



Energie du Gâtinais
AKUO ENERGY

Parc éolien du Gâtinais (45-77)
(Communes de Sceaux-du-Gâtinais, Mondreville et Gironville)

**Suivi post-implantation de la mortalité et
de la fréquentation des oiseaux et des chiroptères**



PRESENTATION DU DOSSIER

Étude réalisée pour :

Énergie du Gâtinais
Akvo Energy
140, Avenue des Champs Élysées
75008 Paris

Étude réalisée par :

Ecosphère
Agence Centre-Ouest
112 rue du Nécotin,
ZAC des Châtelliers
45000 Orléans

Coordination générale :	Guillaume VUITTON
Coordination technique et scientifique :	Guillaume VUITTON, Guillaume MARCHAIS
Suivis de mortalité et de fréquentation :	Manon ACQUEBERGE, Thomas CHERPITEL, Elodie BRUNET
Traitement des enregistrements chiroptérologiques :	Manon ACQUEBERGE
Rédaction et analyse :	Thomas CHERPITEL, Manon ACQUEBERGE
SIG et cartographie :	Laure BOURJOT

Contrôle qualité :

Contrôle réalisé par :	Guillaume VUITTON & Guillaume MARCHAIS
Date du contrôle final :	28 février 2017

Historique des modifications :

Version :	Date :
V1	28 février 2017
V2	3 mars 2017

Photos de couverture de gauche à droite : Parc du Gâtinais (M. Acqueberge – Écosphère).

Citation recommandée :

Écosphère, 2017. – Suivi post-implantation du parc éolien du Gâtinais (45-77) : fréquentation et mortalité des chiroptères et des oiseaux. Étude réalisée pour le compte de la société Akvo Energy. 97 p.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, hors du cadre des besoins de la présente étude, et faite sans le consentement de l'entreprise auteur est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L.122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal

Référence étude : Mondreville Suivi 16

❖ Contexte général et objet de l'étude :

La réglementation ICPE impose désormais un premier suivi dans les trois ans suivant la mise en service d'un parc, puis un suivi tous les dix ans. Par ailleurs, de nombreuses études ont montré l'impact des éoliennes sur les oiseaux et les chauves-souris, notamment en Amérique du nord (Kerns et Kerlinger, 2004 ; Arnett et al. 2009...), en Europe (Dürr, 2001 ; Alcade, 2003...) et en France (Dulac, 2008 ; Beucher et al. 2013 ; Albouy, 2010...). De récents travaux européens de compilation des données de mortalité (Dürr, 2016) mettent en évidence les espèces les plus sensibles au risque de collisions éoliennes.

Le parc éolien, même s'il se trouve sur un plateau agricole, est traversé par des flux diffus d'espèces migratrices pouvant voler à hauteur des pales. Les oiseaux nichant dans les cultures ou les bosquets situés à proximité des éoliennes et les chauves-souris chassant localement sont également susceptibles d'être impactés.

Un suivi de la mortalité du site permet d'évaluer l'impact avéré sur les oiseaux et les chauves-souris. Le couplage de ce suivi à **un suivi de fréquentation du site** permet en outre de comparer la mortalité constatée au regard des flux fréquentant le site.

Le bureau d'études Écosphère a été missionné pour réaliser ces suivis sur le parc éolien du Gâtinais situé à cheval sur le Loiret (45) et la Seine-et-Marne (77).

❖ Mission d'Écosphère :

Dans ce contexte, la mission d'Écosphère visait à :

- réaliser le suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux trouvés au pied des éoliennes ;
- réaliser le suivi de fréquentation des chauves-souris et des oiseaux stationnant sur ou traversant le parc existant ;
- analyser l'impact avéré des éoliennes sur les espèces sensibles en fonction de leur écologie et de facteurs environnementaux ;
- proposer des mesures permettant de réduire l'impact observé des éoliennes, dans le cas où cela semble nécessaire.

Sommaire :

