthèse et analyse de l'expertise des oiseaux hivernant	55
III.3 Migration Pré-nuptiale	57
III.3.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en migration pré-nuptiale	57
III.3.2 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	59
III.3.3 Synthèse de l'expertise des oiseaux migrateurs	59
III.4 Reproduction	64
III.4.1 Espèces recensées sur l'aire d'étude en période de reproduction	64
III.4.2 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact	66
III.4.3 Synthèse et analyse de l'expertise des oiseaux en période de reproduction	67
IV. Résultats du suivi de mortalité	69
IV.1 Résultats bruts	69
IV.1.1 Données générales concernant les dépouilles découvertes	69
IV.1.2 Les oiseaux	70
IV.1.3 Les chauves-souris	72
IV.1.4 Suivi par éolienne	78
IV.1.5 Répartition spatiale des informations	79
IV.1.6 Analyse par milieu	79
IV.2 Analyse des résultats	80
IV.2.1 Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs	80
IV.2.2 Estimation de la mortalité	81
Annexes	89

Liste des tableaux, cartes et figures

Tableau 1.	Zonages de protection du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée	15
Tableau 2.	Zonages d'inventaire du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude éloignée	18
Tableau 3.	Équipe de travail	26
Tableau 4.	Dates de prospection des suivis effectués sur le parc éolien de Forges	26
Tableau 5.	Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude en migration postnuptiale (Biotope 2016)	47
Tableau 6.	Liste des espèces hivernantes remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2016/2017)	54
Tableau 7.	Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude (Biotope 2017)	58
Tableau 8.	Liste des espèces patrimoniales observées en période de reproduction sur, ou à proximité immédiate, du parc éolien de Forges (BIOTOPE, 2016)	65
Tableau 9.	Comparaison des espèces observées en 2007 et 2016 sur et aux abords du parc éolien des Forges	67
Tableau 10.	Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2015) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	71
Tableau 11.	Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc de Forges	72
Tableau 12.	Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Forges	77
Tableau 13.	Proportion de dépouilles par éolienne	78
Tableau 14.	Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité globale du parc de Forges	81
Tableau 15.	Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité des oiseaux du parc de Forges	81
Tableau 16.	Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité des chiroptères du parc de Forges	81
Carte n° 1.	Localisation du parc éolien de Forges. Les cercles violets correspondent aux aires d'études immédiate (<1km) et éloignée (20km)	11
Carte n° 2.	Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc de Forges	12
Carte n° 3.	Zonage réglementaire dans l'aire d'étude éloignée du parc de Forges	16
Carte n° 4.	Zonage d'inventaire dans l'aire d'étude éloignée du parc de Forges	17

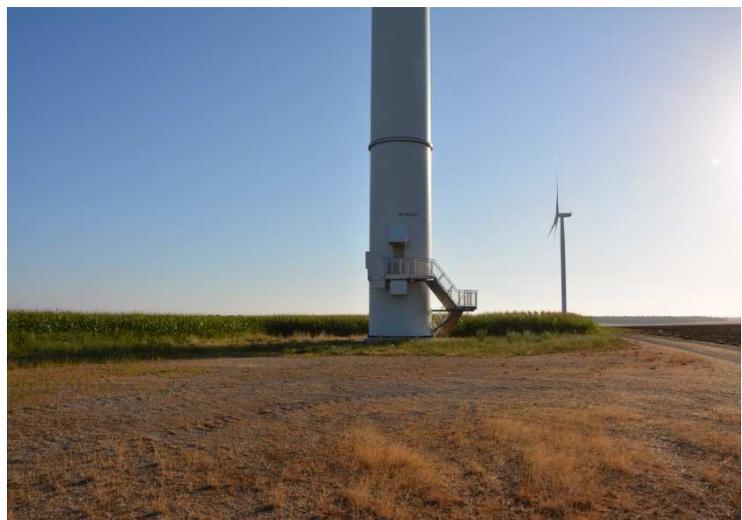
Carte n° 5.	Extrait du SRCE Centre-Val de Loire. Le point rouge indique l'emplacement du parc éolien de Forges.	21
Carte n° 6.	Cartographie de l'assolement et des éléments fixes du paysage extraite de l'étude d'impact	23
Carte n° 7.	Localisation des points d'observation des oiseaux en période de migration postnuptiale	33
Carte n° 8.	Localisation des points d'observation des oiseaux et des transects en période d'hivernage	34
Carte n° 9.	Localisation des points d'observations et des transects en période de migration prénuptiale	35
Carte n° 10.	Localisation des points d'écoute IPA - Avifaune nicheuse	36
Carte n° 11.	Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration postnuptiale	52
Carte n° 12.	Localisation de l'avifaune remarquable en période d'hivernage	56
Carte n° 13.	Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration prénuptiale	62
Carte n° 14.	Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration prénuptiale	63
Carte n° 15.	Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc de Forges	68
Carte n° 16.	Emplacement des dépouilles trouvées lors du suivi mortalité, par éolienne, sur le parc de Forges.	79
Figure 1.	Évolution de l'occupation de sol globale du parc éolien de Forges entre le 16 juillet et le 20 octobre 2016.	10
Figure 2.	Schéma des éléments constitutifs d'un réseau écologique	20
Figure 3.	Évolution de surface prospectée sous les éoliennes du parc de Forges durant le suivi mortalité	42
Figure 4.	Synthèse des réactions au cours de la période de migration postnuptiale 2016, en nombre d'individus.	50
Figure 5.	Synthèse des hauteurs de vol au cours de la période de migration postnuptiale 2016	50
Figure 6.	Nombre d'observations par passage et répartition mensuelle des dépouilles trouvées sur le parc de Forges	69
Figure 7.	Mortalité par espèce	70
Figure 8.	Synthèse française des cas de mortalité liées à l'éolien pour les 10 espèces les plus touchées en France et pour le Rougegorge familier (Dürr, 2015).	71
Figure 9.	Synthèses européenne et française des cas de mortalité liés aux parcs éoliens pour les Chauves-souris. © Adapté de Dürr (2015).	74
Figure 10.	Recaptures de bagues pour les populations de Noctule commune. Carte	

	extraite de Hutterer et al. 2005	75
Figure 11.	Routes migratoires de la noctule de Leisler, obtenues par 50ans de baguage et recapture. D'après Hutterer et al. 2005.	76
Figure 12.	Nombre d'observations par éolienne entre juillet et octobre 2016.	78

Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques



Éoliennes du parc de Forges. © Biotope, 2016.



Introduction

Wind Prospect exploite un parc éolien de 5 machines, appartenant à la société Allianz, implantées sur les communes de Mareuil-sur-Arnon et de Migny, dans le département du Cher (18).

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

☞ Le présent document présente les résultats des suivis réalisés durant l'année 2016/2017 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est de proposer une évaluation de l'utilisation du site par l'avifaune, ainsi que de présenter les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, au sein du parc en exploitation.

I. Contexte écologique général

I.1 Présentation du parc

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

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

Mis en service en octobre 2011, le parc est composé de 5 éoliennes Nordex N100 de 2,5 MW de puissance unitaire. Ces éoliennes sont équipées d'un rotor de 100 mètres de diamètre et d'une tour de 100 mètres de hauteur. Sur site, les éoliennes portent les dénominations FORG_1, FORG_2, FORG_3, FORG_4 et FORG_5.

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

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

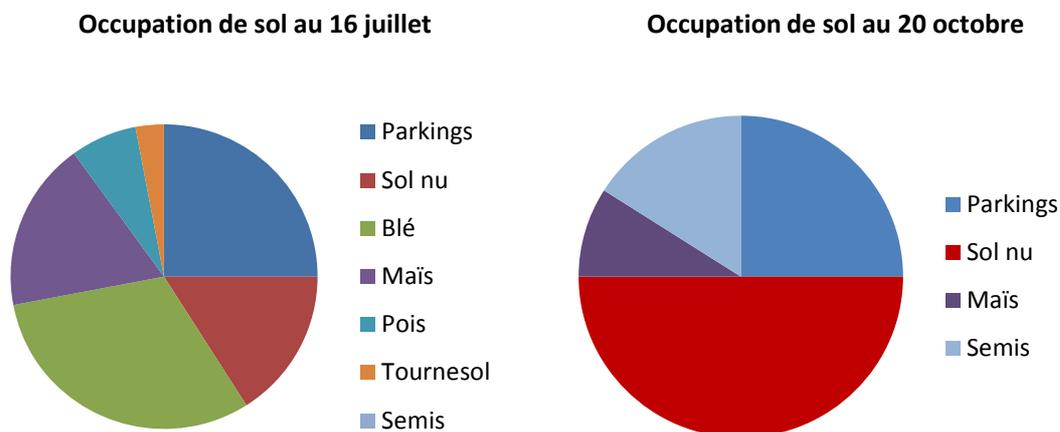
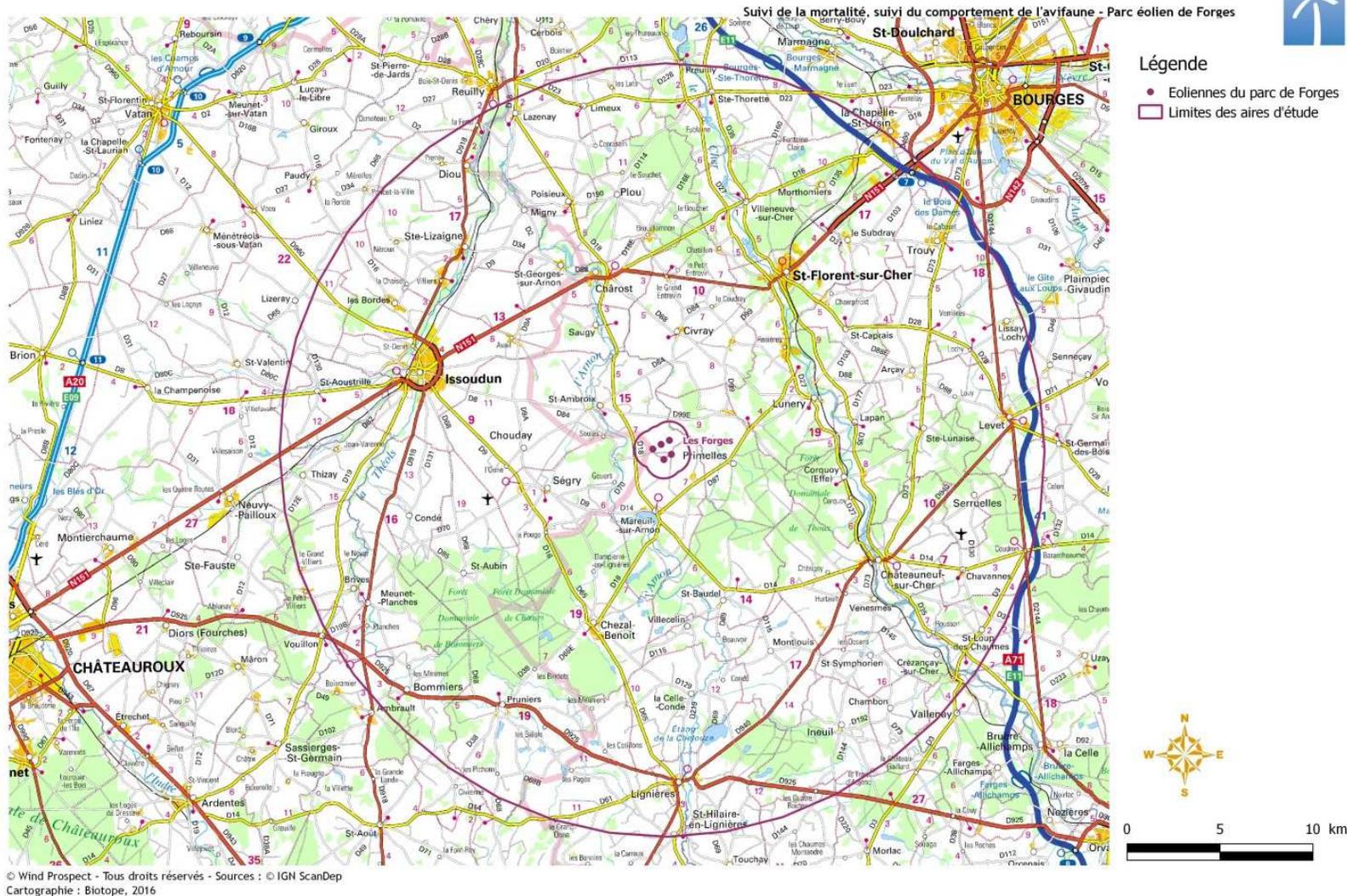


Figure 1. Évolution de l'occupation de sol globale du parc éolien de Forges entre le 16 juillet et le 20 octobre 2016.

Localisation du parc éolien de Forges



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

Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc de Forges



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



Légende

- Eoliennes du parc de Forges



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

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

I.2 Zonages réglementaires et d'inventaires du patrimoine naturel

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

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

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

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

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

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

I.2.1 Zonages réglementaires de protection du patrimoine naturel

Les zonages règlementaires 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 Forges.

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. À noter, la présence de 6 espèces de chauves-souris inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore : la Barbastelle d'Europe, le petit Rhinolophe, le grand Rhinolophe, le grand Murin, le Murin à oreilles échancrées et le Murin de Bechstein.

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

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

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

☞ 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 2007, les zones Natura 2000 ayant été désignées par arrêté préfectoral après publication de l'étude d'impact. Seules deux ZNIEFFs avaient été identifiées, dont une aujourd'hui intégrée au site « Basse vallée de l'Arnon ».

Autres zonages

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

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

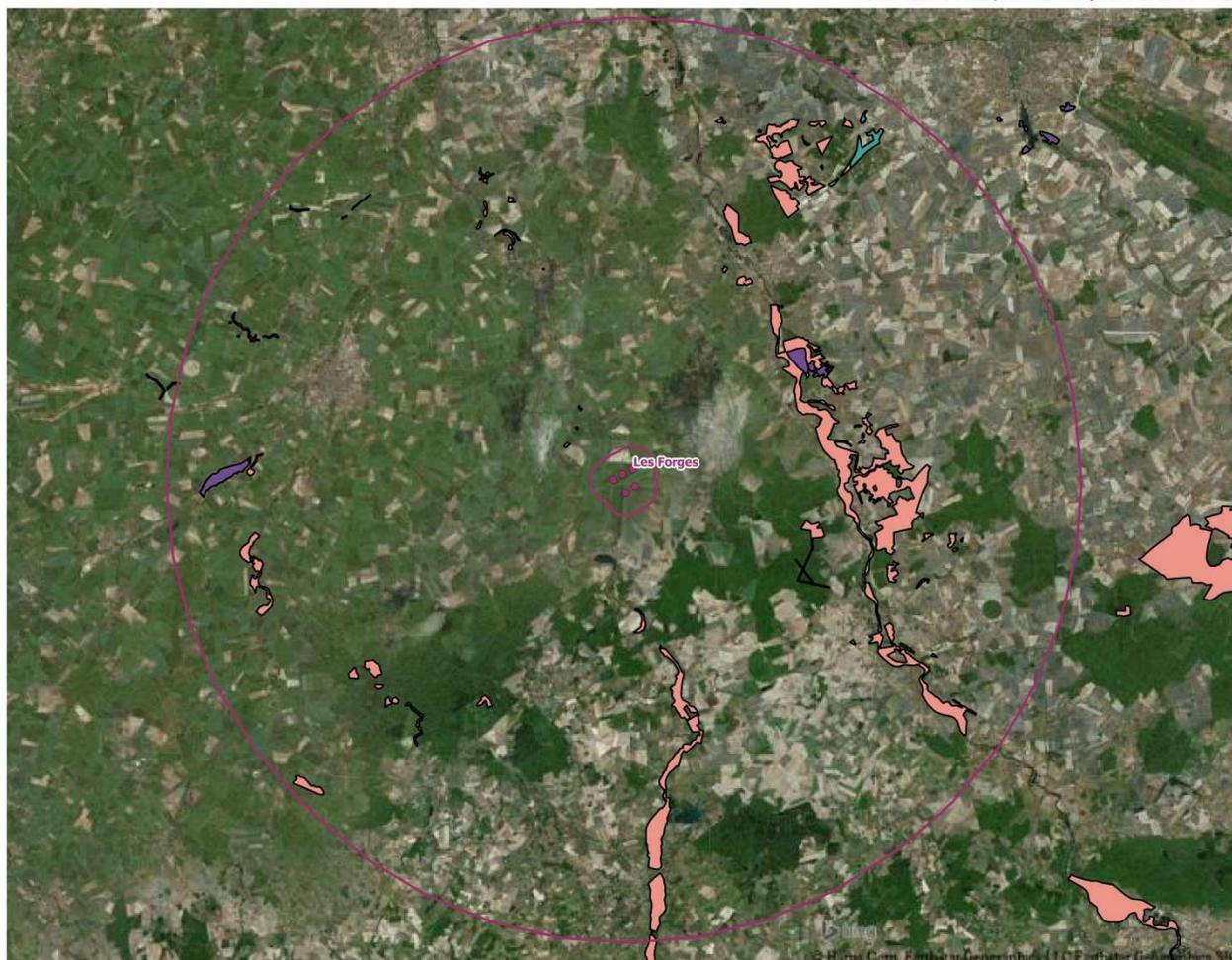
☞ Aucun zonage réglementaire de protection ne recoupe l'aire d'étude immédiate du parc éolien des Forges. Cependant ces sites concentrent une diversité et une richesse importante de la faune et de la flore aux alentours du parc éolien.