PRESENTATION DU DOSSIER	2
1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D'UN SUIVI POST-IMPLANTATION	7
2. LOCALISATION DE L'ETUDE ET CONTEXTE ECOLOGIQUE	8
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PARC DU GATINAIS	8
2.2. SITUATION VIS-A-VIS DES ZONAGES OFFICIELS DE BIODIVERSITE	10
2.2.1. <i>Les espaces naturels protégés</i>	10
2.2.2. <i>Les sites Natura 2000</i>	10
2.2.3. <i>Les espaces naturels gérés (ENS, sites du Cen...)</i>	11
2.2.4. <i>Les zonages d'inventaires (ZNIEFF)</i>	12
2.3. SITUATION VIS-A-VIS DU SCHEMA REGIONAL ÉOLIEN ET DES PARCS AUTORISÉS	15
2.4. SITUATION VIS-A-VIS DE LA TRAME VERTE ET BLEUE DU SRCE	19
2.5. SYNTHÈSE DES ETUDES ECOLOGIQUES REALISEES DANS LE CADRE DE L'ETUDE D'IMPACT	21
2.5.1. <i>Avifaune</i>	21
2.5.2. <i>Chiroptères</i>	21
2.5.3. <i>Synthèse des enjeux, des impacts et mesures</i>	22
3. METHODES DE SUIVI ET D'EVALUATION	24
3.1. SUIVI DE MORTALITE	24
3.1.1. <i>Protocole de terrain</i>	24
3.1.1.1. Rayon de détection	24
3.1.1.2. Éoliennes suivies	25
3.1.1.3. Méthode de travail	25
3.1.2. <i>Calendrier de suivi</i>	26
3.1.3. <i>Limites et biais liés au suivi de mortalité</i>	27
3.1.3.1. Limites de détection des cadavres	27
3.1.3.2. Biais liés à l'identification des cadavres	27
❖ Oiseaux	27
❖ Chiroptères	28
3.1.4. <i>Estimation de la mortalité réelle à partir des données brutes</i>	29
3.1.4.1. Paramètres et biais pris en compte	30
❖ Ajustement de la surface réellement contrôlée (a)	30
❖ Taux de persistance journalière des cadavres (p)	31
❖ Efficacité de l'observateur (d, ou Pk)	31
3.1.4.2. Modèles statistiques	32
❖ Modèle de Jones (2009)	32
❖ Modèle de Huso (2010)	32
❖ Modèle de Korner-Nievergelt (2011)	33
3.2. SUIVI DE FREQUENTATION	33
3.2.1. <i>Suivi avifaunistique</i>	33
3.2.1.1. Méthode de terrain	33
3.2.1.2. Limites liées au suivi de fréquentation ornithologique	35
3.2.2. <i>Suivi chiroptérologique</i>	35
3.2.2.1. Méthode de terrain	35
3.2.2.2. Limites liées au suivi de fréquentation chiroptérologique	36
❖ Hauteur de vol des différentes espèces et distances de détectabilité	36
❖ Identification des espèces	37
3.3. METHODES D'EVALUATION	38
3.3.1. <i>Méthode d'évaluation de la vulnérabilité à l'éolien</i>	38
3.3.1.1. Enjeu de conservation	39
3.3.1.2. Méthode d'évaluation de la sensibilité à l'éolien	39
3.3.2. <i>Méthode d'évaluation de la perturbation des territoires et des axes de déplacement et de migration</i> 41	
3.3.3. <i>Méthode de définition des mesures de réduction adaptées au parc</i>	42

4. CARACTERISTIQUES DU PARC ET DES EOLIENNES EN SERVICE	43
4.1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PARC	43
4.2. CARACTERISTIQUES LOCALES DES EOLIENNES SUIVIES	44
5. RESULTATS DES SUIVIS DE MORTALITE ET DE FREQUENTATION	46
5.1. SUIVI DE MORTALITE	46
5.1.1. <i>Nombre de cadavres recensés</i>	46
5.1.2. <i>Distance au mât et densité de cadavres</i>	50
5.1.3. <i>Estimation de la mortalité par extrapolation des données brutes</i>	51
5.1.3.1. Calculs préliminaires à l'utilisation des modèles statistiques correctifs	51
❖ Ajustement de la surface réellement contrôlée a	51
❖ Taux de persistance journalière des cadavres p et durée de persistance tm	51
❖ Taux de détection d (efficacité du chercheur en surface variée)	51
❖ Intervalle moyen entre les prospections	52
5.1.3.2. Estimation de la mortalité selon les modèles	52
5.2. SUIVI DE FREQUENTATION ORNITHOLOGIQUE	53
5.2.1. <i>Espèces nicheuses</i>	53
5.2.2. <i>Espèces migratrices, hivernantes ou erratiques</i>	54
❖ Rappel concernant les stratégies migratoires	55
5.2.3. <i>Conclusion sur le suivi de fréquentation ornithologique</i>	56
5.3. SUIVI DE FREQUENTATION CHIROPTEROLOGIQUE	56
5.3.1. <i>Description des peuplements</i>	56
5.3.2. <i>Conclusion sur le suivi de fréquentation chiroptérologique</i>	58
5.4. FOCUS SUR LES OISEAUX ET LES CHIROPTERES VULNERABLES ET CONCLUSION	59
5.4.1. <i>Focus sur les oiseaux vulnérables au risque de collision</i>	59
5.4.2. <i>Focus sur les chiroptères vulnérables au risque de collision</i>	63
5.4.3. <i>Conclusion sur les niveaux d'impact avéré et les risques de collision</i>	67
6. ANALYSE DES IMPACTS ET DES FACTEURS DE RISQUE	68
6.1. OISEAUX IMPACTES	68
6.1.1. <i>Caractéristiques des oiseaux impactés en lien avec la fréquentation</i>	68
6.1.2. <i>Période de l'année à risque</i>	69
6.1.2.1. Généralités	69
6.1.2.2. Analyse des périodes à risques	69
6.1.3. <i>Influence de l'alternance jour/nuit</i>	70
6.1.4. <i>Influence des conditions météorologiques</i>	70
6.1.5. <i>Comportements à risque, effarouchement et perturbation</i>	71
6.1.5.1. Perturbations constatées dans l'espace aérien	71
6.1.5.2. Perturbations constatées au sol	71
6.1.5.3. Conclusion	73
6.2. CHIROPTERES IMPACTES	73
6.2.1. <i>Caractéristiques des chiroptères impactés en lien avec la fréquentation</i>	73
6.2.2. <i>Périodes de l'année à risque</i>	74
6.2.2.1. Généralités	74
6.2.2.2. Analyse des périodes à risques	74
6.2.3. <i>Influence de l'heure</i>	75
6.2.4. <i>Influence des conditions météorologiques</i>	77
6.2.4.1. Les précipitations et la température	77
6.2.4.2. Le vent	77
6.3. CONCLUSION SUR LES IMPACTS ET FACTEURS DE RISQUES	78
6.3.1. <i>Oiseaux</i>	78
6.3.2. <i>Chiroptères</i>	79
7. SYNTHESE ET PRECONISATIONS	80
BIBLIOGRAPHIE	82
ANNEXE 1 : CALENDRIER DU SUIVI DE MORTALITE	87

ANNEXE 2 : CALENDRIER ET CONDITIONS METEOROLOGIQUES DES SUIVIS DE FREQUENTATION ORNITHOLOGIQUE ET CHIROPTEROLOGIQUE.....	88
ANNEXE 3 : OISEAUX FREQUENTANT LE PARC EOLIEN.....	89
ANNEXE 4 : CHIROPTERES FREQUENTANT LE PARC EOLIEN	95
ANNEXE 5 : RESULTATS DES INVENTAIRES CHIROPTEROLOGIQUES.....	97

Liste des cartes :

Carte 1 : Localisation du parc du Gâtinais.....	9
Carte 2 : Contexte écologique et éolien.....	18
Carte 3 : Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE)	20
Carte 4 : Localisation des cadavres d'oiseaux et de chauves-souris	49
Carte 5 : Oiseaux vulnérables au risque de collision	62
Carte 6 : Chiroptères vulnérables au risque de collision.....	66

1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D'UN SUIVI POST-IMPLANTATION

En application de l'article 12 de l'arrêté modifié du 26 août 2011¹, ce suivi fait partie des obligations précisées dans le guide sur l'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens (mars 2014)². Cet article exige de suivre le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres produit par le Syndicat des Énergies Renouvelables et France Énergie Éolienne, lequel a été reconnu par le Ministère de l'Écologie en novembre 2015³. Ce protocole national est donc pris en compte dans l'analyse des résultats du suivi mais sa mise en œuvre sur terrain a été réalisée de manière plus exigeante que ce qu'impose le protocole national à ce jour.

Les méthodologies de ce suivi respectent les recommandations du guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éolien (actualisation 2010)⁴ et les lignes directrices EUROBATS⁵ (N°6 - partie 4) : application d'un protocole standardisé, suivi sur un cycle d'activité complet, méthode de recherche adaptée, surface prospectée suffisante, etc.).

¹ <http://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2011/8/26/DEVP1119348A/jo#JORFARTI000024507392>

² <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Guide-sur-l-application-de-la,38630.html?onglet=sallelecture>

³ http://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/BO201522/met_20150022_0000_0023.pdf

⁴ http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_eolien_15072010_complet.pdf

⁵ http://www.eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/pubseries_no6_english.pdf

2. LOCALISATION DE L'ETUDE ET CONTEXTE ECOLOGIQUE

2.1. Situation géographique du parc du Gâtinais

Voir la carte n°1 « Localisation du parc du Gâtinais ».