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
Arrêtés de Protection de Biotope			
MARAIS DE JEAN-VARENNE	FR3800057	92	16
LE PATOUILLET	FR3800053	89,5	8
Natura 2000_ZSC			
COTEAUX, BOIS ET MARAIS CALCAIRES DE LA CHAMPAGNE BERRICHONNE	FR2400520	4999,49	7 à 43
SITE A CHAUVES-SOURIS DE CHAROST	FR2402004	0,31	10,50
BASSE VALLEE DE L'ARNON	FR2400521	1332,28	4 à 32
ILOTS DE MARAIS ET COTEAUX CALCAIRES AU NORD-OUEST DE LA CHAMPAGNE BERRICHONNE	FR2400531	313,4	3 à 18

Zonage réglementaire dans l'aire d'étude éloignée du parc de Forges



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



Légende

- Eoliennes du parc de Forges
- Limites des aires d'étude
- Natura 2000
- Zone Spéciale de Conservation
- Autres zonages
- Réserve Naturelle Nationale
- Arrêté de Protection de Biotope



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

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

Zonage d'inventaire dans l'aire d'étude éloignée du parc de Forges



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



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

Carte n°4. Zonage d'inventaire dans l'aire d'étude éloignée du parc de Forges

1.2.2 Zonage d’inventaire du patrimoine naturel

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

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

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

Tableau 2. Zonages d’inventaire du patrimoine naturel concernés par l’aire d’étude éloignée			
Intitulé	Code	Surface (ha)	Distance au parc éolien (km)
ZNIEFF de type I			
PRAIRIE HUMIDE DU BOIS DE PASSA	240030263	2,58	2,83
PELOUSES DU TROU A RAGOT	240006417	3,51	3,11
PELOUSE DE BOISSEREAU	240030383	0,42	5,94
PELOUSES DU MOULIN NEUF	240030266	1,17	6,57
PELOUSES CALCICOLES DE LA FORET DE THOUX	240030353	73,15	7,60
PRAIRIES DE BEAUVOIR	240030285	44,61	8,50
PELOUSES DE CHANTELOUP	240030304	7,95	9,41
PELOUSES ET BOIS DU PATOUILLET	240000924	331,97	9,53
PELOUSES DU MOULIN DU BREUIL	240030310	5,36	9,58
PELOUSES SABLEUSES DE LA GRANDE ROCHE	240030363	6,63	9,77
PELOUSES DES USAGES DE LA ROCHE (COMMUNAUX DE LAPAN, LES VALLEES, LES MALCORPS, TARDONNE)	240000919	16,68	10,51
PELOUSES DES HAUTS DE LAPAN	240030334	18,69	10,67
CHENAIE THERMOPHILE DE CHANTOISEAU	240030862	23,27	10,83
PELOUSES DE LA TOUCHE	240009905	16,05	11,05
PELOUSES DE LA MAISON NEUVE	240030332	29,48	11,87
MARAIS DE ROUSSY	240030151	16,16	12,03
PELOUSES DE ROUSSY	240030152	7,86	12,09
PELOUSES DES EPARGNES	240031559	1,26	12,43
CHENAIE-CHARMAIE DU PETIT BOIS	240031564	14,75	13,11
PELOUSES DES CASSONS	240030317	5,81	13,17
PELOUSE DE LA VALLEE DE TREFOU	240030367	0,69	13,20
PELOUSE CALCICOLE DE MARGNY	240031608	0,29	13,58
PELOUSES DES REAUX	240000908	3,96	13,86

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

Intitulé	Code	Surface (ha)	Distance au parc éolien (km)
PELOUSE DU BOIS DE LA SOUPLEE	240030292	5,69	14,56
PRAIRIE DES GAMBIERS	240031628	3,70	14,98
PELOUSES DU PETIT CHEVRIER	240030311	1,51	15,00
PELOUSES DES VARROUX	240000909	9,17	15,05
BOIS DE LA LANDE	240000911	182,80	15,29
PELOUSES ET FOURRES DU BOIS DU CROT	240031361	9,62	15,42
MARAIS DE GRAVOLLE	240000588	50,30	15,49
PRAIRIE HUMIDE DU GUE PINARD	240031574	2,16	15,65
MARAIS DE CHAVANNES	240031597	6,99	15,75
BOIS DE LA COUDRE	240031575	103,57	15,80
MARAIS DE JEAN-VARENNE	240000580	99,48	15,85
PELOUSES DES BOIS BORGNES	240000578	78,87	16,18
ETANG DES USAGES ET BOIS PLAINS	240009387	110,36	16,60
PELOUSES DES CHAUMES DU VERNILLER	240006415	185,18	16,81
PELOUSES DES MONTEES	240030303	2,06	17,26
PELOUSES DE NEROUX	240030107	29,32	17,27
PRAIRIE HUMIDE DE SAUZAY	240031599	3,65	17,57
PELOUSES DU CROT ROUGE	240030312	1,74	17,78
ETANG DU COLOMBIER	240000914	10,58	17,81
PELOUSES ET OURLETS DES BORDES ET DU PUIITS D'IGNOUX	240030349	38,04	18,68
PRAIRIE HUMIDE DES FONDS JOINTS	240031647	1,21	18,70
PELOUSES DES CARRIERES DE LA CHAPELLE-SAINT-URSIN	240030323	17,11	19,73
FORÊT DE LA LANDE ROUGE	240031468	58,79	19,79
ZNIEFF de type II			
BOIS DE THOUX	240000915	3917,09	2,67
MARAIS DU PONTET	240000922	36,69	5,53
FORET DE CHOEURS-BOMMIERS	240000606	5193,69	6,24
BOIS THERMOPHILES ET PELOUSES DU CANTON DE LA ROCHE, DE LA BOUQUETIERE ET DE LA GARENNE	240030892	955,78	10,08
VALLEE DE L'ARNON : BOUCLE DE ROUSSY	240009385	192,69	11,50
BOIS DU PALAIS	240031577	905,91	12,45
MARAIS DE THIZAY	240031330	333,39	15,30
BOIS DU ROI	240031048	315,15	16,17
FORET DE LA LANDE ROUGE	240031468	58	20

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

I.3 Continuités écologiques

I.3.1 Concepts et définitions

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

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

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

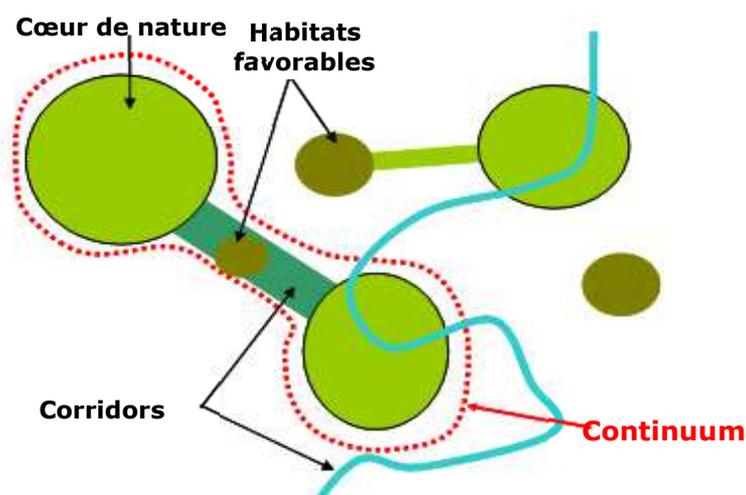


Figure 2. Schéma des éléments constitutifs d'un réseau écologique

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

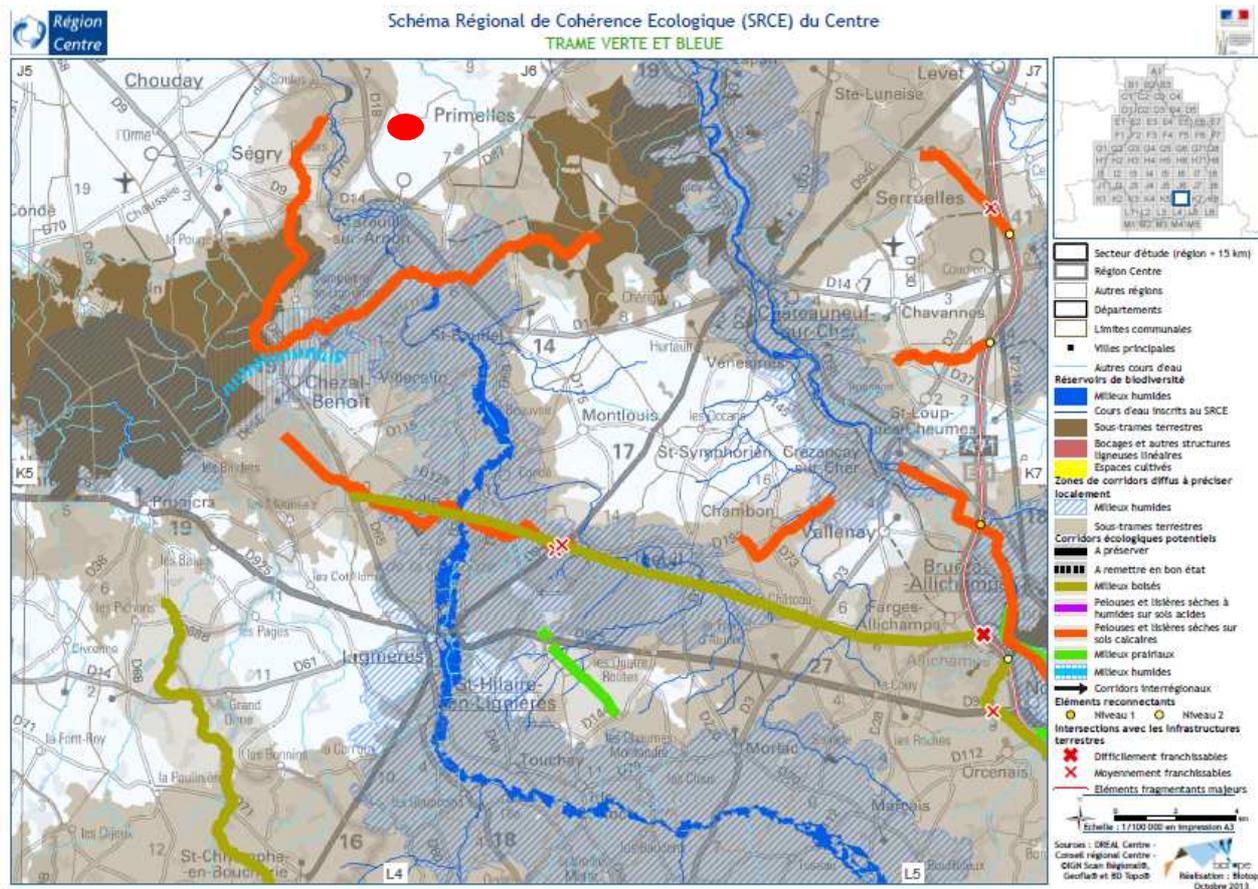
L'assemblage des continuités écologiques forme le réseau écologique. Le reste de l'espace, à priori peu favorable aux espèces, constitue la matrice.

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

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

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

☞ Au niveau de l'aire d'étude immédiate (<1km) aucune zone n'est définie par le SRCE. Le site est cependant bien entouré par des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques dans l'aire éloignée, à plus de 2,5kms du parc éolien de Forges, au niveau des cours d'eau et des Znieffs.



Carte n°5. Extrait du SRCE Centre-Val de Loire. Le point rouge indique l'emplacement du parc éolien de Forges.

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

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

I.4.1 Présentation de l'aire d'étude initiale et des techniques employées

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

Pour la période de reproduction, des points IPA d'une durée de 10 minutes ont été effectués, ainsi que de la recherche aléatoire. Des points d'observations spécifiques de 2 à 3h ont été réalisés pour l'étude des Busards. Deux passages minimums ont été réalisés sur la période d'étude.

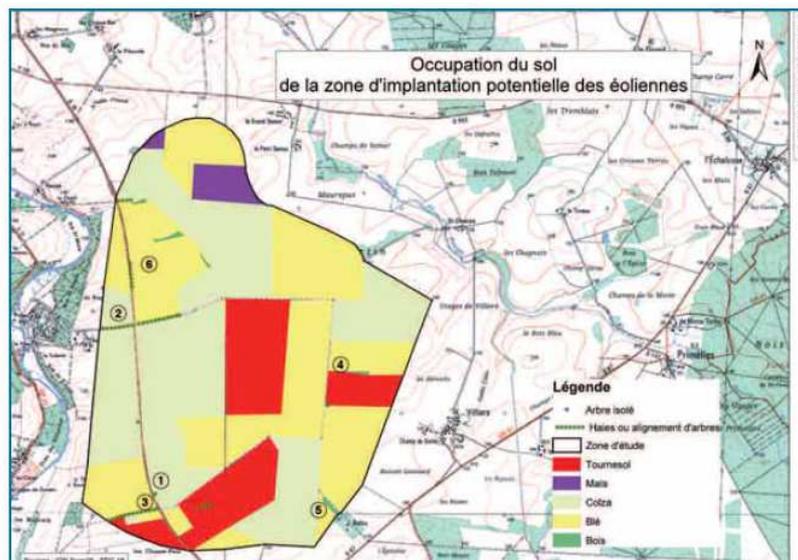
La Fédération Départementale des Chasseurs du Cher a apporté un complément à l'étude de Nature 18. Des relevés faunistiques aléatoires ainsi que des points d'observations ont été effectués de juin à août 2005.

Le Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges a apporté son expertise pour la partie chiroptères et a réalisé 2 points d'écoutes lors de la nuit du 16 juin 2005, 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. Le comportement des oiseaux en hivernage a été étudié en 2016/2017 et non en 2005. En revanche aucune étude des chiroptères n'a été réalisée en 2016/2017.

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

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



Carte n°6. Cartographie de l'assolement et des éléments fixes du paysage extraite de l'étude d'impact

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

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

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

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

Deux espèces remarquables fréquentent ponctuellement la zone : la Cigogne noire et le Grue

cestrée. La Cigogne noire a été notée à plusieurs reprises en période de nidification sur le réseau de forêts domaniales de Thoux, Chœurs et de Bommier, entre trois et neuf kilomètres à l'est de la zone. Le Cher est situé en plein couloir de migration de la Grue cestrée. Ainsi, 15 000 à 20 000 oiseaux passent chaque année en migration prénuptiale et postnuptiale. En 2006, 14 650 grues ont été comptées en migration prénuptiale dans le Cher et on estime que la majorité a survolé la commune de Mareuil-sur-Arnon.

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

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

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

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

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

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

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

Les éoliennes ne posent problème pour les chauves-souris que si elles se trouvent sur une route de migration ou dans des habitats favorables, riches en insectes. Les chiroptères se reproduisant

lentement (généralement un petit par an et par femelle) et ayant une longue espérance de vie, ils peuvent avoir du mal à compenser une mortalité importante.

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

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

1.4.4 Limites de l'étude d'impact

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

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

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

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

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

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

II. Méthodologie appliquée

II.1 Equipe de travail

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

Domaines d'intervention	Agents de BIOTOPE
Directeur d'étude - Suivi et contrôle Qualité	Ludivine DOYEN
Chef de projet - Coordination et rédaction de l'étude	Ludivine DOYEN et Melissa GOEPFERT
Chargé d'études chiroptérologue - Appui sur le volet chauves-souris	Julien TRANCHARD
Chargé d'études faunistique - suivi du comportement des oiseaux en migration postnuptiale et en hivernage	Franck LETERME
Chargé d'études faunistique - suivi du comportement des oiseaux en migration pré-nuptiale et en reproduction	Cyril BELLANGER
Technicien mortalité - Récolte des données avifaune et chiroptères	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
Avifaune migratrice (postnuptiale) (3 passages)		
1	29/08/2016	Temps nuageux avec quelques gouttes de pluie en tout début de matinée ; températures comprises entre 15 et 21°C ; vent faible de secteur Ouest/Nord-ouest
2	12/10/2016	Alternance nuages et éclaircies ; températures comprises entre 2 et 15°C ; vent faible à moyen de secteur Est/Nord-est

Tableau 4. Dates de prospection des suivis effectués sur le parc éolien de Forges		
Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
3	04/11/2016	Alternance nuages et éclaircies ; températures comprises entre 1 et 12°C ; vent très faible voire nul de secteur Sud-ouest
Avifaune hivernante (2 passages)		
1	14/12/2016	Beau temps ; températures comprises entre 0 et 7°C ; vent faible de secteur Est
2	05/01/2017	Léger brouillard ; températures comprises entre 0 et 3°C ; vent très faible de secteur Nord/Nord-ouest
Avifaune migratrice (prénuptiale) (3 passages)		
1	18/02/2017	Ensoleillé - Vent moyen - 10°C - Nébulosité 30%
2	04/03/2017	Pluie - Nébulosité 100% - Vent moyen / 8°C
3	25/03/2017	Ensoleillé - Vent moyen - Nébulosité 80% / 3°C
Avifaune nicheuse (3 passages)		
1	28/04/2016	7°C- Couverture nuageuse : 30-60% - Vent : faible
2	20/05/2016	7°C - Nébulosité 100% - (pluie la nuit précédente) + pluie en milieu de matinée (point 3 à 6)
3	10/06/2016	15°C - Soleil
Suivi mortalité (15 passages)		
1	16/07/2016	Ciel bleu
2	19/07/2016	Ciel bleu, vent 3 Beaufort
3	29/07/2016	Couvert 100%, vent
4	02/08/2016	Couvert 100%, vent, pluie
5	10/08/2016	Ciel bleu
6	18/08/2016	Couvert 100%
7	27/08/2016	Ciel bleu, canicule
8	30/08/2016	Nuageux 25-50%
9	05/09/2016	Couvert 100%
10	13/09/2016	Nuageux, vent
11	19/09/2016	Brouillard, couvert 100%
12	27/09/2016	Nuageux
13	03/10/2016	Ciel bleu
14	11/10/2016	Couvert 75%
15	20/10/2016	Couvert 100%
Tests de prédation (2 tests)		
1	22/08/2016	Ciel bleu, 15-25°C
1	24/08/2016	Ciel bleu, 15-25°C
1	25/08/2016	Ciel bleu, canicule
1	27/08/2016	Ciel bleu, canicule

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
1	29/08/2016	Couvert 100%, vent 3 Beaufort
2	03/10/2016	Ciel bleu, vent faible
2	05/10/2016	Ciel bleu, vent 4 Beaufort
2	06/10/2016	Ciel bleu, vent faible
Tests d'efficacité (2 tests)		
1	30/08/2016	Nuageux 25-50%
2	11/10/2016	Couvert 75%

II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées

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

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

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

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

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

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

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

Cf. Carte 7 : Localisation des points d'observation en période de migration postnuptiale

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Analyse des résultats

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

Limites de la méthode

Ce type de suivi ne constitue pas un inventaire exhaustif des différentes espèces pouvant survoler le parc éolien en période migratoire. Il donne un aperçu à un instant 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 8 : Localisation des points d'observation et des transects en période d'hivernage

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

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

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

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

Limites de la méthode

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

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

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

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

Pour ce faire, l'observateur a effectué 3 points d'observation fixes, permettant une vue dégagée sur l'ensemble du parc éolien. Ces différents points ont été placés de manière à bénéficier d'un champ de vision large tout en permettant d'avoir une bonne visibilité des éoliennes suivies. Chaque point d'observation était d'une durée d'environ 45min. Le suivi s'effectue à poste fixe. L'observateur se rend sur le point prédéfini pour le lever du jour de manière à apprécier le passage des espèces matinales (voire des migrateurs nocturnes ayant prolongé leur déplacement). Le comptage continue jusqu'à ce que la migration se calme fortement (variable selon les jours).

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

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

Pour compléter cet inventaire, des transects au niveau du parc éolien et aux abords de celui-ci ont été réalisés ainsi que des inventaires au plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon au sud du parc éolien.

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 10 : Localisation des points d'écoute IPA - Avifaune nicheuse

Annexe : Description des points IPA

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

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

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

Les points d'écoute ont été réalisés trois fois entre avril et juin, espacés d'au moins 15 jours, afin de recenser à la fois les nicheurs précoces et les nicheurs tardifs. Au total, 9 points d'écoute de ce type ont été définis au sein du parc et aux abords dans l'aire d'influence et au-delà en prenant soin de balayer l'ensemble des milieux présents.

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

Localisation des points d'observation des oiseaux en période de migration postnuptiale



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



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

Carte n°7. Localisation des points d'observation des oiseaux en période de migration postnuptiale

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



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



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



0 300 600 m

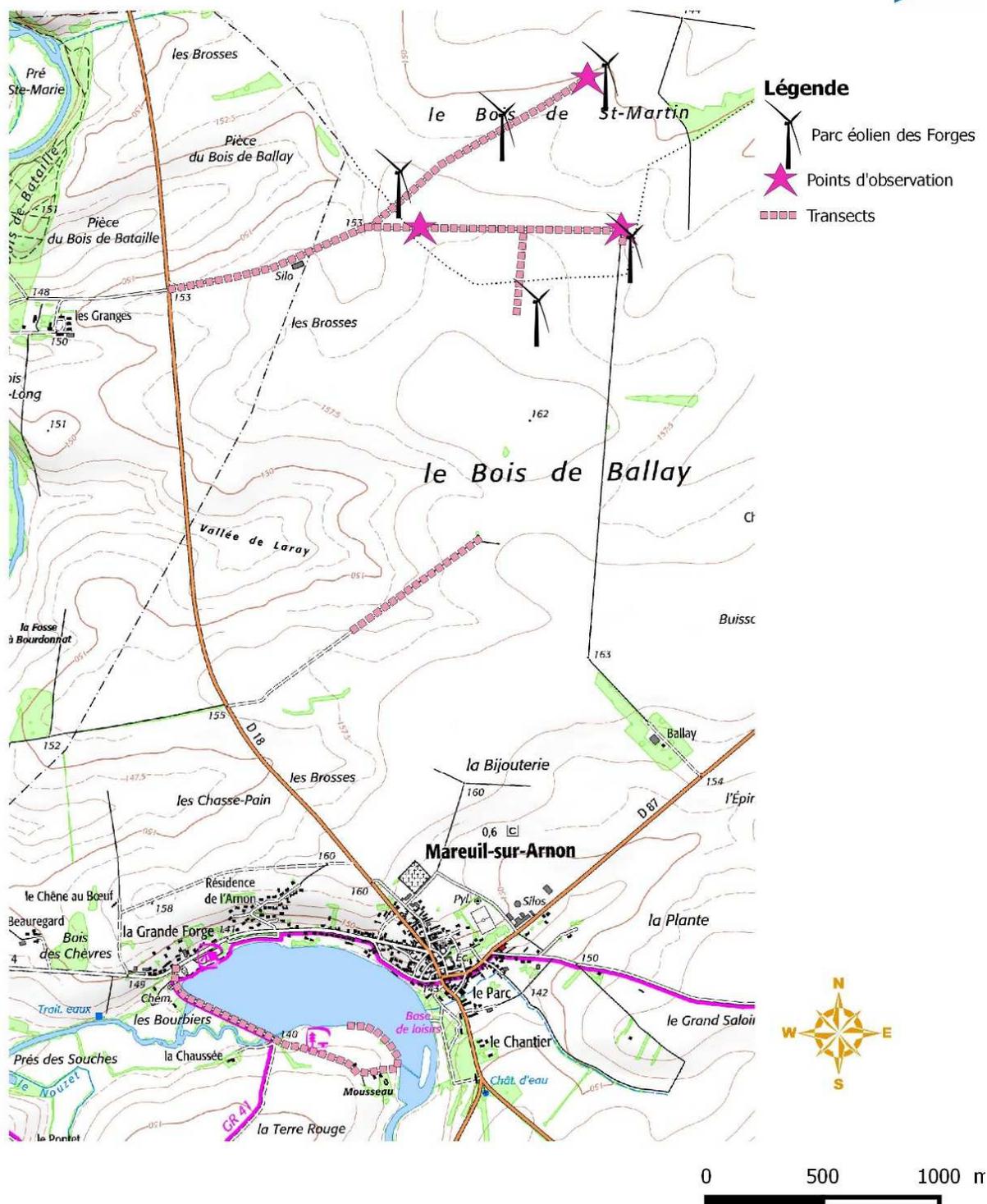
© Wind Prospect - Tous droits réservés - Sources : Bing Aerial (2016) ; Biotope (2016/2017)
Cartographie : Biotope, 2017

Carte n° 8. Localisation des points d'observation des oiseaux et des transects en période d'hivernage

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



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



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

Carte n°9. Localisation des points d'observations et des transects en période de migration prénuptiale

Localisation des points d'écoute IPA en période de reproduction

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



Légende

- Parc éolien des Forges
- Points d'écoute IPA



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

Carte n° 10. Localisation des points d'écoute IPA - Avifaune nicheuse

II.3.5 Suivi de mortalité (oiseaux et chauves-souris : recherche par transects circulaires)

L'objectif de ce suivi d'après le protocole est que « *Le suivi de mortalité permet de vérifier que les populations d'oiseaux et de chauves-souris présentes au niveau du parc éolien ne sont pas affectées de manière significative par le fonctionnement des aérogénérateurs. L'objectif est de s'assurer que l'estimation effectuée dans l'étude d'impact du projet en termes de risques de mortalité n'est pas dépassée dans la réalité.* »

L'état des connaissances sur les phénomènes de mortalité des parcs éoliens a fortement évolué depuis 2003 et les modalités de suivis se sont affinées. Ainsi, sur la base de plusieurs études de référence en Europe (notamment par WINCKELMAN), les protocoles de suivis de mortalité des oiseaux et chauves-souris ont été calibrés en France par la LPO (ANDRE, 2005 repris par DULAC, 2007, 2008) suivant des protocoles qui sont aujourd'hui considérés par certains spécialistes comme obsolètes.

Ils sont avantageusement remplacés par les protocoles développés par les équipes d'Arnett et al. (2008) - Casselman Wind Project, 2008-2010), et Baerwald et al. (2008). Ces protocoles récents ont été adaptés en 2010 sur le parc éolien de Bouin par BIOTOPE (Lagrange *et al.*, 2010).

Recherche des dépouilles au sol

Le protocole que nous avons mis en œuvre est adapté d'après Arnett *et al.* (2008) et Baerwald *et al.* (2008). **Il s'agit d'une méthode de suivi se basant sur les transects circulaires et non pas linéaires au sein d'un carré.** Ce type de transects cible la zone théorique principale de présence de dépouilles liées à des phénomènes de collision, sous la principale zone de survol par les pâles (aire de rayon 50 m : 0,78 hectare environ).

Ce protocole présente plusieurs avantages par rapport aux suivis traditionnels :

- **Il optimise la surface échantillonnée** (suivi traditionnel prospectant une surface carrée, sans justification statistique)
- **Il ne nécessite pas la pose de repères sur le terrain** (économie en temps > 1 journée),
- **Il permet des passages beaucoup plus resserrés** (environ 5m contre 12,5 m pour certains suivis classiques), facilitant et fiabilisant le travail de l'opérateur

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

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

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

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

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

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

☞ Ainsi 15 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 16 juillet au 20 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 impactés 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 : I) / I.

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

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

La détermination des coefficients d'erreur P et Z est délicate. En effet, ils varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, accoutumance des prédateurs, couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, taille des 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 22/08/16 au 29/08/16 pour les 3 éoliennes suivantes : FORG_1, FORG_3 et FORG_5
- Du 03/10/16 au 10/10/16 pour les 3 éoliennes suivantes : FORG_1, FORG_3 et FORG_5

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 cadavres de rats. Pointage GPS des cadavres installés. 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 tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus chaque matinée.

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

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

Détermination du coefficient de correction surfacique

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

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

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

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

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

Limites de la méthodologie

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

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

La pose de rats paraît être une bonne solution pour tester la prédation. On peut cependant penser que le nombre important de rats déposés (concentration), ainsi que leur taille et leur couleur peuvent augmenter leur attractivité et leur détectabilité pour les prédateurs. Il faudrait éviter les rats blancs ou bicolores. Malheureusement cela est rarement possible en raison du manque de production de rats uniformément gris en animalerie. Il est également difficile de déposer moins de 30 rats par parc si l'on veut des résultats fiables. Enfin, bien qu'un rat soit plus détectable pour un prédateur qu'une

chauve-souris, il correspond à une taille intermédiaire entre les chiroptères et les oiseaux et semble donc être un bon compromis.

L'efficacité du suivi de la mortalité est fortement dépendante du type de recouvrement végétal sous les éoliennes. Les milieux cultivés hauts et denses (type blé, tournesol ou maïs) sont incompatibles avec les suivis. Une hauteur de végétation supérieure à 10 cm rend difficile la prospection. En fonction des cultures, la zone d'étude ne peut donc pas toujours être prospectée dans son intégralité ou avec une probabilité de détection moindre.

Dans le cas du suivi mené sur le parc éolien de Forges, 15 passages ont été menés par le même observateur. Les cultures ont fortement fait varier la part de surface prospectée tout au long du suivi. Ainsi, seule l'éolienne FORG_3 a pu être prospectée dans son intégralité durant toute la durée du suivi. L'éolienne FORG_1 a pu être prospectée entièrement dès le 3^{ème} passage. Pour les éoliennes FORG_2 et FORG_5, seule la moitié de la surface a pu être prospectée durant la majorité du suivi. L'éolienne FORG_4 n'a pu être prospectée entièrement qu'à partir du 12^{ème} passage.

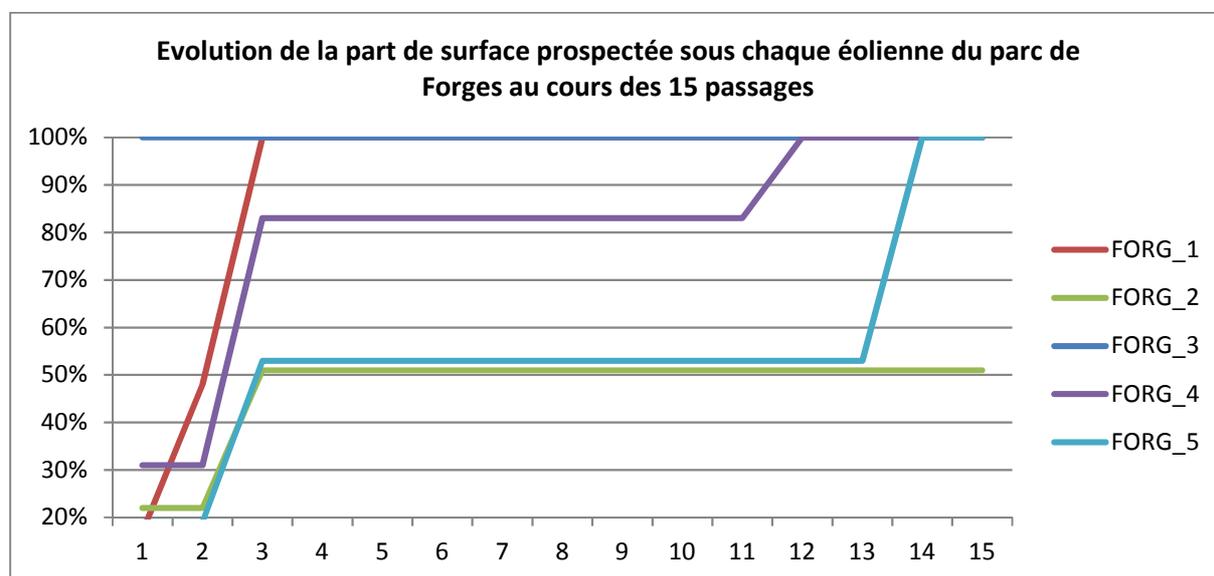


Figure 3. Évolution de surface prospectée sous les éoliennes du parc de Forges durant le suivi mortalité

Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats



Éolienne du parc de Forges. © Biotope, 2016



Pipistrelle commune sur site. © Biotope, 2016

III. Résultats des activités et mouvements d'oiseaux

III.1 Migration postnuptiale

Cf. carte 11 : Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration postnuptiale

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

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

Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période de migration postnuptiale (août, octobre et novembre 2016), **1 604 oiseaux appartenant à 42 espèces différentes ont été observés** sur l'ensemble du parc éolien et de ses abords immédiats (espèces en migration active et espèces en halte migratoire). Parmi ces espèces, **27 sont protégées** en France et 15 sont régulables. **Près des deux tiers des espèces observées sur l'aire d'étude sont donc protégées**. Cette protection concerne, d'une part, les individus, et d'autre part, leurs habitats, afin de ne pas remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques de l'espèce.

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

- Les passereaux migrateurs ;
- Les rapaces migrateurs ;
- Les échassiers migrateurs ;
- Les oiseaux d'eau migrateurs ;
- Les colombidés migrateurs.

Les espèces sédentaires rencontrées lors des prospections sont également mentionnées.

★ *Les passereaux migrateurs*

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

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

L'espèce la mieux représentée est le **Corbeau freux** avec 298 individus. Vient ensuite l'**Alouette des champs** avec 245 individus, puis l'**Étourneau sansonnet** (133 individus) et le **Chardonneret élégant** (71 individus).

Les observations de passereaux sur la zone d'étude concernaient principalement des individus isolés ou des groupes d'individus en halte migratoire ou volant à quelques mètres du sol (vol inférieur aux pales des éoliennes), en transit sur de courtes distances.

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

★ *Les rapaces migrants*

Six espèces de rapaces ont été observées sur la zone d'étude. Ils n'ont pas été observés en migration active à haute altitude mais utilisaient la zone d'étude pour la chasse ou le repos. Aucun rapace ne présente un passage migratoire conséquent sur le site.

Le **Faucon crécerelle** est sédentaire dans la région. Il vole à une altitude inférieure à celle des pâles des éoliennes et ne semble pas être affecté par celles-ci.

Un individu de **Faucon pèlerin** a été observé en halte migratoire au niveau d'un champ cultivé.

Cinq **Buses variables** ont été observées. Cette espèce sédentaire voit ses effectifs grossir en hiver suite à l'arrivée d'individus provenant du nord de l'Europe. Les individus ont tous été observés posés dans les cultures ou en déplacement à quelques dizaines de mètres du sol.

Deux mâles de **Busard Saint-Martin** ont été observés posés au milieu des cultures, en halte migratoire.

Un **Épervier d'Europe** a également été observé, en chasse à faible altitude.

Trois **Milans royaux** ont été observés en vol migratoire au niveau du parc. Ils volaient soit au niveau des pales, soit au-dessus des pales et avaient une direction sud/sud-est pour l'un et sud-ouest pour les deux autres. Pour deux individus, une prise de hauteur a été observée.

★ *Les oiseaux d'eau migrants*

Au niveau du parc éolien, aucune zone humide n'est présente. En revanche, il existe au niveau du village de Mareuil-sur-Arnon un plan d'eau favorable pour les haltes migratoires des oiseaux d'eau (environ 2,6 km au sud-ouest du parc éolien). Ainsi, sur ce plan d'eau une quinzaine d'espèces ont été identifiées en halte migratoire (**Garrot à œil d'or**, **Nette rousse**, **Canard chipeau**, **Canard siffleur**, **Fuligule milouin**, **Sarcelle d'hiver...**).

★ *Les colombidés migrants*

Une seule espèce de colombidés a pu être observée sur l'aire d'étude : le **Pigeon ramier**. En effet, sur le parc et ses abords, un seul groupe de Pigeons ramiers en gagnage a été observé sur les cultures. Les effectifs de cette espèce, dont certains individus sont sédentaires, s'enrichissent en période de migration d'oiseaux originaires du nord de l'Europe. Des groupes de quelques individus ont aussi pu être observés en transit, volant pour la plupart au-dessus des pales des éoliennes vers le sud/sud-ouest. Aucun comportement de vol spécifique n'a été observé à proximité des éoliennes. Les observations de terrain ont révélé un faible passage migratoire sur le secteur pour cette espèce.

★ *Les échassiers migrants*

Cinq espèces d'échassiers ont été observées sur la zone d'étude. Les **Cigognes noire et blanche** et la

Grue cendrée ont été observés en migration active a des hauteurs supérieures aux pales des éoliennes. Pour la Cigogne noire, une prise de hauteur et un léger contournement du parc par l'est a été observé.

Au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon, le **Héron cendré** et la **Grande Aigrette** ont été observés en activité de chasse.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Dans le cadre des expertises effectuées en 2016, **neuf espèces migratrices remarquables** ont été recensées au sein de l'aire d'étude.

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

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

Les informations principales sont les suivantes :

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

Tableau 5. Liste des espèces migratrices remarquables observées sur l'aire d'étude en migration postnuptiale (Biotope 2016)

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2011)	Statut en Centre-Val de Loire	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs	Observations de l'espèce sur l'aire d'étude
Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	C	2	2	Mâles posés dans les cultures au cœur du parc éolien
Cigogne blanche <i>Ciconia ciconia</i>	Protégé	Oui	LC	NA	PC	2	66	Migration active (~600 m à l'ouest du parc éolien)
Cigogne noire <i>Ciconia nigra</i>	Protégé	Oui	LC	VU	PC	2	1	Migration active (~250 m à l'est du parc éolien)
Faucon pèlerin <i>Falco peregrinus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	PC	3	1	Posé dans les cultures (~930 m au nord du parc éolien)
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i>	Chassable	Non	VU	NA	C		1	En halte migratoire au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon (~2,6 km au sud-ouest du parc éolien)
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i>	Protégé	Oui	LC	-	PC		1	En chasse au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon (~2,6 km au sud-ouest du parc éolien)
Grue cendrée <i>Grus grus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	C	2	67	Migration active (~700 m au nord du parc éolien)
Martin-pêcheur d'Europe <i>Alcedo atthis</i>	Protégé	Oui	VU	-	NA		2	En chasse au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon observés le 04/11/2016
Milan royal <i>Milvus milvus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	PC	4	3	Migration active (au cœur du parc éolien)
Nette rousse <i>Netta rufina</i>	Chassable	Non	-	NA	R		1	En halte migratoire au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon (~2,6 km au sud-ouest du parc éolien)

Légende :

Listes rouges : NA = Non applicable ; LC = Préoccupation mineure ; NT = Quasi menacée ; VU = Vulnérable
Statut de rareté : C = Commun ; PC = Peu commun ; R = Rare ; NA = non applicable (sédentaire)

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



1 Cigogne noire observée en migration active au niveau du parc éolien de Forges © Biotope, 2016



1 Cigognes blanches observées en migration active au niveau du parc éolien de Forges © Biotope, 2016

- ☞ 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 **Busard Saint-Martin**, la **Cigogne noire**, la **Cigogne blanche**, le **Faucon pèlerin**, la **Grue cendrée** et le **Milan royal**.
- ☞ Sept espèces sont d'intérêt européen car inscrites en annexe I de la directive européenne 2009/147/EC dite directive « Oiseaux » : **Busard Saint-Martin**, **Cigogne blanche**, **Cigogne noire**, **Faucon pèlerin**, **Grande Aigrette**, **Grue cendrée**, **Milan royal**. Elles sont également protégées en France. Toutefois, l'ensemble de ces espèces ne sont pas considérées comme migrateurs rares en région Centre-Val de Loire ; seule la Cigogne noire est considérée comme « vulnérable » sur la liste rouge nationale des oiseaux migrateurs.
- ☞ Le Fuligule milouin est considéré comme « vulnérable » sur la liste rouge européenne des oiseaux nicheurs (**la France a donc une responsabilité de préservation pour cette espèce en période de migration/hivernage**) et la Nette rousse est considérée comme « rare » pour la région à cette période de l'année.