Le parc du Gâtinais se trouve à cheval sur les départements du Loiret (45) en région Centre-Val de Loire et de la Seine-et-Marne (77) en région Ile-de-France. Il est constitué de 12 éoliennes et s'étend trois communes : Sceaux-du-Gâtinais, Mondreville et Gironville.

Le parc se distribue autour de la RD43 entre Beaumont-du-Gâtinais et Château-Landon et se situe à environ 12 km à l'ouest de Souppes-sur-Loing. Il est implanté sur un vaste plateau voué à l'agriculture intensive et est ici exclusivement composé de grandes parcelles cultivées. Seul un petit boisement récemment planté au sud de l'éolienne E6 et quelques friches diversifient les habitats du site. Les vallées de l'Essonne et du Loing bordent respectivement à l'ouest et à l'est le plateau. A environ 2 km au sud-ouest (au sud de Villeneuve) et 3 km au sud-est du parc (à l'ouest et au sud de Sceaux-du-Gâtinais), passe un cours d'eau d'intérêt écologique, le Fusain.

Suivi de la mortalité et de la fréquentation des chiroptères et des oiseaux - Communes de Mondreville, Gironville (77) et Sceaux-du-Gâtinais (45)



- Périmètre de 500 m autour des éoliennes
- Limite départementale/régionale
- Eolienne concernée par un suivi de mortalité**
- Oui
- Non

N

0 250 500 m

Ecosphère, Akuo Energie, 2017
Source : Fond Scan25 - IGN © - Ortho BING ©

2.2. Situation vis-à-vis des zonages officiels de biodiversité

Voir la carte n°2 « Contexte écologique et éolien ».

Les descriptions des sites sont issues des bordereaux officiels : fiches ZNIEFF, Formulaires Standard des Données Natura 2000, etc.

2.2.1. Les espaces naturels protégés

Le parc du Gâtinais ne fait l'objet d'aucune protection directe.

Le parc éolien du Gâtinais est situé à environ 7,8 km du **Parc Naturel Régional (PNR) du Gâtinais Français**. Ce périmètre de protection couvre plus de 75 000 hectares sur 69 communes en Essonne et Seine-et-Marne. Le site est constitué de plateaux ouverts et de clairières, ceinturés par les coteaux souvent boisés des vallées et vallons secs ou marécageux et par les massifs boisés de la forêt de Fontainebleau et les bois de la Commanderie. Les bois et forêts couvrent plus du tiers du territoire et s'imbriquent avec les terres agricoles, sur un sous-sol de sable et de grès.

Aucune autre zone protégée au titre de la législation sur les milieux naturels (Parc National, Parc Naturel Régional, Réserve Naturelle Nationale ou Régionale, Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope...) **n'est présente à proximité du parc.**

2.2.2. Les sites Natura 2000

« Le réseau Natura 2000 est un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, dont l'objectif est de contribuer à préserver la diversité biologique sur le territoire de l'Union Européenne. Ce réseau concilie préservation de la nature et préoccupations socio-économiques.

Il est composé de sites désignés par chacun des États membres en application des directives européennes dites « Oiseaux » et « Habitats » de 1979 et 1992, selon des critères spécifiques de rareté et d'intérêt écologique. Ces directives prévoient la désignation des sites en Zones de Protection Spéciale (ZPS) pour la préservation des oiseaux et en Zones Spéciales de Conservation (ZSC) pour les milieux et autres espèces (hors oiseaux). » (Source : DREAL).

Dix sites Natura 2000 sont situés dans un rayon de 20 km autour de la zone d'étude :

- **la ZSC FR2400525 « Marais de Bordeaux et Mignerette »**, située à 3,1 km au sud. Ces marais alcalins constituent les vestiges d'un vaste marais continental dont le drainage a débuté au XVIII^{ème} siècle. Ils abritent une flore d'intérêt patrimonial. Le Marais de Bordeaux est le plus proche du parc (3,1 km environ) tandis que le Marais de Mignerette se situe à environ 6,2 km au sud. Ces marais ont été désignés pour des poissons (Chabot, Bouvière et Loche de rivière) et mollusques (Vertigo étroit). Ce site recouvre la ZNIEFF de type 1 n°240000037 « Marais de Mignerette et mare de Jariaux », connue notamment pour la nidification du Courlis cendré ;
- **la ZSC FR2400523 « Vallée de l'Essonne et vallons voisins »**, située à 6,6 km à l'est. Les vallées de l'Essonne et de la Rimarde, son affluent, traversent le Gâtinais et la Beauce entre la forêt d'Orléans et la région de Malesherbes. Ces deux vallées entaillées dans le calcaire sont prolongées à leur marge par un réseau complexe de vallées sèches et d'affleurements calcaires. Deux autres vallées sont adjointes à l'unité : la Juine et le vallon de Sermaises. Ce site est désigné notamment pour les poissons (Lamproie de Planer, Bouvière et Chabot) ;