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

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

Il est donc impossible de réaliser un comparatif de ces résultats à ceux de 2016.

On notera qu'en 2016, lors des suivis réalisés lors de la migration postnuptiale, 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 des deux passages spécifiques réalisés en octobre et novembre 2016). On signalera toutefois que sur le secteur, les observations de Grue cendrée s'observent sur un axe nord-est/sud-ouest et à des altitudes assez élevées (information issue des suivis réalisés en 2016 sur les autres parc éoliens à proximité). En migration postnuptiale, cette espèce semble fréquenter localement un large couloir. 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.

III.1.2 Synthèse de l'expertise des oiseaux en migration postnuptiale

Les inventaires réalisés par Biotope en 2016 ont permis de recenser **42 espèces en migration postnuptiale, dont 9 sont patrimoniales**.

Les effectifs observés restent faibles, de l'unité à plusieurs dizaines d'unités, et jusqu'à une centaine pour l'Alouette des champs, le Corbeaux freux, l'Étourneau sansonnet et le Pigeon ramier.

La majorité des espèces a été inventoriée en migration sur le secteur d'étude. On notera toutefois la présence de groupe d'espèces en halte migratoire (Étourneau sansonnet, Alouette des champs, Corbeau freux).

On notera également que le plan d'eau localisé au niveau de Mareuil-sur-Arnon présente un grand intérêt pour les oiseaux d'eau en halte migratoire.

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

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

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

Lors de la migration postnuptiale, très peu d'oiseaux contactés réagissent face aux éoliennes, principalement en contournant ces dernières ou en prenant de l'altitude pour traverser ensuite le parc éolien.

C'est notamment le cas pour un individu de Cigogne noire qui a pris de la hauteur et réalisé un léger détournement du parc par l'est. Le phénomène de prise de hauteur a également été observé pour deux individus de Milan royal ayant transité par le parc lors de leur migration active.

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

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

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

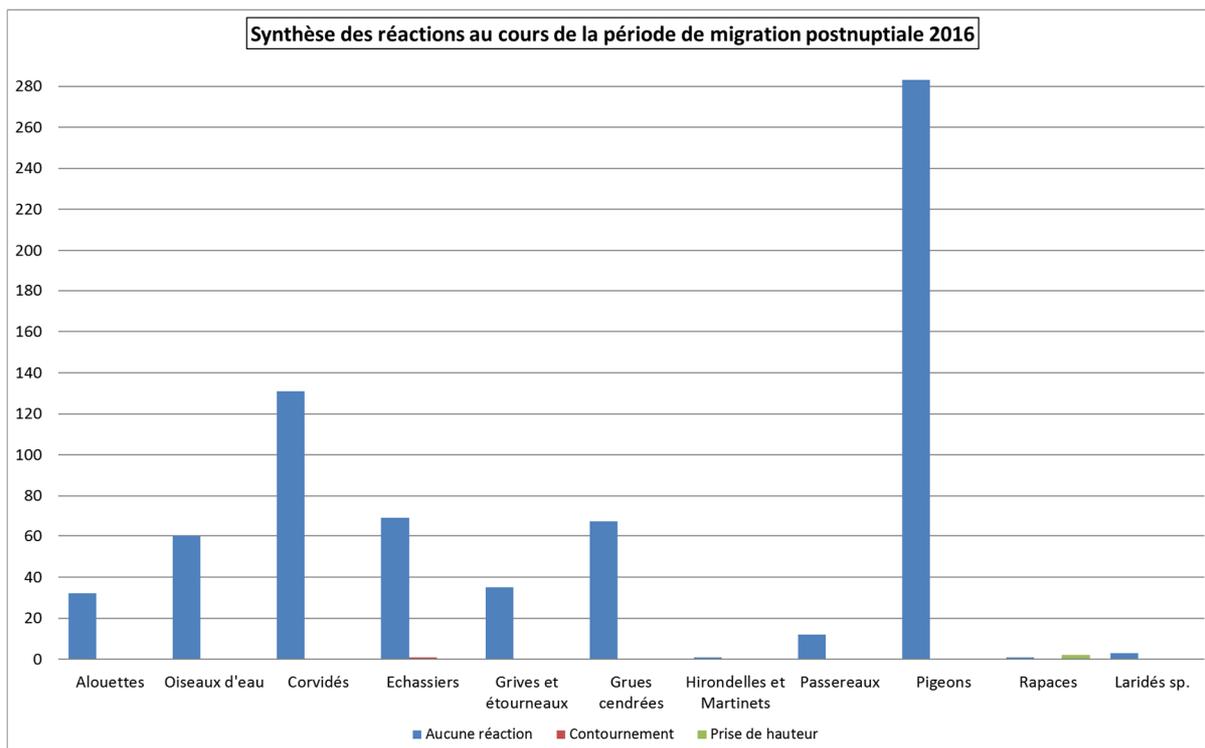


Figure 4. Synthèse des réactions au cours de la période de migration postnuptiale 2016, en nombre d'individus.

Analyse des hauteurs de vol lors de la migration postnuptiale

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

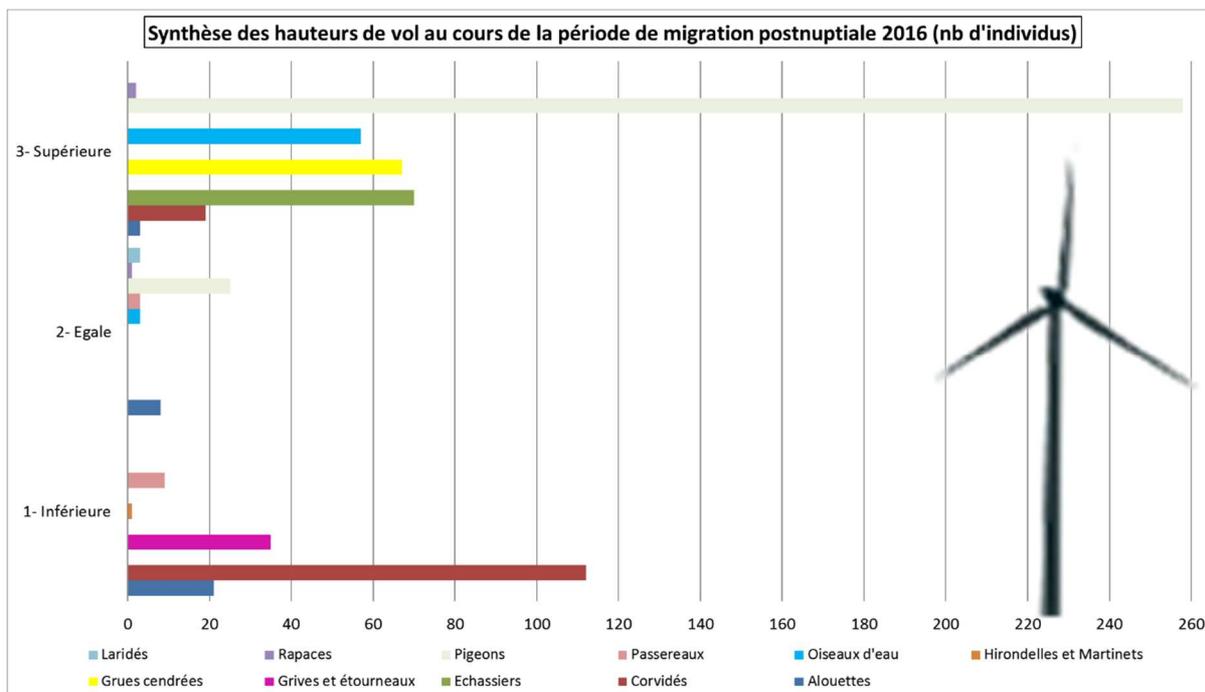


Figure 5. Synthèse des hauteurs de vol au cours de la période de migration postnuptiale 2016

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

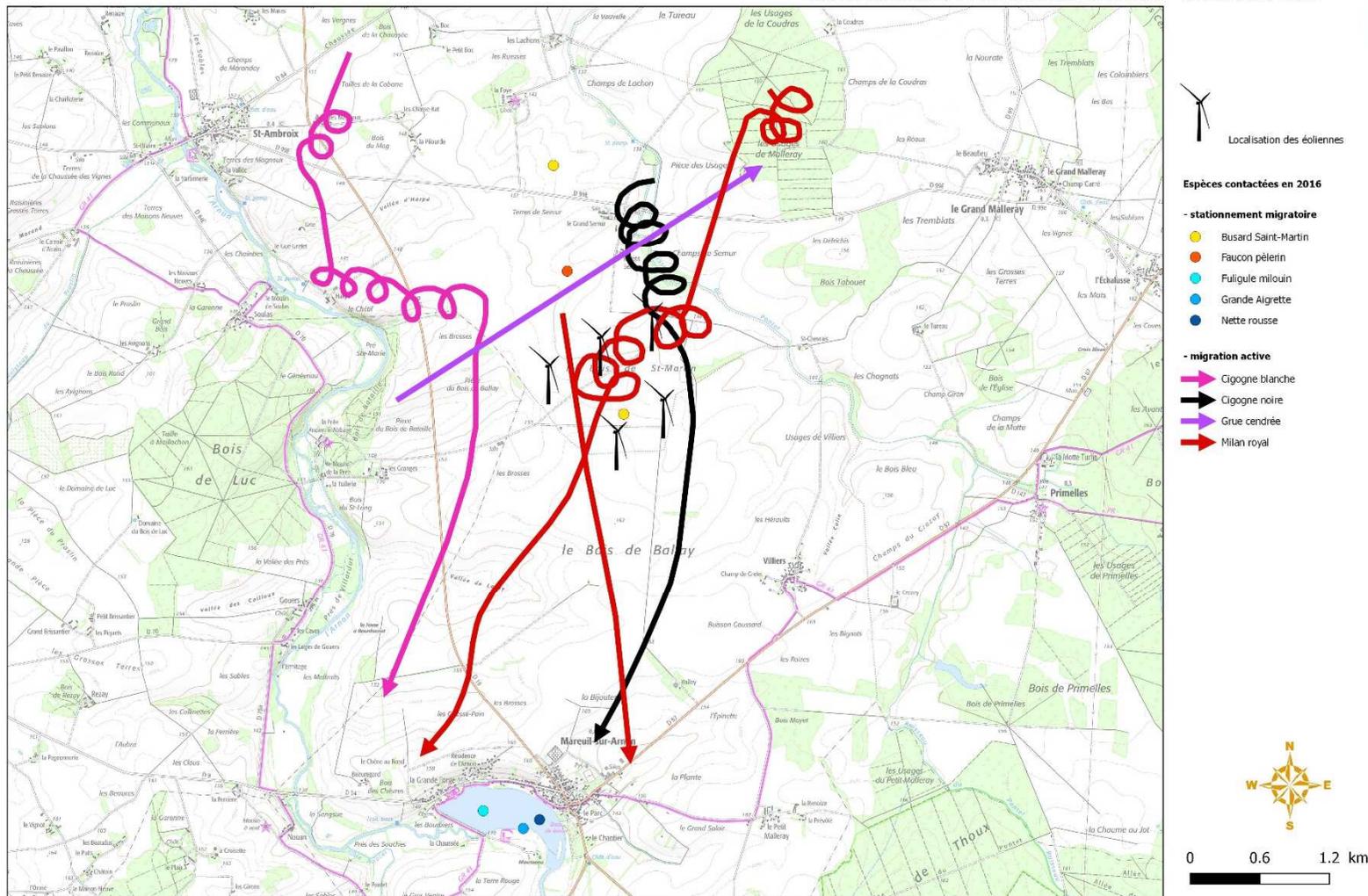
Globalement, peu d'oiseaux passent au niveau des pales. On retrouve néanmoins une espèce très sensible au risque de collision passant soit au niveau des pales des éoliennes soit au-dessus. Il s'agit du Milan royal. Les effectifs observés pour cette espèce restent néanmoins faibles.

- ☞ Peu de comportements à risque sont observés au sein du parc éolien de Forges au niveau des espèces patrimoniales. Certaines espèces sont plus exposées comme le **Faucon pèlerin** lors de ses activités de chasse, la **Grue cendrée** lors de déplacement en conditions météorologiques offrant peu de visibilité, et le **Milan royal** en migration active lors du passage à proximité des pales.
- ☞ Les flux migratoires observés au sein du parc éolien de Forges et de ses abords sont relativement faibles. Les secteurs de vallées et notamment celui de la vallée de l'Arnon semblent concentrer une grande partie des flux migratoires, notamment chez les passereaux.
- ☞ Les faibles effectifs observés invitent à la prudence mais on remarque, qu'au niveau du parc éolien de Forges, 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, très peu d'oiseaux contactés réagissent face aux éoliennes, principalement en contournant ces dernières ou en prenant de l'altitude pour traverser ensuite le parc éolien. C'est notamment le cas pour un individu de **Cigogne noire** qui a pris de la hauteur et réalisé un léger détournement du parc par l'est. Le phénomène de prise de hauteur a également été observé pour deux individus de **Milan royal** ayant transité par le parc lors de leur migration active.
- ☞ La migration s'effectue principalement de manière diffuse sur la zone d'étude. Un plus grand nombre de passages étalés tout au loin de la période de migratoire postnuptiale permettraient de mieux caractériser les axes de migrations.

Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration postnuptiale



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



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

Carte n° 11. Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration postnuptiale

III.2 Hivernage

Cf. carte 12 : Localisation de l'avifaune remarquable en période d'hivernage

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

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

Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période d'hivernage (hiver 2016-2017), **2 726 oiseaux appartenant à 34 espèces différentes, dont 18 protégées et 16 régulables, ont été observés.**

Les espèces les mieux représentées sont la **Linotte mélodieuse** avec 501 individus, l'**Étourneau sansonnet** avec 458 individus, le **Corbeau freux** avec 358 individus, le **Pluvier doré** avec 287 individus, l'**Alouette des champs** avec 285 individus, la **Fuligule milouin** avec 162 individus et enfin la **Foulque macroule** avec 156 individus.

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

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 espèces patrimoniales et sensibles recensées

Parmi les 34 espèces contactées au cours de la période hivernale, **6 espèces sont considérées comme patrimoniales** en région Centre-Val de Loire. Le reste des espèces ne présentent pas d'intérêt particulier au niveau local.

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

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

Les informations principales sont les suivantes :

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

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

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2011)	Statut en Centre-Val de Loire	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs	Observations de l'espèce sur l'aire d'étude
Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	PC	2	3	En chasse aux abords du parc éolien (-720 m à l'est du parc éolien)
Faucon pèlerin <i>Falco peregrinus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	R	3	1	Posé dans les cultures au sein du parc (-400 m au sein du parc éolien)
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i>	Chassable	-	VU	LC	C		90+72	Deux groupes observés au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon (-2,6 km au sud-ouest du parc éolien)
Garrot à œil d'or <i>Bucephala clangula</i>	Chassable	-	LC	NA	R		1	Plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon (-2,6 km au sud-ouest du parc éolien)
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i>	Protégé	Oui	LC	LC	R		1	En chasse au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon (-2,6 km au sud-ouest du parc éolien)
Martin-pêcheur d'Europe <i>Alcedo atthis</i>	Protégé	Oui	VU	NA	Sédentaire		3	En chasse au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	Chassable	Oui	LC	LC	TC		287	Plusieurs groupes sur et aux abords du parc (-230 m au sein du parc éolien)

Légende :

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

Statut de rareté : TC = Très commun ; C = Commun ; PC = Peu commun ; R = Rare

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

☞ Parmi les espèces patrimoniales contactées, 2 espèces sont classées « orange » ou « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (*Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015*) : le **Busard Saint-Martin**, et le **Faucon pèlerin**.

☞ Cinq sont d'intérêt européen car inscrites en annexe I de la directive européenne 2009/147/EC dite directive « Oiseaux ». Elles sont également protégées en France : le **Busard Saint-Martin**, le **Faucon pèlerin**, la **Grande aigrette**, le **Martin-pêcheur d'Europe** et le **Pluvier doré**.

III.2.1 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

Aucun chapitre dédié à l'hivernage des oiseaux n'est présent dans l'étude d'impact de 2007. Aucune comparaison des résultats obtenus n'est donc possible.

En 2016/2017, peu d'espèces fréquentent les abords du parc éolien de Forges en hiver. Toutefois, six espèces patrimoniales sont à noter : le Busard Saint-Martin chassant à moins de 720 m du mât d'une éolienne, le Faucon pèlerin effectuant une pose à moins de 400 m du mât d'une éolienne, le Pluvier doré effectuant des stationnements au moins de 230 m du mât d'une éolienne. On notera également la présence du Fuligule milouin, du Garrot à œil d'or et de la Grande Aigrette au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon localisé à environ 2,6 km au sud-ouest du parc éolien.

III.2.2 Synthèse et analyse de l'expertise des oiseaux hivernant

Les inventaires réalisés par Biotope en 2016-2017 ont permis de recenser **34 espèces en hivernage, dont 6 sont patrimoniales.**

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

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

Les effectifs observés restent moyens, de l'unité à plusieurs dizaines d'unités, et jusqu'à une centaine pour le Pluvier doré, la Linotte mélodieuse, le Corbeaux freux et l'Étourneau sansonnet.

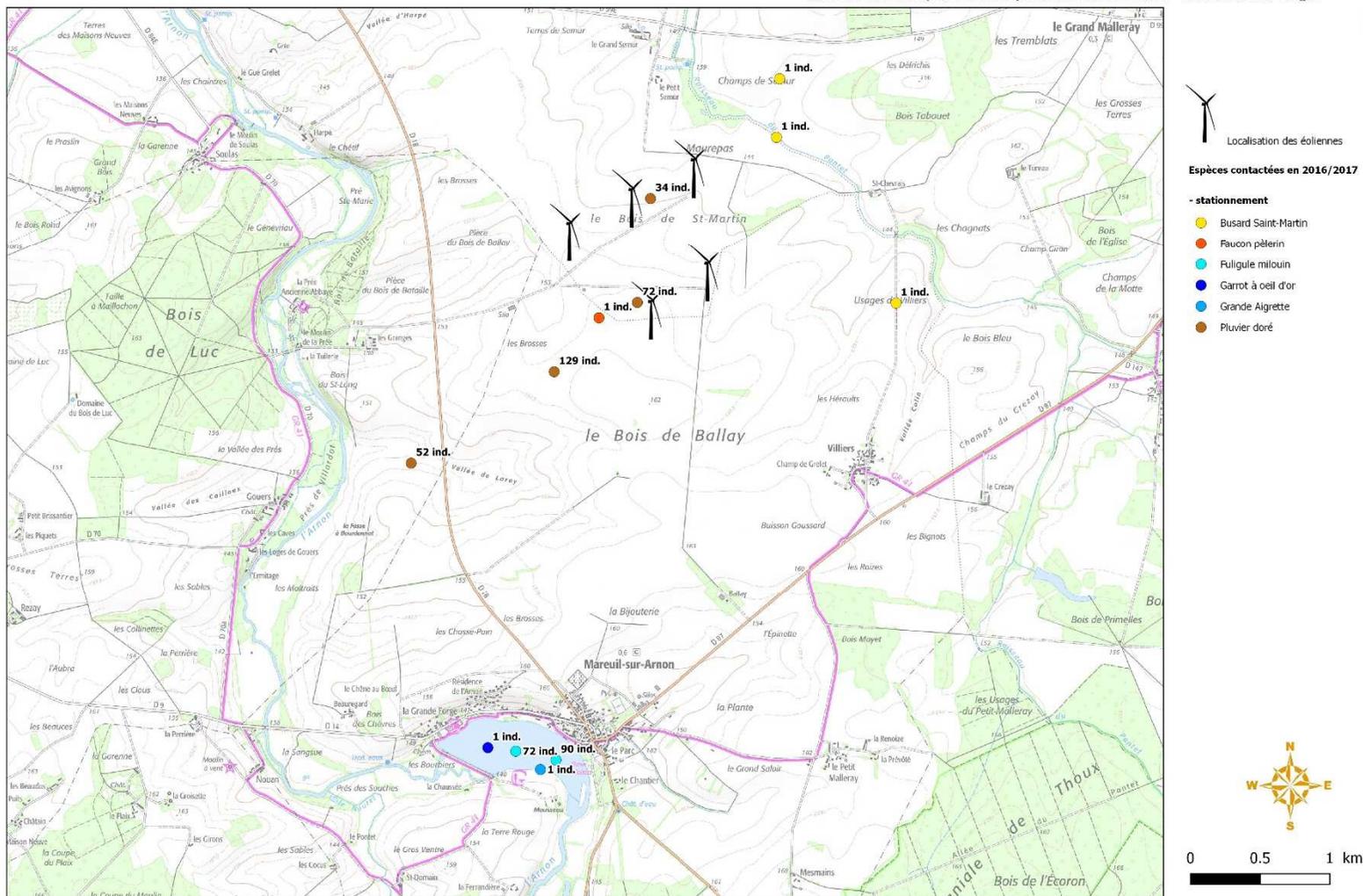
La majorité des espèces ont été inventoriées en recherche de nourriture. Le site est notamment fréquenté par des groupes de passereaux (Linotte mélodieuse, Alouette des champs, Chardonneret élégant...) pouvant dépasser plusieurs dizaines d'individus, du gibier (Pigeon ramier, Pigeon colombin) ou des rapaces (Buse variable, Faucons crécerelle et pèlerin, Busard Saint-Martin).

- ☞ 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.
- ☞ Le parc éolien des Forges, uniquement composé de cultures, n'offre que peu de conditions favorables pour l'accueil des oiseaux.
- ☞ Les espèces contactées aux abords du parc ne semblent pas être impactées par la présence du parc. Elles côtoient toujours le secteur du parc éolien et ses abords (Faucon pèlerin, Pluvier doré...).

Localisation de l'avifaune remarquable en période d'hivernage



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



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

Carte n° 12. Localisation de l'avifaune remarquable en période d'hivernage

III.3 Migration Prénuptiale

Cf. cartes 13 et 14 : Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration prénuptiale

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

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

Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période de migrations prénuptiales (hiver et printemps 2017), environ **2190 oiseaux appartenant à 44 espèces différentes ont été observés**. Parmi celles-ci, 29 sont protégées en France et 15 régulables. **66 % 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 le **Vanneau huppé** avec 959 individus, le **Pluvier doré** avec 471 individus, la **Linotte mélodieuse** avec 182 individus, le **Corbeau freux** avec 125 individus, l'**Alouette des champs** avec 78 individus et la **Mouette rieuse** avec 61 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 modéré mais constant tout au long des journées, lors des trois passages d'observations, ce qui peut affaiblir les flux migratoires. De plus, lors du 2^{ème} passage, une pluie légère mais soutenue toute la journée diminua la facilité d'observation.

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

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

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Parmi les 44 espèces contactées au cours de la période de migration prénuptiale, **12 espèces sont considérées comme patrimoniale** en région Centre-Val de Loire. Le reste des espèces ne présentent pas d'intérêt particulier au niveau local.

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

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

Les informations principales sont les suivantes :

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

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

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France (2011)	Statut en Centre-Val de Loire	Sensibilité aux collisions ¹	Effectifs	Observations de l'espèce sur l'aire d'étude
Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i>	Protégé	Oui	LC		MPC	1	1	Plan d'eau de Mareuil sur Arnon le 25/03/2017
Balbuzard pêcheur <i>Pandion haliaetus</i>	Protégé	Oui	LC	LC	MC	3	2	En vol au-dessus du plan d'eau de Mareuil sur Arnon
Busard des roseaux <i>Circus aeruginosus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	MC		1	Posé dans une culture en bord de route
Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	MC	2	4	En chasse ou en déplacement sur tout le parc et ses environs
Foulque macroule <i>Fulica atra</i>	Chassable	Non	NT	NA	MC	1	2	Posés sur le plan d'eau de Mareuil
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i>	Chassable	Non	VU	NA	MC		23	Posés sur le plan d'eau de Mareuil
Grande aigrette <i>Ardea alba</i>	Protégé	Oui	LC		MPC		3	Posés sur le plan d'eau de Mareuil sur Arnon
Grue cendrée <i>Grus grus</i>	Protégé	Oui	LC	NA	MC	2	15	En migration active
Milan royal <i>Milvus milvus</i>	Protégé	Oui	NT	NA	MPC	4	1	En migration active entre les éoliennes du parc à une altitude d'environ 50m.
Mouette rieuse <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Protégé	Non	LC	NA	MC		61	En vol sur le plan d'eau de Mareuil
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	Chassable	Oui	LC		MC	1	471	400 individus en stationnement 71 individus en migration qui arrivent de l'ouest et passent entre les éoliennes à hauteur des pâles et se posent en stationnement.
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	Chassable	Non	VU	NA	MC		959	920 individus en stationnement 39 individus posés dans les cultures au sud du parc de Forges et à proximité des éoliennes du parc éolien de Bois Ballay

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, 4 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 Balbuzard pêcheur, le Busard Saint-Martin et la Grue cendrée.

☞ Huit 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 Balbuzard pêcheur, le Busard des roseaux, le Busard Saint-Martin la Grande aigrette, la Grue cendrée, le Milan royal et le Pluvier doré.

☞ Le Vanneau huppé et la Fuligule milouin sont considérés comme « vulnérables » 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.3.2 Comparaison par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact

Aucun chapitre dédié à la migration prénuptiale des oiseaux n'est présent dans l'étude d'impact de 2007. Une liste complète d'espèces est notifiée sans toutefois différencier les espèces observées en migration postnuptiale ou prénuptiale. Seul un paragraphe spécifique sur la Grue cendrée est mentionné.

Aucune comparaison des résultats obtenus avec la présente étude n'est donc possible.

En 2017, peu d'espèces fréquentent les abords du parc éolien des Forges en migration prénuptiale. Toutefois, douze espèces patrimoniales sont à noter : l'Aigrette garzette, le Balbuzard pêcheur, le Busard des roseaux, le Busard Saint-Martin, la Foulque macroule, le Fuligule milouin, la Grande aigrette, la Grue cendrée, le Milan royal, la Mouette rieuse, le Pluvier doré et le Vanneau huppé.

On notera qu'en 2016, lors des suivis réalisés lors de la migration postnuptiale, très peu de Grue cendrée (15 individus) 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 des deuxième 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 **44 espèces en migration prénuptiale, dont 12 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 satisfaisants, de l'unité à plusieurs centaines d'individus (Vanneau huppé, Pluvier doré, Linotte mélodieuse, Corbeau freux).

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

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

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

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

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

Le Busard Saint-Martin a été observé traversant le parc éolien sans se soucier des éoliennes tout comme le Pluvier doré ou le Milan royal observé slalomant entre les éoliennes pendant sa migration active.

Les autres espèces ont été observées posées ou en vol en dehors du parc éolien, ou au niveau du plan d'eau de Mareuil-sur-Arnon, et donc n'ont pas présenté d'interactions avec le parc éolien.

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

Analyse des hauteurs de vol lors de la migration postnuptiale

Globalement, peu d'oiseaux passent au niveau des pales. On retrouve néanmoins une espèce peu sensible au risque de collision passant au niveau des pales des éoliennes (hauteur égale aux pâles soit environ 100m de haut). Il s'agit du Pluvier doré. Les effectifs observés pour cette espèce restent néanmoins satisfaisants (471 individus).

L'ensemble des autres espèces ne se déplacent qu'à une hauteur de quelques dizaines de mètres environ (environ 50-60m), c'est notamment le cas de l'Alouette des champs (25m), du Busard Saint-Martin (5m), de la Grue cendrée (40m), du Milan royal (50m) et du Pigeon colombin (60m).

- ☞ Peu de comportements à risque sont observés au sein du parc éolien de Forges au niveau des espèces patrimoniales. Les oiseaux semblent ne pas avoir de réaction particulière face aux éoliennes, bien que volant à proximité des pales. Certaines espèces sont plus exposées comme 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 Forges, les oiseaux passant sous le niveau des pales sont plus nombreux que ceux passant au niveau des pales.

- ☞ Le parc éolien des Forges, uniquement composé de cultures, offre des conditions favorables pour l'accueil des Limicoles en migration pré-nuptiale ou en halte migratoire. On note ainsi des centaines de **Pluvier doré** et un millier de **Vanneau huppé**.

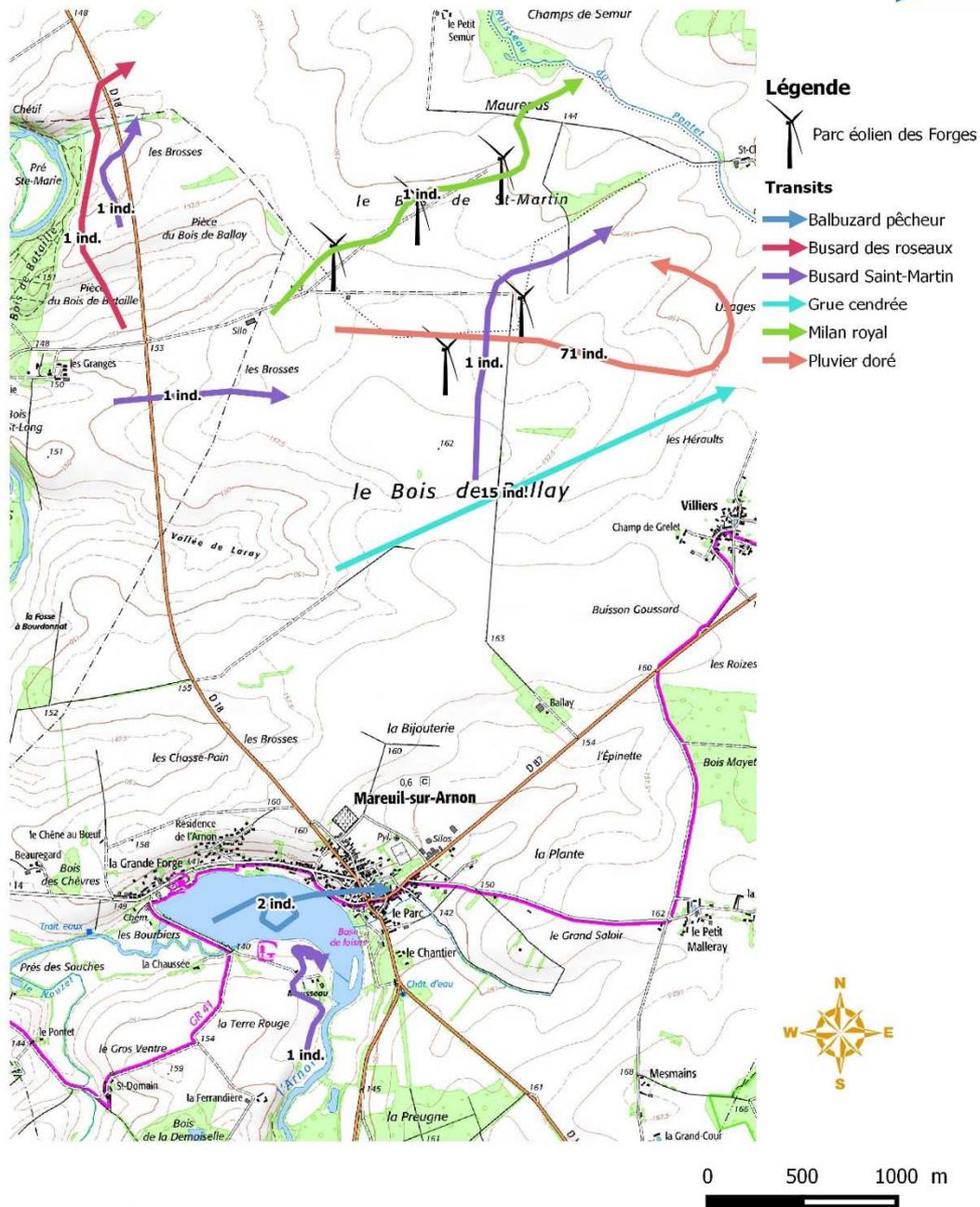
- ☞ Aucune des espèces contactées aux abords du parc semblent être impactées par la présence du parc. Elles côtoient toujours le secteur du parc éolien et ses abords que ce soit en migration active, en halte migratoire ou en déplacement local.



Transits des espèces remarquables et sensibles en période de migration prénuptiale



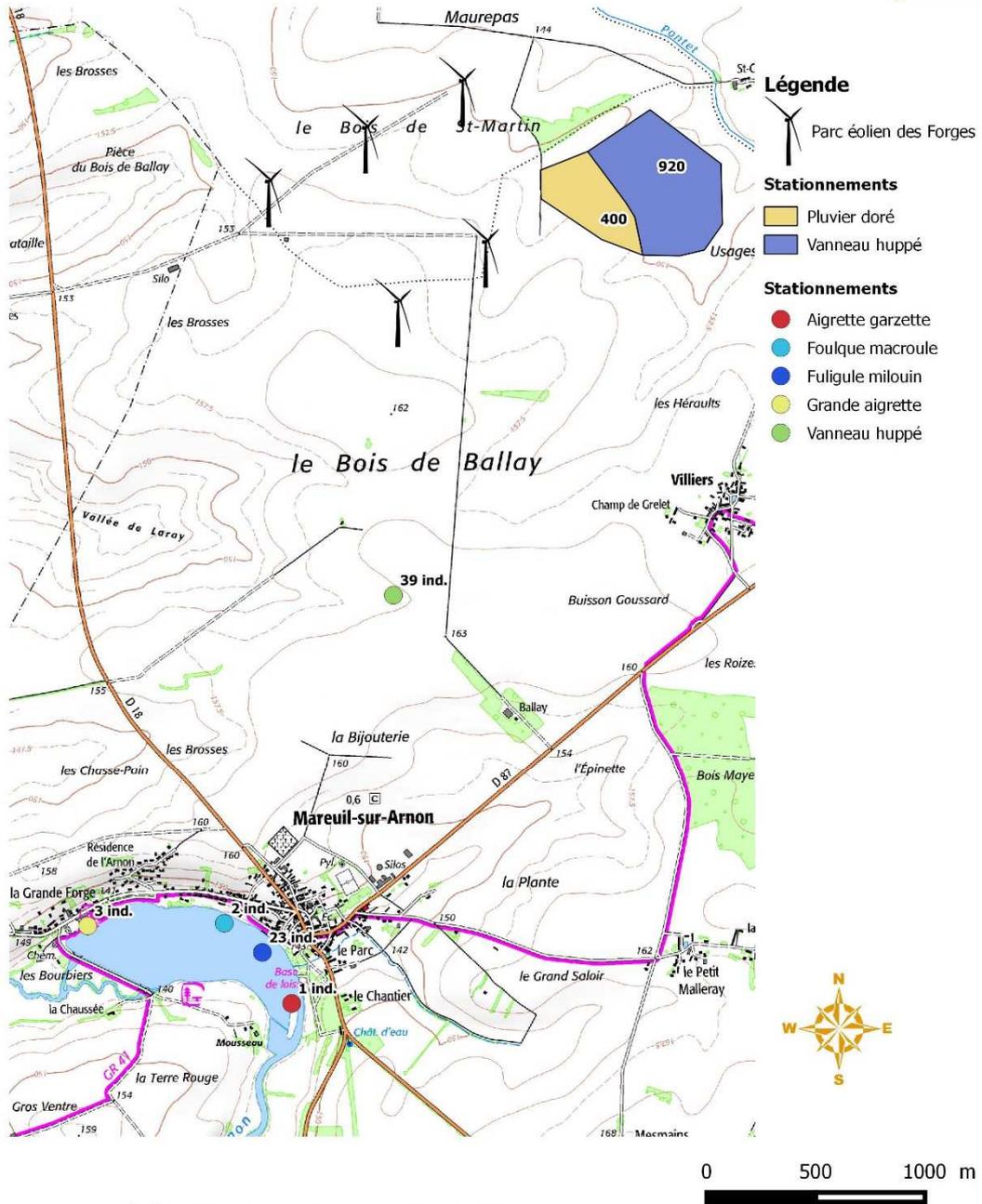
Suivi écologique de l'avifaune et des chiroptères. Parc éolien des Forges (18)



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

Stationnements des espèces remarquables et sensibles en période de migration prénuptiale

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



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

Carte n° 14. Localisation de l'avifaune remarquable en période de migration prénuptiale

III.4 Reproduction

Cf. Carte 15 : Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc de Forges

L'expertise de terrain des oiseaux nicheurs 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.

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

Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période de reproduction (avril à juin 2016), **35 espèces ont été observées dont 26 espèces protégées en France et 9 régulables**. Les effectifs de chaque espèce ont été dénombrés en considérant qu'un mâle chanteur, entendu ou vu, est compté comme un couple. Les effectifs présentés ici sont donc un nombre de couples.

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

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

★ Les passereaux

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

L'espèce la mieux représentée est l'**Alouette des champs** suivis du **Pinson des arbres** et du **Bruant proyer**.

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

★ Les rapaces

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

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

Un couple de **Busard Saint-Martin** a été observé en chasse dans une parcelle et des restes de repas ont été retrouvés.

Un mâle de **Busard cendré** a été observé sur le parc des Forges.

★ Les corvidés

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

★ Les colombidés

Dans ce groupe, 3 espèces ont été observées : **le Pigeon ramier, la Tourterelle turque et la Tourterelle des bois**. Le Pigeon ramier est l'espèce la plus représentée.

Les espèces patrimoniales et sensibles recensées

Dans le cadre des expertises effectuées en 2016, 10 espèces remarquables nicheuses ont été recensées au sein de l'aire d'étude.