- **la ZSC FR1102008 « Carrière de Mocpoix »**, située à 11 km au nord-est. C'est également un site remarquable pour l'hibernation des chauves-souris (Grand Murin, Murins de Bechstein, à oreilles échancrées, de Natterer, à moustaches, de Daubenton et Grand Rhinolophe, non sensibles au risque de collision) ;
- **la ZSC FR1102005 « Rivières du Loing et du Lunain »**, située à 11,1 km à l'est. Ce site d'environ 382 ha principalement désignée pour sa faune piscicole (Lamproie de Planer, Bouvière, Chabot, etc.) ainsi que pour l'Agrion de Mercure, la Mulette épaisse, ses boisements alluviaux, ses mégaphorbiaies et ses prairies maigres de fauche ;
- **la ZSC FR1100795 et la ZPS FR1110795 « Massif de Fontainebleau »**, situées à 14,5 km au nord. Ce vaste massif forestier abrite une diversité biologique remarquable à la fois en termes de flore, de faune et d'habitats naturels. Il s'agit du plus important noyau de diversité d'Europe pour ce qui est des arthropodes (avec notamment 3 300 espèces de coléoptères et 1 200 espèces de lépidoptères). Du point de vue de la flore, environ soixante espèces végétales protégées s'y développent. Cette diversité animale et végétale est étroitement liée à la diversité importante d'habitats en présence. Les platières gréseuses et les Chaos de grès, sont généralement entourés de landes, de pelouses calcaires et sablo-calcaires ou bien de Chênaies pubescentes et de Hêtraie. Cette succession d'habitats est induite par des conditions de sols et d'expositions très particulières (plateaux calcaires par endroits, colluvions sablo-calcaires, sables et grès dans d'autres). Cette diversité végétale et animale est associée à une diversité avifaunistique très importante qui a induit la création de la ZPS. On y trouve notamment les espèces suivantes (inscrites à l'annexe I de la directive « Oiseaux » et sensibles au risque de collision) : Aigle botté, Bondrée apivore, Busard des roseaux et Balbuzard pêcheur. D'autres espèces non présentes sur l'annexe I mais sensibles au risque de collision sont également sur la ZPS : Faucons crécerelle et hobereau, Buse variable et Autour des palombes ;
- **la ZSC FR1100799 « Haute vallée de l'Essonne »**, située à 14,6 km au nord. Ce site est constituée d'une vallée sèche qui traverse un plateau calcaire recouvert de limons marno-argileux. Les coteaux sont occupés par des habitats secs comme les pelouses calcaires ou sablo-calcaires, les landes et les chaos gréseux tandis que le fond de vallée est recouvert d'habitats plus frais, voire humides, comme des forêts alluviales, des marais et des tourbières. Cette diversité de milieux permet le développement d'une importante diversité animale et végétale avec des espèces comme le Lucane cerf-volant, le Vertigo de Des Moulins et le Vertigo étroit ;
- **la ZSC FR2402006 « Sites à chauves-souris à l'est du Loiret »**, située à 14,8 km à l'est. Cet ensemble de grottes, par son intérêt biologique concernant les chiroptères, est d'un intérêt majeur. Il représente dans l'est du département du Loiret un maillage essentiel pour l'hivernage des chauves-souris (Barbastelle d'Europe, Grand Murin, Murins de Bechstein, à oreilles échancrées, de Natterer, à moustaches, de Daubenton, Grand Rhinolophe et Oreillard sp, non sensibles au risque de collision) de la région naturelle du Gâtinais de l'Est ;
- **la ZSC FR1102009 « Carrière de Darvault »**, située à 18,8 km au nord. C'est un site remarquable pour l'hibernation des chauves-souris (Grand Murin, Murins de Bechstein, à oreilles échancrées, de Natterer, à moustaches, de Daubenton et Grand Rhinolophe, non sensibles au risque de collision) ;
- **la ZSC FR2400524 « Forêt d'Orléans et périphérie »**, située à 18,9 km au sud-est. L'intérêt du site réside dans la qualité des zones humides (étangs, tourbières, marais, mares) présentant une grande richesse floristique, un intérêt élevé pour les bryophytes, les lichens et les champignons. Ce site est désigné pour des espèces de faune peu mobiles (tels que le Triton crêté, le Lucane cerf-volant et le Damier de la Succise), mais des chiroptères y sont également présents (Noctule commune, très mobile et sensible au risque de collision, Murins à moustaches et de Natterer, Oreillard roux...).