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

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

Les informations principales sont les suivantes :

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

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

Nom commun Nom scientifique	Statut de protection en France	Annexe 1 Directive Oiseaux	Liste rouge France (nicheur)	Liste rouge Centre (nicheur)	Effectifs ¹	Espèce sensible aux collisions ²
Espèces nicheuses						
Busard cendré <i>Circus pygargus</i>	Protégé	X	NT	VU	1	3
Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i>	Protégé	X	LC	NT	6	2
Chardonneret élégant <i>Carduelis carduelis</i>	Protégé		VU	LC	1	
Faucon crécerelle <i>Falco tinnunculus</i>	Protégé		NT	LC	2	3
Œdicnème criard <i>Burhinus oedicanus</i>	Protégé	X	LC	LC	4	2
Pouillot fitis <i>Phylloscopus trochilus</i>	Protégé		NT	NT	3	
Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i>	Chassable		VU	LC	2	1

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

¹ : effectifs en nombre de couples pour les espèces nicheuses et en nombre d'individus pour les espèces non nicheuses

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

- ☞ Quatre espèces nicheuses remarquable présentant des comportements de vol sensible aux risques de collision avec les éoliennes ont été observées lors des inventaires : **Le Busard Saint-Martin, le Busard cendré, l'Oedicnème criard et le Faucon crécerelle**. Elles sont classées « rouge », « orange » ou « jaune » sur la liste de sensibilité face aux éoliennes (Protocole de suivi environnemental, MEDDE, novembre 2015).
- ☞ 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, le Busard cendré et l'Oedicnème criard**.
- ☞ Aucun comportement d'évitement n'a été décrit.

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

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

Il n'y a pas de précisions quant à la pression d'inventaire réalisée en 2006 et donc il est délicat de comparer ces résultats à ceux de 2016.

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

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

Le Faucon Hobereau n'a pas été revu en 2016. Cette espèce qui niche en forêt est plus difficile à observer et peut passer inaperçu, ce n'est pas le cas des busards qui volent en milieu ouvert.

L'Oedicnème 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.

Tableau 9. Comparaison des espèces observées en 2007 et 2016 sur et aux abords du parc éolien des Forges

<i>Espèce</i>	<i>Espèces observées en période de nidification en 2007</i>	<i>Espèces observées en période de nidification en 2016</i>
Busard cendré	X	X
Busard Saint-Martin	X	X
Chardonneret élégant		X
Faucon crécerelle	X	X
Faucon hobereau	X	
Linotte mélodieuse	X	
Œdicnème criard	X	X
Pouillot fitis		X
Tourterelle des bois		X
Traquet motteux	X	
Total	8	7

	Espèce observée en 2007 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 35 espèces en reproduction, dont 10 sont patrimoniales en région Centre et/ou en France. Aucun comportement spécifiquement défavorable aux oiseaux nicheurs n'a été constaté durant la période de reproduction au sein du parc éolien.

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

- ☞ Depuis l'implantation du parc éolien des Forges, plusieurs espèces patrimoniales présentes au sein des aires d'étude n'ont pas été recontactées en 2016. A l'inverse, trois nouvelles espèces patrimoniales ont été inventoriées.
- ☞ Aucun comportement spécifiquement défavorable aux oiseaux nicheurs n'a été constaté durant la période de reproduction au sein du parc éolien. Cependant certaines espèces sont plus exposées comme l'Œdicnème criard, le Faucon crécerelle et les Busards Saint-Martin et cendré.

Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification



Suivi de mortalité, suivi du comportement de l'avifaune. Parc éolien de Forges



Légende

- Eoliennes
- Points IPA

Espèces nicheuses

- Busard cendré
- Busard St Martin
- Chardonneret élégant
- Faucon crécerelle
- Oedicnème criard
- Pouillot fitis
- Tourterelle des bois



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

Carte n°15. Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification sur le parc de Forges

IV. Résultats du suivi de mortalité

IV.1 Résultats bruts

IV.1.1 Données générales concernant les dépouilles découvertes

Au total, 6 dépouilles ont été trouvées au sein du parc de Forges dont 2 oiseaux (2 espèces) et 4 chauves-souris (3 espèces) entre juillet et octobre 2016. Une dépouille, un Rougegorge familier a été trouvé hors cadre du suivi mortalité, lors d'un test prédation. Afin de respecter le protocole, cette donnée ne sera pas utilisée pour estimer la mortalité.

Les espèces d'oiseaux trouvées sont le Martinet noir et la Buse variable.

Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Pipistrelle commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler.

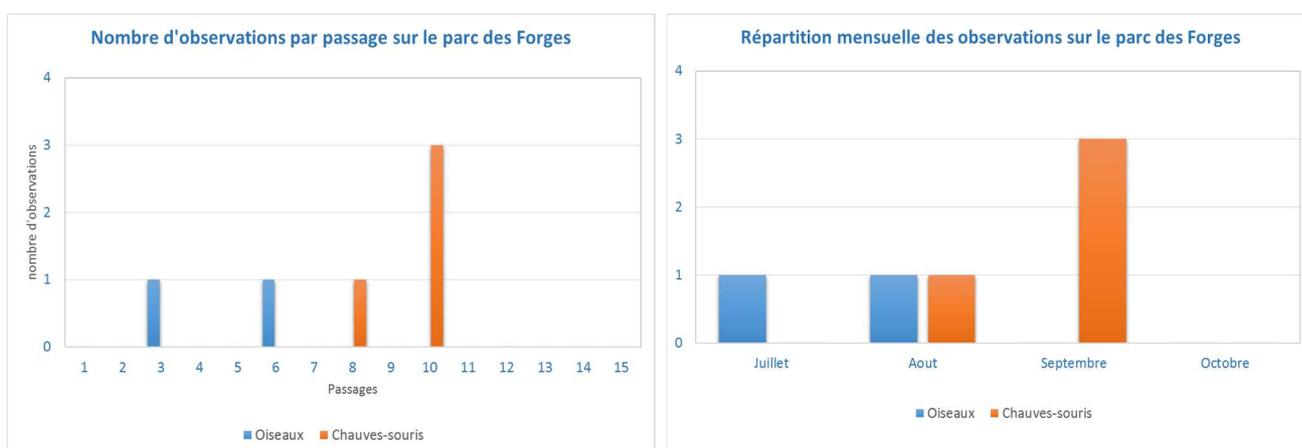


Figure 6. Nombre d'observations par passage et répartition mensuelle des dépouilles trouvées sur le parc de Forges

Cause de la mort

Pour la Buse variable et la Noctule commune, la cause de la mort semble être due à une collision. Pour les autres dépouilles trouvées, la cause de la mort est liée au barotraumatisme.



Illustration de dépouilles d'animaux morts par collision et barotraumatisme

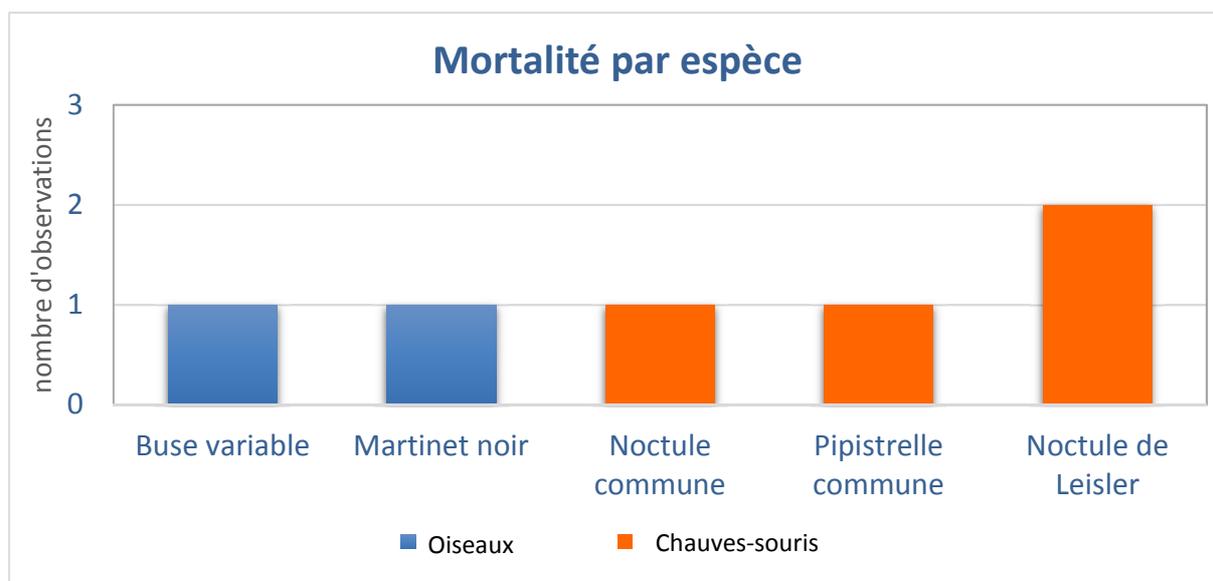


Figure 7. Mortalité par espèce

IV.1.2 Les oiseaux

Analyse

Deux espèces différentes ont été retrouvées sous les éoliennes du parc de Forges : le Martinet noir et la Buse variable. Un Rougegorge familier a également été trouvé sous l'éolienne FORG_1, hors suivi.

À 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. On constate que le Martinet noir et la Buse variable font partie des dix espèces les plus touchées par l'éolien en France. Elles représentent en effet respectivement 7,1% à 2,5% des dépouilles trouvées dans les parcs éoliens français. Le Rougegorge familier n'est pas une espèce fréquemment impactée par l'éolien et représente 1,9 % des dépouilles. À l'échelle européenne, la Buse variable représente 4,1% des individus impactés, le Martinet noir 2% et le Rougegorge familier 1%.

Le Martinet noir a été observé 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. L'oiseau est un juvénile. Les jeunes, encore peu expérimentés sont plus sensibles au risque éolien.

La Buse variable a été observée le 18 août. La migration post-nuptiale de cette espèce s'étale de la fin août à la fin novembre avec des pics fin octobre et début novembre. La dépouille trouvée serait ainsi plutôt un individu local. Cette espèce a été observée en période de reproduction.

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

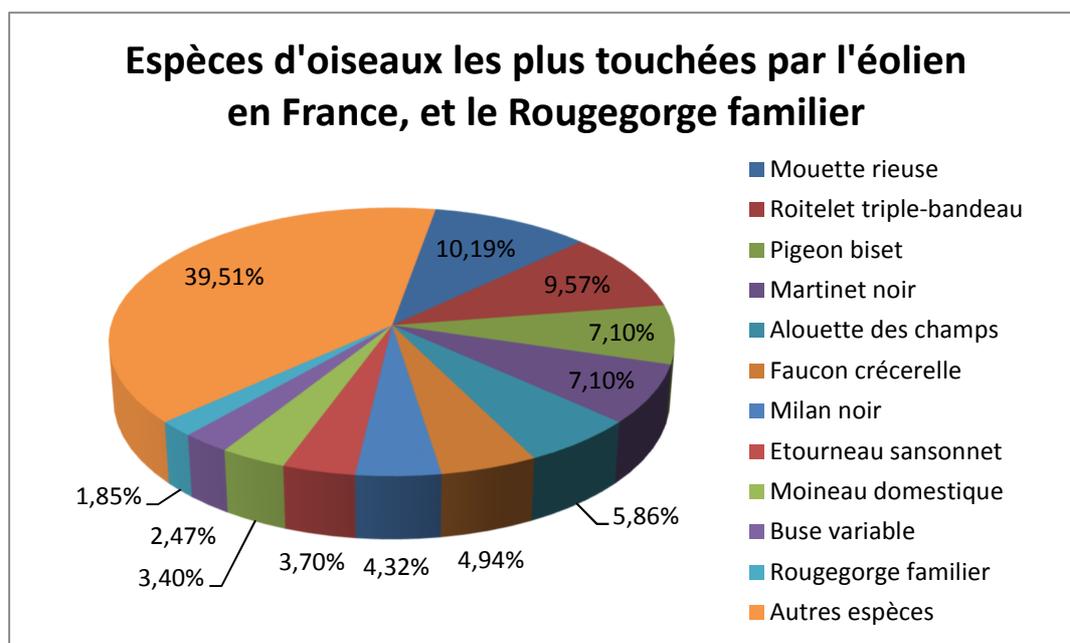


Figure 8. Synthèse française des cas de mortalité liées à l'éolien pour les 10 espèces les plus touchées en France et pour le Rougegorge familier (Dürr, 2015).

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

Tableau 10. Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (2015) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	A	BE	BG	CR	CZ	D	DK	E	EST	FR	Forges	GB	GR	NL	N	P	PL	RO	S	Total (hors Forges)
Buse variable	15					42 2		31		8	1		3	12		3	5		3	502
Martinet noir	14	2			2	11 2	1	75		23	1		2	5		5			3	244
Rougegorge familier		1			1	28		79		6	1		2	1		3	1		4	126
Total	35 9	17 71	5	1	24	30 22	9	54 92	1	32 4	3	167	99	49 8	13 8	22 2	79	2	13 6	12356

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

Évaluation des enjeux

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

Tableau 11. Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc de Forges

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge France migrateur (2011)	Bird in Europe (2004)	Convention de Bonn	Liste rouge France nicheur (2016)	Liste rouge Europe (2015)
<i>Buteo buteo</i> Buse variable	Article 3	-	NA	Non-SPEC	Annexe II	LC	LC
<i>Apus apus</i> Martinet noir	Article 3	-	DD	Non-SPEC	-	NT	LC
<i>Erithacus rubecula</i> Rougegorge familier	Article 3	-	NA	Non-SPEC	-	LC	LC

Liste rouge

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

LC : Préoccupation mineure

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

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

Convention de Bonn

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

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

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

Directive Oiseaux

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

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

Annexe II : espèces pouvant être chassées :

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

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

Annexe III : espèces pouvant être commercialisées :

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

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

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 Les chauves-souris

Analyse

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

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

La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont des espèces migratrices, même si une partie des populations européennes restent sédentaires (cf. chapitre dédié). Il semblerait que ce soit surtout les femelles et les jeunes qui migrent, entre août et novembre, les mâles étant plus sédentaires (Arthur

et Lemaire 2009). Au vu des dates de détection et du sexe des individus retrouvés, il est probable que les individus touchés par le parc de Forges soient majoritairement des individus en migration. On ne peut cependant affirmer cela avec certitude : des colonies de mise-bas sont présentes en France et de nouvelles colonies sont découvertes chaque année.

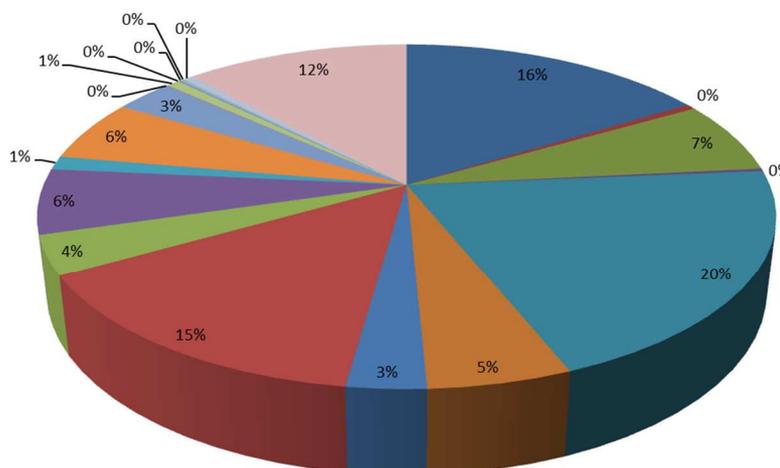
À titre de comparaison, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürr au 1^{er} juin 2015 sur les dépouilles de chauves-souris relate :

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

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

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

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



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

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

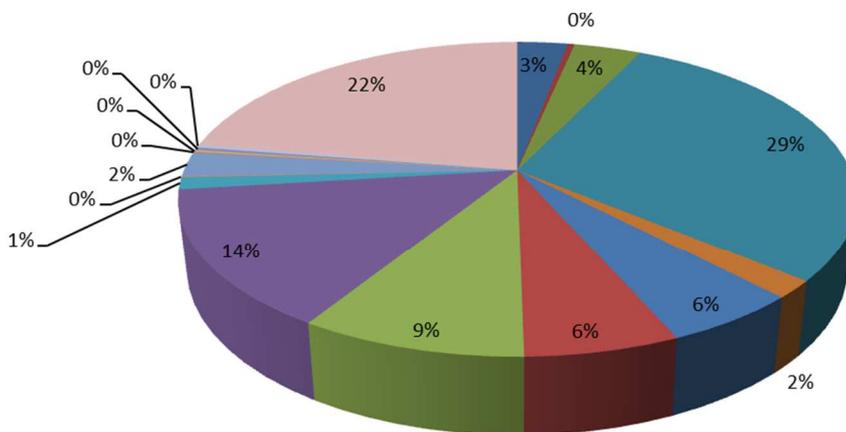


Figure 9. Synthèses européenne et française des cas de mortalité liés aux parcs éoliens pour les Chauves-souris. © Adapté de Dürr (2015).

Cas particulier des chauves-souris migratrices

La plupart des chauves-souris effectuent des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hibernation, variant de quelques à plusieurs dizaines de kilomètres. Trois espèces effectuent

cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1000 km : la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius.

Ces espèces se reproduisent en Europe du nord et de l'est. Les petits naissent entre juin et fin juillet et s'émanent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas (Arthur et Lemaire 2009). Des colonies de mise-bas sont également présentes en France, bien que rares. Cependant cette rareté peut être liée à un manque de connaissances, de nouvelles colonies étant découvertes chaque année (Arthur et Lemaire 2009).

Ces chauves-souris font parties des espèces les plus impactées par l'éolien. Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations. Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (Arthur et Lemaire 2009). Les trois espèces font l'objet d'une protection stricte sur le territoire français et sont inscrites comme « quasi-menacées » sur la Liste Rouge nationale.

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

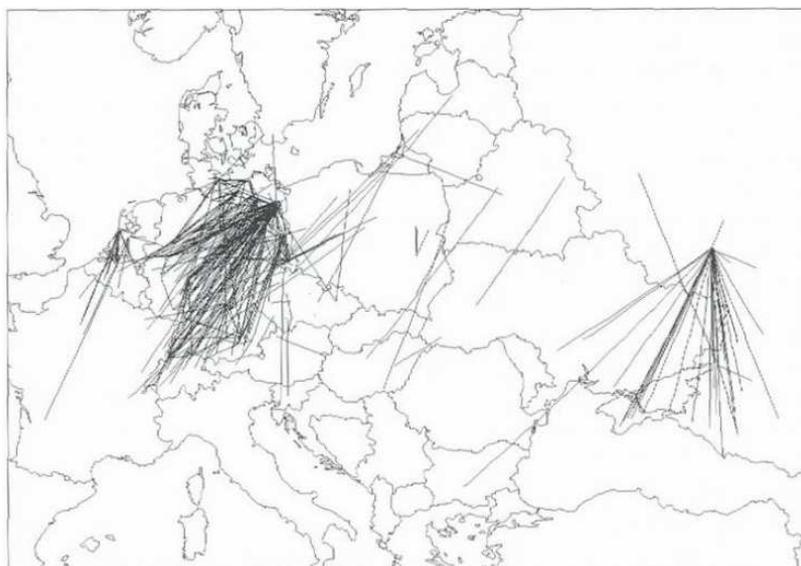


Figure 10. Recaptures de bagues pour les populations de Noctule commune. Carte extraite de Hutterer et al. 2005

La **Noctule de Leisler** est une espèce qui vole à plus de 25 mètres d'altitude lorsqu'elle chasse et à plus de 50 mètres en vol direct, ce qui la rend très sensible au risque éolien (Rodrigues *et al.* 2015). En France, les populations sont assez rares au nord-ouest et augmentent en densité vers le sud-est (Arthur et Lemaire 2009). Ses effectifs sont en très nette diminution (Kerbiriou *et al.* 2015).

Dans le département du Cher une seule colonie, constituée d'environ 160 femelles reproductrices, est connue. Hormis cette donnée, tous les autres contacts concernent des individus retrouvés piégés dans des cheminées. Ainsi seules 23 Noctules de Leisler ont été contactées par le Museum de Bourges depuis 1987, hors suivi acoustique (L. Arthur, communication personnelle).



Figure 11. Routes migratoires de la noctule de Leisler, obtenues par 50ans de baguage et recapture. D'après Hutterer et al. 2005.

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

Cf. texte intégral en Annexe 10. Premiers résultats sur les analyses des cadavres de chauves-souris dans le cadre des études de mortalité des parcs éoliens de la région Centre. Laurent Arthur, décembre 2016.

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

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

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

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

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

Concernant les espèces migratrices, « il n'est considéré dans les études de mortalité, que celle résiduelle par parc : une analyse réductrice qui conduit à minorer l'impact réel sur les populations. Compte tenu des indicateurs du MNHN et de publications scientifiques récentes sur le sujet, on peut réellement craindre pour la survie même de ces taxons qui traversent l'Europe deux fois par an. Tous les indicateurs que nous avons à disposition démontrent que les courbes démographiques de ces espèces sont déjà en train de chuter et qu'elles ne pourront encaisser longtemps une telle hémorragie sans être réellement menacées de disparition, d'autant que les parcs doivent continuer à augmenter pour atteindre une production électrique permettant d'aider à contenir le taux de CO2 dans l'atmosphère. »

Le bridage « est actuellement la seule mesure efficace pour restreindre la mortalité. Il devrait être mis en application de manière systématique sitôt que les études d'impact signalent, soit des chauves-souris migratrices, soit de fortes populations locales d'espèces sédentaires. »

Evaluation des enjeux

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

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

Directive Habitats

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

Droit français

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

II. – Sont interdites sur les parties du territoire métropolitain où l'espèce est présente, ainsi que dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations existants, la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi

longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques. [...] »
Liste rouge : LC : Préoccupation mineure ; NT : Quasi menacé

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

IV.1.4 Suivi par éolienne

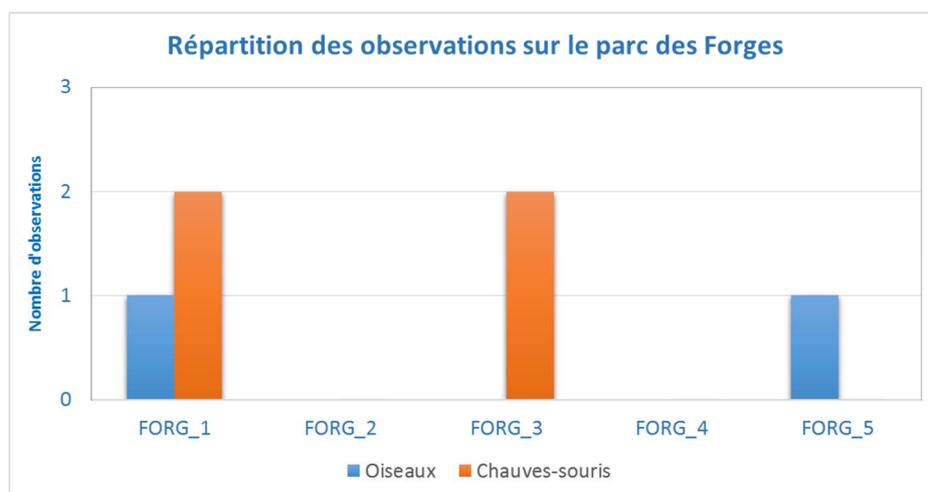


Figure 12. Nombre d'observations par éolienne entre juillet et octobre 2016.

L'analyse par éolienne permet de démontrer que les dépouilles ont été retrouvées sous 60% des éoliennes. L'éolienne FORG_1 concentre le plus de mortalité, suivie de FORG_3 et de FORG_5. Aucune dépouille n'a été trouvée sous FORG_2 et FORG_4. À noter cependant que ces deux éoliennes n'ont pas pu être prospectées dans leur intégralité durant la majorité du suivi. Pour l'éolienne FORG_2, seule la moitié de la surface a été prospectée. L'éolienne FORG_1 est la seule dont la surface a été prospectée dans son intégralité durant la totalité du suivi.

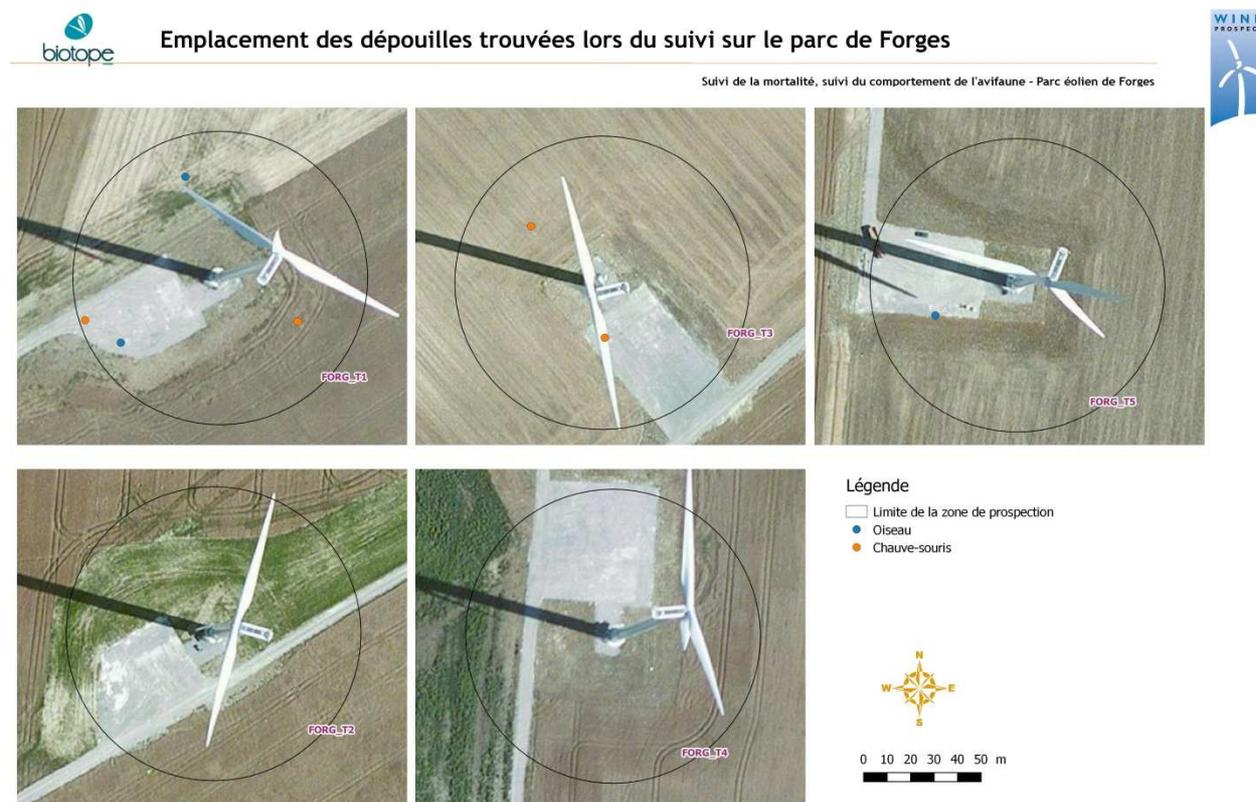
Les oiseaux ont été trouvés sous les éoliennes FORG_1 et FORG_5. Les chauves-souris ont été trouvées sous les éoliennes FORG_1 et FORG_3.

Éoliennes	FORG_1	FORG_2	FORG_3	FORG_4	FORG_5
Oiseaux	17%	0%	0%	0%	17%
Chauves-souris	33%	0%	33%	0%	0%
Global	50%	0%	33%	0%	17%

☞ L'éolienne FORG_1 concentre le plus de mortalité, suivie de FORG_3 et de FORG_5. Toutefois, il n'est pas possible, au bout d'une seule année de suivi, de définir si la mortalité observée au niveau de ces éoliennes est liée aux variations annuelles ou bien à des conditions locales entraînant un risque de collision plus important. Aucune dépouille n'a été trouvée sous FORG_2 et FORG_4. Cependant ces éoliennes n'ont pas pu être prospectées dans leur intégralité, en raison des cultures.

IV.1.5 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 25 et 40 mètres 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, hormis la Buse variable, 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.



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

Carte n° 16. Emplacement des dépouilles trouvées lors du suivi mortalité, par éolienne, sur le parc de Forges.

IV.1.6 Analyse par milieu

Les éoliennes du parc de Forges sont implantées au sein de parcelles agricoles qui n'étaient pas toutes 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 été relativement aisée pour les éoliennes FORG_1, FORG_3 et FORG_4 sur la majorité de la période de suivi, au regard de l'homogénéité du milieu. À noter tout de même qu'il a fallu attendre la récolte de toutes les cultures pour prospecter intégralement la surface sous chaque éolienne. En revanche pour les éoliennes FORG_2 et FORG_5 seule la moitié de la surface a pu être prospectée en raison des cultures de maïs.

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 cadavres

Pour l'application de ces différentes formules, il est nécessaire d'établir un taux de persistance des cadavres lié au test de prédation. Ce taux est calculé à partir des tests de prédation réalisés, dont le protocole est présenté plus haut. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après. Ainsi, le temps moyen de persistance des cadavres est de 1,30 jour. Ce faible temps de persistance montre que l'activité des charognards est élevée sur la totalité du parc.

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

Test d'efficacité de l'observateur

Un autre coefficient correcteur a été calculé : le test d'efficacité de l'observateur. Sur le parc de Forges, 82% 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 globale du parc de Forges

	Efficacité de l'observateur	Test de prédation à J+3	Temps moyen de persistance	Coefficient de surface	Nombre d'observations	Winkelmann	Erickson	Jones	Huso
FORG_1	0,82	0,23	1,30	1,11	3	18,12	19,54	26,56	22,60
FORG_2	0,82	0,23	1,30	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
FORG_3	0,82	0,23	1,30	1	2	10,88	11,74	15,95	13,57
FORG_4	0,82	0,23	1,30	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
FORG_5	0,82	0,23	1,30	1,91	1	10,39	11,21	15,24	12,96
Parc Forges	0,82	0,23	1,30	1,35	6	44,08	47,54	64,61	54,98

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

	Efficacité de l'observateur	Test de prédation à J+3	Temps moyen de persistance	Coefficient de surface	Nombre d'observations	Winkelmann	Erickson	Jones	Huso
FORG_1	0,82	0,23	1,30	1,11	1	6,04	6,51	8,85	7,53
FORG_2	0,82	0,23	1,30	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
FORG_3	0,82	0,23	1,30	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
FORG_4	0,82	0,23	1,30	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
FORG_5	0,82	0,23	1,30	1,91	1	10,39	11,21	15,24	12,96
Parc Forges	0,82	0,23	1,30	1,35	2	14,69	15,85	21,54	18,33

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

	Efficacité de l'observateur	Test de prédation à J+3	Temps moyen de persistance	Coefficient de surface	Nombre d'observations	Winkelmann	Erickson	Jones	Huso
FORG_1	0,82	0,23	1,30	1,11	2	12,08	13,03	17,71	15,07
FORG_2	0,82	0,23	1,30	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
FORG_3	0,82	0,23	1,30	1	2	10,88	11,74	15,95	13,57
FORG_4	0,82	0,23	1,30	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
FORG_5	0,82	0,23	1,30	1,91	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Parc Forges	0,82	0,23	1,30	1,35	4	29,39	31,69	43,07	36,65

Sur la période du 16 juillet 2016 au 20 octobre 2016, la mortalité estimée est comprise entre :

- **47,54 dépouilles dont 15,85 oiseaux et 31,69 chiroptères** selon Erickson (estimation la plus basse), soit 9,51 dépouilles par éolienne (3,17 oiseaux et 6,34 chiroptères) sur la période considérée,
- **64,61 dépouilles dont 21,54 oiseaux et 43,07 chiroptères** selon Jones (estimation la plus haute), soit 12,92 dépouilles par éolienne (4,31 oiseaux et 8,61 chiroptères) sur la période considérée.

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

☞ Un autre facteur corrigeant l'estimation de la mortalité est le nombre d'intervalle entre chaque passage, qui est en moyenne de 6,2 jours \pm 2,2 S sur les 15 passages.

Conclusion

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

En phase de migration postnuptiale, 42 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 9 patrimoniales. Parmi ces espèces patrimoniales, 3 sont particulièrement sensibles au risque éolien : le Milan royal, le Faucon pèlerin et la Cigogne noire. A noter la présence de la Nette rousse, espèce considérée comme rare en migration pour la région. Les flux migratoires observés au sein du parc éolien de Forges et de ses abords sont relativement faibles. Les secteurs de vallées et notamment celui de la vallée de l'Arnon semblent concentrer une grande partie des flux migratoires, notamment chez les passereaux. La plupart des espèces n'ont aucune réaction face aux éoliennes. Seuls la Cigogne noire et le Milan royal ont été observés prenant de la hauteur ou changeant de trajectoire à l'approche du parc.

En phase d'hivernage 34 espèces, dont 6 patrimoniales, ont été observées aux abords du parc éolien. Pour les espèces patrimoniales, la présence des éoliennes à proximité n'a pas l'air d'être un élément de dérangement majeur pour leur hivernage. Les oiseaux en recherche de nourriture ne font que des vols de déplacement à basse altitude de l'ordre d'une dizaine de mètres. Aucune réaction particulière n'est donc notée vis-à-vis du parc éolien. A noter la présence du Faucon pèlerin, du Garrot à œil d'or et de la Grande aigrette, espèces considérées comme rares en hivernage pour la région.

En phase de migration pré-nuptiale, 44 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 12 patrimoniales. Les flux migratoires observés au sein du parc éolien de Forges et de ses abords sont relativement faibles. Le parc éolien, uniquement composé de cultures, n'offre que peu de conditions favorables pour l'accueil des oiseaux. Aucune réaction particulière des oiseaux n'est notée vis-à-vis du parc. Seuls le Pluvier doré et le Milan royal changent de direction à l'approche des éoliennes et slaloment entre elles au sein du parc.

En phase de reproduction, 35 espèces ont été observées aux abords du parc éolien dont 7 patrimoniales, qui sont potentiellement nicheuses sur le site. Aucun comportement d'évitement n'a été décrit. Les espèces les plus sensibles au risque éolien sont le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, le Faucon crécerelle et l'Œdicnème criard.

☞ Plusieurs espèces sensibles au risque éolien ont été détectées lors du suivi comportemental. Cependant peu de comportements à risque ont été décrits. 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'Œdicnème 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 de Forges a permis la découverte de 6 dépouilles, dont 2 oiseaux et 4 chiroptères entre juillet et octobre 2016.

Pour les oiseaux, deux espèces sont représentées : le Martinet noir et la Buse variable. Une dépouille de Rougegorge familier a également été découverte, hors suivi, et n'est pas prise en compte dans les estimations. Ces espèces ne font pas l'objet d'enjeu de conservation élevé. La Buse variable et le Rougegorge familier sont des espèces également observées en phase de reproduction et de migration.

☞ 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.

Ces dépouilles ont permis d'estimer la mortalité pour l'ensemble du parc sur la durée du suivi. Du 16 juillet au 20 octobre 2016, on estime ainsi que le parc a impacté entre **15,85 et 21,54 oiseaux, soit 3,17 à 4,31 oiseaux par éolienne**. Toutefois, il convient de souligner un biais important liée à la forte prédation sur le site, impliquant une forte correction de l'estimation de la mortalité.

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

Cependant, sur les 6 dépouilles trouvées entre juillet et octobre 2016, 4 sont des chiroptères. Trois espèces sont représentées : la Pipistrelle commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. À noter que ces espèces font partie des plus sensibles au risque éolien. Si la Pipistrelle commune ne fait pas l'objet d'enjeu de conservation élevé, la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont considérées comme quasi-menacées.

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

Ces dépouilles ont permis d'estimer la mortalité pour l'ensemble du parc sur la durée du suivi. Du 16 juillet au 20 octobre 2016, on estime ainsi que **le parc a impacté entre 31,69 et 43,07 chauves-souris, soit 6,34 à 8,61 individus par éolienne**. Toutefois, il convient de souligner un biais important liée à la forte prédation sur le site, impliquant une forte correction de l'estimation de la mortalité.

- ☞ Faute de référentiel pour comparer, il est aujourd'hui complexe de conclure et d'évaluer l'impact du parc en fonctionnement sur la conservation des espèces d'oiseaux et de chiroptères. Avec le développement rapide de l'éolien, une réflexion sur l'effet cumulé des parcs sur ces espèces devrait être menée. En effet, la puissance raccordée du parc éolien français devrait doubler entre 2015 et 2020. Avec l'augmentation du nombre d'éoliennes, le taux de mortalité par mât pourrait ne plus être acceptable et, à moyen terme, devenir une menace sérieuse pour la conservation de certaines espèces. Ceci est particulièrement vrai pour les chiroptères, dont les tailles de population sont limitées et dont la reproduction est lente. Nous parlons ici d'espèces protégées pour lesquelles la tolérance de tels taux de mortalité ne semble plus être en accord avec la législation nationale et européenne (Voigt et al. 2015, Ecosphère 2017).

- ☞ EUROBATS (2015) mentionne d'autres cas de projets éoliens sur des sites défavorables aux chauves-souris ou non situés sur des voies migratoires où des mortalités importantes et occasionnelles ont été observées. Des mortalités importantes ont également été observées lors de suivis réalisés par Biotopé en 2016, sur des parcs éoliens implantés dans le même type de milieux dans un rayon de 50 kms et ne présentant pas d'enjeux chiroptères importants. Les stratégies et voies de migration étant peu connues pour ce groupe, il serait intéressant de poursuivre ce suivi sur une seconde année et de le coupler à une étude acoustique en altitude pour affiner les résultats. Cela serait d'autant plus pertinent qu'une mortalité importante a été observée sur le parc éolien voisin situé à quelques kilomètres seulement du parc de Forges et concerné par la même étude d'impact.

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

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

Bibliographie

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway. Roel May, Kjetil 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.

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.