2.2.3. Les espaces naturels gérés (ENS, sites du Cen...)

Aucun Espace Naturel Sensible (ENS) ne se trouve à moins de 10 km du parc.

Un espace naturel géré est localisé à moins de 10 km du parc, il s'agit du **Marais de Mignerette** (à environ 6 km du parc, également ZNIEFF de type 1 et ZSC). Ce site est la propriété de la commune de Mignerette qui en a confié la gestion au Conservatoire d'espaces naturels par bail emphytéotique depuis 2008.

2.2.4. Les zonages d'inventaires (ZNIEFF)

« L'inventaire des ZNIEFF est l'outil national d'identification des zones écologiquement les plus remarquables. Piloté par la DREAL, il s'appuie sur un secrétariat, un vaste réseau d'acteurs locaux et un conseil scientifique. Chaque ZNIEFF comprend un périmètre et un bordereau détaillant les espèces et habitats déterminants et explicitant la délimitation. Cet inventaire permet la prise en compte du patrimoine naturel remarquable dans l'aménagement du territoire. Il a également contribué au réseau Natura 2000, à la Trame verte et bleue (TVB) » (source DREAL).

« Deux types de zones sont répertoriées :

- les zones de type I : secteurs de superficie en général limitée, caractérisés par leur intérêt biologique remarquable ;
- les zones de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. » (source DREAL).

Le parc du Gâtinais n'est directement concerné par aucun zonage d'inventaire. Par ailleurs, aucune ZNIEFF n'est présente dans un rayon de 5 km.

Toutefois, plusieurs zonages existent dans un rayon élargi à 20 km autour du parc. Seules les ZNIEFF abritant des oiseaux et/ou des chiroptères à grand territoire ou très mobiles et sensibles au risque de collision sont détaillées ci-dessous et cartographiées, soit **trois ZNIEFF de type 2 en Ile-de-France et une ZNIEFF de type 1 et deux ZNIEFF de type 2 en région Centre-Val de Loire :**

- **la ZNIEFF de type 1 n°240000037 « Marais de Mignerette et mare de Jariaux »** : à environ 6 km au sud de l'éolienne E1. Le marais de Mignerette est pratiquement le seul vestige du vaste marais de Sceaux dont le drainage a débuté au XVII^{ème} siècle. Il s'agit d'un beau bas-marais alcalin présentant encore des habitats en relatif bon état de conservation. Dans les cinquante dernières années, il a subi de multiples atteintes (tentatives de drainage, mise en culture, labours...). L'acquisition de la dernière partie du marais par la commune et une gestion cynégétique plus respectueuse du milieu ont permis une certaine réhabilitation, malgré l'assèchement qu'il a visiblement subi. L'intérêt y est floristique, entomologique (odonates), malacologique (Vertigo étroit) et ornithologique (principalement des oiseaux à petit territoire, hormis Busards cendré et des roseaux). On notera la présence notable de Courlis cendré en nidification (une espèce très sensible à la perturbation), ainsi que du Vanneau huppé ;
- **la ZNIEFF de type 2 n° 110001293 « Vallée du Loing entre Nemours et Dordives »** : à environ 11 km à l'est du parc, cette ZNIEFF se situe dans la continuité sud de la ZNIEFF précédemment citée et comprend un ensemble de prairies inondables, ripisylves, méandres, plans d'eau issus de l'extraction de granulats alluvionnaires. De nombreux chiroptères ont été contactés sur la ZNIEFF, mais il s'agit principalement d'espèces peu sensibles au risque de collision (tels que les murins, Grand Rhinolophe, Barbastelle d'Europe). L'avifaune identifiée dans la fiche du site concerne uniquement des oiseaux à petit territoire et pour la plupart inféodées aux habitats humides ;
- **la ZNIEFF de type 2 n° 240003882 « Forêt de Montargis »** : à 15,3 km au sud-est du parc. Le massif s'étend sur un plateau calcaire recouvert d'argile à silex. Néanmoins du fait de la présence d'un important système karstique, quelques affleurements calcaires ou marneux apparaissent au moins au niveau des vallons qui parcourent le plateau. L'ouest du massif repose sur des terrasses du Loing aux sols plus sableux et filtrants. L'intérêt y est floristique, herpétologique, entomologique (notamment coléoptères et lépidoptères) et mammalogique (Chat forestier). Quelques oiseaux non déterminants mais à grand territoire et sensibles au risque de collision y sont notés (Épervier d'Europe, Circaète-Jean-le-Blanc et Faucon crécerelle) ;
- **la ZNIEFF de type 2 n° 110001514 « Vallée de L'Essonne de Buthiers à la Seine »** : à plus de 16,5 km au nord du parc, cette ZNIEFF se démarque par sa richesse en zones humides composées de prairies humides, de roselières, d'étangs et canaux, de boisements humides ainsi que de marais. L'intérêt de site est floristique, entomologique et ornithologique (oiseaux à petits territoires, hormis quelques rapaces communs tel que l'Épervier d'Europe). La Noctule commune est également mentionnée à l'extrême nord de la ZNIEFF soit à près de 50 km du parc ;

- **la ZNIEFF de type 2 n° 240003955 « Massif forestier d'Orléans »** : à plus de 17 km au sud-ouest du parc. La forêt d'Orléans repose pour l'essentiel sur des terrains de nature comparable à celle des terrains de la Sologne épandus sur le coteau de Beauce. Les formations végétales sont donc plutôt acidoclines à acidiphiles avec des secteurs secs et d'autres très humides. L'intérêt dépasse les contours complexes du massif domanial et s'étend également aux lisières et enclaves privées qui le prolongent. Les espèces typiques de la flore se localisent surtout dans les espaces ouverts (allées, chemins forestiers) et les quelques enclaves non forestières (carrière). Les étangs jouent par ailleurs un rôle important pour l'avifaune. L'intérêt y est floristique, entomologique (notamment odonates), mammalogique (dont chiroptères peu sensibles au risque de collision) et ornithologique (oiseaux à petit territoire, hormis des rapaces, par ailleurs sensibles au risque de collision : Circaète Jean-le-Blanc, Busard des roseaux, Busard Saint-Martin, Faucon hobereau, Aigle botté, Milan noir et Balbusard pêcheur) ;
- **la ZNIEFF de type 2 n° 110001282 « Vallée du Loing entre Moret et Saint-Pierre-Lès-Nemours »** : à plus de 18 km au nord-est du parc, cette ZNIEFF comprend un ensemble de prairies inondables, ripisylves, cours d'eau, plans d'eau issus de l'extraction de granulats alluvionnaires et coteau calcaire, qui confèrent à la vallée du Loing une grande richesse écologique. Les plans d'eau de carrières réaménagées qui jouxtent la rivière favorisent l'établissement d'une avifaune nicheuse et hivernante d'intérêt (dont la Bondrée apivore à grand territoire). De nombreux chiroptères ont été contactés sur la ZNIEFF, dont des espèces sensibles au risque de collision (Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle de Kuhl et Sérotine commune). Étant donné la distance avec le parc et les habitats séparant le parc de la ZNIEFF, ces individus sont peu susceptibles de fréquenter le parc.

39 autres sites présents dans un rayon de 20 km non détaillés ci-dessus et **sans lien fonctionnels avec le parc éolien** sont seulement mentionnés ici :

- **24 ZNIEFF type 1 en Ile-de-France :**
 - « **Carrière Souterraine de Mocpoix** » (n° 110030065). L'intérêt y est chiroptérologique (Barbastelle d'Europe, Grand Rhinolophe et murins, non sensibles au risque de collision) ;
 - « **Marais de Cercanceaux et plan d'eau de Varennes** » (n° 110030078). L'intérêt y est floristique et ornithologique (oiseaux à petits territoires) ;
 - « **Ile de Pont de Souppes et berges du Loing** » (n° 110030087). L'intérêt y est floristique et entomologique (odonates) ;
 - « **Les pâtures de Neronville** » (n° 110030090). L'intérêt y est floristique, entomologique et ichtyologique (Brochet) ;
 - « **Sablières et boisements de la vallée d'Ormesson** » (n° 110030092). L'intérêt y est floristique, entomologique et ornithologique (oiseaux à petits territoires) ;
 - « **Bois de Darvault et forêt de Nanteau** » (n° 110030089). L'intérêt y est floristique et chiroptérologique (murins, non sensibles au risque de collision) ;
 - « **Sablières et platières de Nemours** » (n° 110001253). L'intérêt y est floristique, ornithologique (Engoulevent d'Europe) et chiroptérologique (murins, non sensibles au risque de collision) ;
 - « **Vallée de l'Avocat** » (n° 110030063). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - « **L'Orme à Florent** » (n° 110620053). L'intérêt y est floristique et entomologique (lépidoptères) ;
 - « **Les carrières de l'Enfer** » (n° 110030069). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - « **Marais de la Madeleine** » (n° 110001294). L'intérêt y est exclusivement entomologique (orthoptères) ;
 - « **Marais de Gandelles** » (n° 110620002). L'intérêt y est exclusivement entomologique (orthoptères) ;
 - « **Coteau de Bellevue** » (n° 110620058). L'intérêt y est floristique et entomologique (lépidoptères) ;
 - « **Coteau du Bourdon** » (n° 110620014). L'intérêt y est floristique et entomologique (orthoptères) ;