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

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

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

VOIGT, Christian C., LEHNERT, Linn S., PETERSONS, Gunars, et al. 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.migration.net>

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

Annexes

Annexe 1.	Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation en période de migration postnuptiale en 2016	90
Annexe 2.	Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation / transects en période d'hivernage en 2016/2017	93
Annexe 3.	Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par journées d'observations en période de migration pré-nuptiale en 2017	95
Annexe 4.	Description des points d'écoute IPA	98
Annexe 5.	Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par point d'écoute en période de nidification	99
Annexe 6.	Calcul brut du taux moyen de persistance des cadavres	101
Annexe 7.	Résultats des formules pour le suivi de la mortalité	102
Annexe 8.	Tableau des observations du suivi mortalité	103
Annexe 9.	Fiches de terrain (observation de dépouilles)	104
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.	111

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

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation en période de migration postnuptiale en 2016													
Espèce	Août				Octobre				Novembre				Total des effectifs
	PTS1_1	PTS2_1	PTS3_1	Hors_PTS_Obs	PTS1_2	PTS2_2	PTS3_2	Hors_PTS_Obs	PTS1_3	PTS2_3	PTS3_3	Hors_PTS_Obs	
Alouette des champs	1					42	31	8	54		109		245
Bergeronnette grise						1							1
Bergeronnette printanière	9												9
Bruant proyer											5		5
Busard Saint-Martin	1					1							2
Buse variable	2	1	1								1		5
Canard chipeau												10	10
Canard colvert												46	46
Canard siffleur												3	3
Chardonneret élégant								23	24		1	23	71
Choucas des tours	10		19	11		3							43
Cigogne blanche			69										69
Cigogne noire		1											1
Corbeau freux	102		128	52		16							298
Cygne tuberculé												36	36
Épervier d'Europe					1								1
Étourneau sansonnet		98									35		133
Faucon crécerelle			1	1							1		3

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation en période de migration postnuptiale en 2016													
Espèce	Août				Octobre				Novembre				Total des effectifs
	PTS1_1	PTS2_1	PTS3_1	Hors_PTS_Obs	PTS1_2	PTS2_2	PTS3_2	Hors_PTS_Obs	PTS1_3	PTS2_3	PTS3_3	Hors_PTS_Obs	
Faucon pèlerin		1											1
Foulque macroule												39	39
Fuligule milouin												1	1
Garrot à œil d'or												1	1
Goéland indéterminé			3										3
Grand Cormoran	3					6			51			15	75
Grande Aigrette												1	1
Grèbe castagneux												13	13
Grèbe huppé												7	7
Grue cendrée										67			67
Héron cendré												4	4
Hirondelle rustique							1						1
Linotte mélodieuse					26	4	3				3	9	45
Martin-pêcheur d'Europe												2	2
Milan royal								1	2				3
Nette rousse												1	1
Perdrix grise											11		11
Pigeon ramier					25	90	47				153		315
Pipit farlouse						9	4						13
Poule-d'eau												10	10
Sarcelle d'hiver												1	1
Tarier des prés				2									2

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation en période de migration postnuptiale en 2016													
Espèce	Août				Octobre				Novembre				Total des effectifs
	PTS1_1	PTS2_1	PTS3_1	Hors_PTS_Obs	PTS1_2	PTS2_2	PTS3_2	Hors_PTS_Obs	PTS1_3	PTS2_3	PTS3_3	Hors_PTS_Obs	
Tarier pâtre								1					1
Traquet motteux	2						2	2					6

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

Liste des espèces d'oiseaux contactées et effectifs par points d'observation / transects en période d'hivernage en 2016/2017													
Espèce	Décembre						Janvier						Total des effectifs
	PTS1_1	PTS2_1	Transect1_1	Transect2_1	Transect3_1	Hors_PTS_Obs/Transects	PTS1_2	PTS2_2	Transect1_2	Transect2_2	Transect3_2	Hors_PTS_Obs/Transects	
Alouette des champs	22	24	71	2	19	12	20	2	18	10	19	66	285
Bergeronnette grise		1									1		2
Bruant proyer						4							4
Busard Saint-Martin	1											2	3
Buse variable	2	1				14		1			1		19
Canard chipeau						9						7	16
Canard colvert						35						45	80
Chardonneret élégant			12										12
Corbeau freux						203			155				358
Corneille noire	2	1										2	5
Cygne tuberculé						39						40	79
Étourneau sansonnet	189					130			139				458
Faucon crécerelle			1				1						2
Faucon pèlerin												1	1
Foulque macroule						75						81	156
Fuligule milouin						90						72	162
Fuligule morillon						1						5	6

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

Espèce	Décembre						Janvier						Total des effectifs	
	PTS1_1	PTS2_1	Transect1_1	Transect2_1	Transect3_1	Hors_PTS_Obs/Transects	PTS1_2	PTS2_2	Transect1_2	Transect2_2	Transect3_2	Hors_PTS_Obs/Transects		
Garrot à oeil d'or													1	1
Grand Cormoran		5				10							6	21
Grande Aigrette						1								1
Grèbe castagneux						3								3
Grèbe huppé						30							24	54
Grive musicienne										1				1
Héron cendré						1+1							3	5
Linotte mélodieuse	2	35	32	63		50	81	14	224					501
Martin-pêcheur d'Europe						1							2	3
Mouette rieuse						18							33	51
Perdrix grise											3		2	5
Pigeon colombin									58					58
Pigeon ramier	78													78
Pinson des arbres			4											4
Pipit farlouse											1			1
Pluvier doré					34	52				129			72	287
Poule-d'eau						4								4

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
	18/02/2017	04/03/2017	25/03/2017	
Aigrette garzette			1	1
Alouette des champs	55	3	20	78
Balbusard pêcheur			2	2
Bergeronnette des ruisseaux			2	2
Bergeronnette grise		4	8	12
Bruant proyer	2	1	2	5
Busard des roseaux			1	1
Busard Saint-Martin		1	3	4
Buse variable	1		2	3
Canard colvert			10	10
Canard souchet			16	16
Chardonneret élégant			8	8
Corbeau freux			125	125
Corneille noire	20			20
Cygne tuberculé			11	11
Étourneau sansonnet			2	2
Faucon crécerelle	2	1	2	5
Fauvette a tête noire			1	1

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
	18/02/2017	04/03/2017	25/03/2017	
Foulque macroule			2	2
Fuligule milouin			23	23
Gallinule poule d'eau			1	1
Goéland brun			1	1
Grand cormoran			25	25
Grande aigrette			3	3
Grèbe huppé			10	10
Grue cendrée	15			15
Héron cendré	1		3	4
Hirondelle rustique			10	10
Linotte mélodieuse	150		32	182
Merle noir			1	1
Milan royal			1	1
Moineau domestique			7	7
Mouette rieuse			61	61
Pic vert			2	2
Pigeon colombin	2			2
Pigeon ramier	40		10	50
Pinson des arbres			41	41
Pluvier doré	471			471
Rougegorge familier			1	1

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
	18/02/2017	04/03/2017	25/03/2017	
Rougequeue noir			2	2
Tourterelle turque			1	1
Traquet motteux			3	3
Vanneau huppé	959			959
Verdier d'Europe			5	5

Annexe 4. Description des points d'écoute IPA

Données IPA									
Numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Type de milieu	Milieu boisé et ouvert (proximité d'exploitation agricole)	Milieu ouvert	Milieu ouvert (proximité d'un boqueteau)	Milieu ouvert	Milieu ouvert	Milieu ouvert	Milieu ouvert et lisière forestière	Milieu ouvert et lisière de bois	Milieu ouvert
Durée	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min

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

Liste des espèces contactées et effectifs par points d'écoute IPA aux abords du parc éolien										
Espèces/numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Alouette des champs	6	9	3	6	6	7		10	4	51
Bergeronnette printanière	1			1					3	5
Bruant proyer	2				4	4		2		12
Busard cendré						1				1
Busard St Martin		1			1		1	3		6
Buse variable	1			1		1				3
Chardonneret élégant			1							1
Corbeau freux	2	5		3		5				15
Corneille noire		4		1	5		1			11
Étourneau sansonnet								2		2
Faucon crécerelle							1		1	2
Fauvette à tête noire	3				1		1	4		9
Geai des chênes	1									1
Grimpereau des jardins	1						1	1		3
Héron cendré	1									1
Hirondelle de fenêtre									7	7
Hirondelle rustique			4			14			2	20
Loriot d'Europe	1									1
Merle noir	2				1		2			5
Mésange à longue queue	1									1
Mésange charbonnière	3		2				1	1		7
Œdicnème criard		2		2						4
Perdrix grise		2								2
Pic épeiche	1									1
Pic vert					1					1
Pigeon ramier	4		1				3	9		17

Liste des espèces contactées et effectifs par points d'écoute IPA aux abords du parc éolien										
Espèces/numéro de points IPA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Pinson des arbres	4		5				4	4		17
Pouillot fitis							1	2		3
Pouillot véloce								1		1
Roitelet triple bandeau							1			1
Rosignol philomèle					1					1
Rougegorge	1									1
Tourterelle des bois	2									2
Tourterelle turque	1								2	3
Troglodyte mignon	3									3

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

Teste de prédation n° 1

		Forges			
		Total	Nx81627	Nx81624	Nx81626
J+0	Dépôt le 22/08/16	30	10	10	10
J+2	24/08/2016	26	10	7	9
J+3	25/08/2016	6	0	4	2
J+5	27/08/2016	4	0	3	1
J+7	29/08/2016	1	0	0	1

	Total	Nx81627	Nx81624	Nx81626
Pwink J+2	0,87	1,00	0,70	0,90
Pwink J+3	0,20	0,00	0,40	0,20
Pwink J+5	0,13	0,00	0,30	0,10
Pwink J+7	0,03	0,00	0,00	0,10
Tm	2,2667	2	2,4	2,4

Test de prédation n° 2

		Forges			
		Total	Nx81627	Nx81624	Nx81626
J+0	03/10/2016	30	10	10	10
J+2	05/10/2016	5	2	1	2
J+3	06/10/2016	0	0	0	0
J+5	08/10/2016	0	0	0	0
J+7	10/10/2016	0	0	0	0

	Total	Nx81627	Nx81624	Nx81626
Pwink J+2	0,17	0,20	0,10	0,20
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	0,333333	0,4	0,2	0,4

0,25= moyenne 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
	I	D	J+3	tm	î	Min (î:l)	ê	p	C	S				
Nx81627	6,23	0,82	0,23	1,3	2,6	2,6	0,41728	0,43233	3	1,11	18,12	19,54	26,56	22,60
Nx81625	6,23	0,82	0,23	1,3	2,6	2,6	0,41728	0,43233	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Nx81624	6,23	0,82	0,23	1,3	2,6	2,6	0,41728	0,43233	2	1	10,88	11,74	15,95	13,57
Nx81628	6,23	0,82	0,23	1,3	2,6	2,6	0,41728	0,43233	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Nx81626	6,23	0,82	0,23	1,3	2,6	2,6	0,41728	0,43233	1	1,91	10,39	11,21	15,24	12,96
Forges-Global	6,23	0,82	0,23	1,3	2,6	2,6	0,41728	0,43233	6	1,35	44,08	47,54	64,61	54,98

Annexe 8. Tableau des observations du suivi mortalité

Résultats du suivi							
Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom	État	Age	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
29/07/2016	FORG_1	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Frais	Jeune	Barotraumatisme	35m
18/08/2016	FORG_5	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Frais	Indéterminé	Collision	30m
30/08/2016	FORG_3	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Collision	25m
13/09/2016	FORG_1	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Barotraumatisme	50m
13/09/2016	FORG_1	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Avancé	Indéterminé	Barotraumatisme	30m
13/09/2016	FORG_3	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Barotraumatisme	35m
05/10/2016	FORG_1	<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier	Frais	Jeune	Barotraumatisme	44m

Annexe 9. Fiches de terrain (observation de dépouilles)

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Forges (18)			
Date :	29/07/2016		Nom du prospecteur :
		GOEPFERT Melissa	
Coordonnées	N :	46.91507°	Numéro de l'éolienne :
	E :	002.168957°	Distance à l'éolienne :
		35m	
Espèce :	Martinet noir <i>Apus apus</i>		État :
		Frais	
Cause de la mort :	Barotraumatisme		
Photographie :			

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Forges (18)			
Date :	18/08/2016		Nom du prospecteur : GOEPFERT Melissa
Coordonnées	N :	46.905509°	Numéro de l'éolienne : FORG_5
	E :	002.164849°	Distance à l'éolienne : 30m
Espèce :	Buse variable <i>Buteo buteo</i>		État : Frais
Cause de la mort :	Collision		
Photographie :			

Fiche terrain

Suivi mortalité du Parc éolien de Forges (18)

Date :	30/08/2016	Nom du prospecteur :	GOEPFERT Melissa	
Coordonnées	N :	46.910295°	Numéro de l'éolienne :	FORG_3
	E :	002.15765°	Distance à l'éolienne :	25m
Espèce :	Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>		État :	Frais
Cause de la mort :	Collision			

Photographie :



Fiche terrain

Suivi mortalité du Parc éolien de Forges (18)

Date :	13/09/2016	Nom du prospecteur :	GOEPFERT Melissa	
Coordonnées	N :	46.91463°	Numéro de l'éolienne :	FORG_1
	E :	002.16851°	Distance à l'éolienne :	50m
Espèce :	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>		État :	Frais
Cause de la mort :	Barotraumatisme			

Photographie :



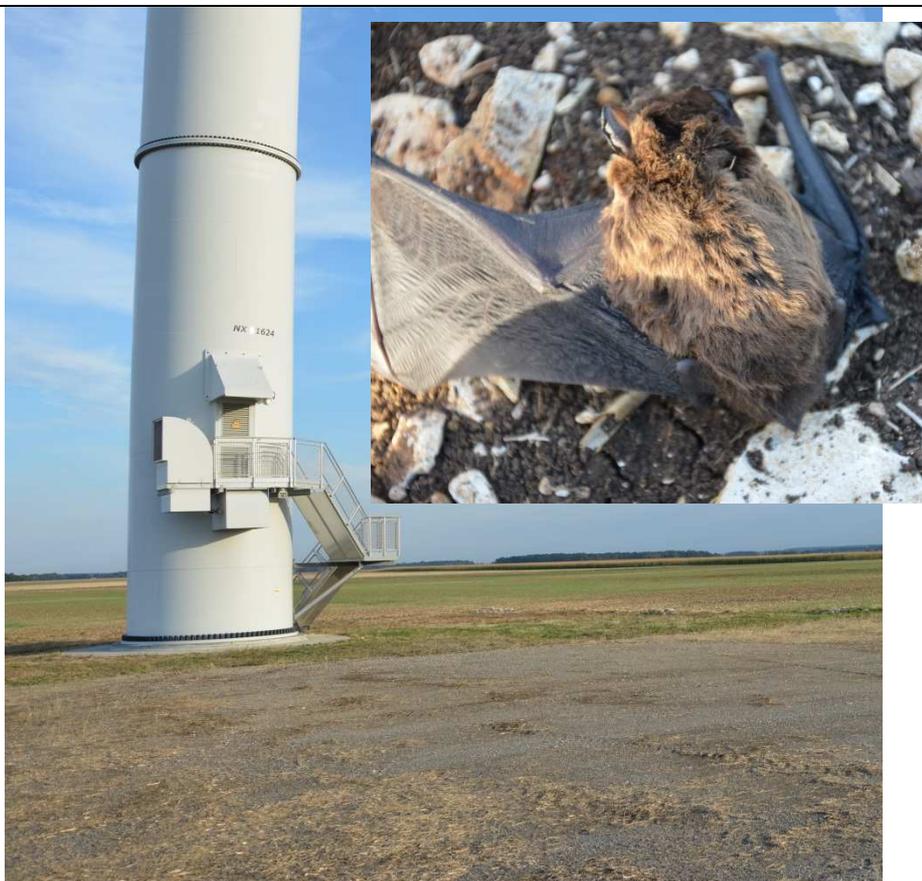
Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien de Forges (18)			
Date :	13/09/2016		Nom du prospecteur :
		GOEPFERT Melissa	
Coordonnées	N :	46.914626°	Numéro de l'éolienne :
	E :	002.169457°	Distance à l'éolienne :
		30m	
Espèce :	Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>		État :
		Avancé	
Cause de la mort :	Barotraumatisme		
Photographie :			

Fiche terrain

Suivi mortalité du Parc éolien de Forges (18)

Date :	13/09/2016		Nom du prospecteur :	GOEPFERT Melissa
Coordonnées	N :	46.910637°	Numéro de l'éolienne :	FORG_3
	E :	002.157321°	Distance à l'éolienne :	35m
Espèce :	Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>		État :	Frais
Cause de la mort :	Barotraumatisme			

Photographie :



Fiche terrain

Suivi mortalité du Parc éolien de Forges (18)

Date :	05/10/2016	Nom du prospecteur :	GOEPFERT Melissa	
Coordonnées	N :	46.914561°	Numéro de l'éolienne :	FORG_1
	E :	002.168669°	Distance à l'éolienne :	44m
Espèce :	Rougegorge familier <i>Erithacus rubecula</i>		État :	Frais
Cause de la mort :	Barotraumatisme			

Photographie :



Annexe 10. Premiers résultats sur les analyses des cadavres de chauves-souris dans le cadre des études de mortalité des parcs éoliens de la région Centre. Laurent Arthur, décembre 2016.

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

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

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

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

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

Appréhender l'impact précis sur les populations migratrices s'avère plus complexe, d'une part parce que contrairement aux espèces sédentaires, nous n'avons pas une idée précise de leurs effectifs. D'autre part, jusqu'à présent, il n'est considéré dans les études de mortalité, que celle résiduelle par parc : une analyse réductrice qui conduit à minorer l'impact réel sur les populations. L'analyse des cumuls de mortalité sur cette zone d'étude pourtant restreinte montre malgré cela un effet

additionnel très inquiétant pour des mammifères migrateurs à faible taux de reproduction. Le phénomène est encore plus net si on le considère par rapport à leur aire de distribution. Compte tenu des indicateurs du MNHN et de publications scientifiques récentes sur le sujet, on peut réellement craindre pour la survie même de ces taxons qui traversent l'Europe deux fois par an. Tous les indicateurs que nous avons à disposition démontrent que les courbes démographiques de ces espèces sont déjà en train de chuter et qu'elles ne pourront encaisser longtemps une telle hémorragie sans être réellement menacées de disparition, d'autant que les parcs doivent continuer à augmenter pour atteindre une production électrique permettant d'aider à contenir le taux de CO2 dans l'atmosphère.

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

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

C'est actuellement la seule mesure efficace pour restreindre la mortalité. Le bridage devrait être mis en application de manière systématique sitôt que les études d'impact signalent, soit des chauves-souris migratrices, soit de fortes populations locales d'espèces sédentaires. Cet inquiétant cumul de mortalité en région Centre - Val de Loire, sur des zones à priori sans enjeux majeurs pour les chauves-souris, devrait faire réfléchir tous les acteurs impliqués par le développement éolien et nous conduire à travailler ensemble pour rendre au plus vite les parcs plus vertueux vis à vis de la biodiversité.