- « **Roche du Paradis, Mont Sarrasin et Grand Bois** » (n° 110030077). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - « **Marais de Larchant** » (n° 110001249). L'intérêt y est floristique, entomologique (notamment odonates) et ornithologique (oiseaux des zones humides à petits territoires, sauf le Busard des roseaux non susceptible de fréquenter le parc à plus de 16 km au sud) ;
 - « **Bois de Fourche et vallées de Champlaid et de l'Église** » (n° 110030098). L'intérêt y est floristique et entomologique (lépidoptères) ;
 - « **Bois de La Fontaine Saint-Agnan, Bel-Air, La Garenne De Boucleaux et Vallée Poirette** » (n° 110620042). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - « **Platière de la vallée aux Noirs** » (n° 110620011). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - « **Bois Picard** » (n° 110020070). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - « **Pont de Roncevaux** » (n° 110001321). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - « **Marais de Souppes-Sur-Loing** » (n° 110001297). L'intérêt y est ornithologique (oiseaux des zones humides à petit territoire), entomologique (odonates) et ichtyologique (Brochet) ;
 - « **Marais de Buthiers** » (n° 110001317). L'intérêt y est floristique et entomologique (odonates) ;
 - « **Sablières de Bonnevault** » (n° 110001248). L'intérêt y est floristique, entomologique (principalement lépidoptères) et ornithologique (oiseaux à petit territoire) ;
- **14 ZNIEFF type 1 en région Centre-Val de Loire :**
 - « **Marais d'Orville** » (n° 240000039). L'intérêt y est floristique, ornithologique (oiseaux à petit territoire, hormis Busards Saint-Martin et des roseaux) et ichtyologique (Brochet) ;
 - « **Pelouses de Grangermont** » (n° 240003870). L'intérêt y est principalement floristique, mais les Busards Saint-Martin et des roseaux y sont notés ;
 - « **Pelouses calcicoles de Moque Bouteille** » (n° 240030567). L'intérêt y est principalement floristique, mais les Busards Saint-Martin et des roseaux y sont notés ;
 - « **Pelouses calcicoles du moulin à vent** » (n° 240030559). L'intérêt y est principalement floristique, mais les Busards Saint-Martin et des roseaux y sont notés ;
 - « **Pelouses calcicoles de la Vallée d'Enfer et de la Montagne des Justices** » (n° 240030590). L'intérêt y est principalement floristique, mais quelques insectes et les Busards Saint-Martin et des roseaux y sont notés ;
 - « **Pelouses et bois du chemin de Saint-Felix** » (n° 240000546). L'intérêt y est principalement floristique, mais les Busards Saint-Martin et des roseaux y sont notés ;
 - « **Pelouses de Villery** » (n° 240030814). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - « **Coteau du Betz au bois de Verdeau** » (n° 240003880). L'intérêt y est chiroptérologique (Barbastelle d'Europe, Grand Rhinolophe et murins, non sensibles au risque de collision) ;
 - « **Étang des Hautes Sœurs** » (n° 240000035). L'intérêt y est floristique, ichtyologique (Anguille) et ornithologique (oiseaux à petit territoire, hormis Busard des roseaux) ;
 - « **Pelouses du Larris** » (n° 240000024). L'intérêt y est principalement floristique, mais les Busards Saint-Martin et des roseaux y sont notés ;
 - « **Pelouse de Saint-Sulpice** » (n° 240003865). L'intérêt y est principalement floristique ;
 - « **Pelouses calcicoles du Vieux Clos** » (n° 240030592). L'intérêt y est principalement floristique, mais les Busards Saint-Martin et des roseaux y sont notés ;
 - « **Pelouse de la vallée de Filay** » (n° 240031589). L'intérêt y est floristique et entomologique ;
 - « **Pelouses et ourlets de la vallée Ponteau** » (n° 240031601). L'intérêt y est exclusivement floristique ;
 - **1 ZNIEFF de type 2 en région Centre-Val de Loire :**
 - « **Coteaux de l'Essonne et de la Rimarde** » (n° 240030654). L'intérêt y est principalement floristique et entomologique, mais le Busard Saint-Martin y est noté.

2.3. Situation vis-à-vis du Schéma Régional Éolien et des parcs autorisés

En région Centre-Val de Loire, le Schéma Régional Éolien (SRE) est paru en juin 2012 en annexe du Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE).

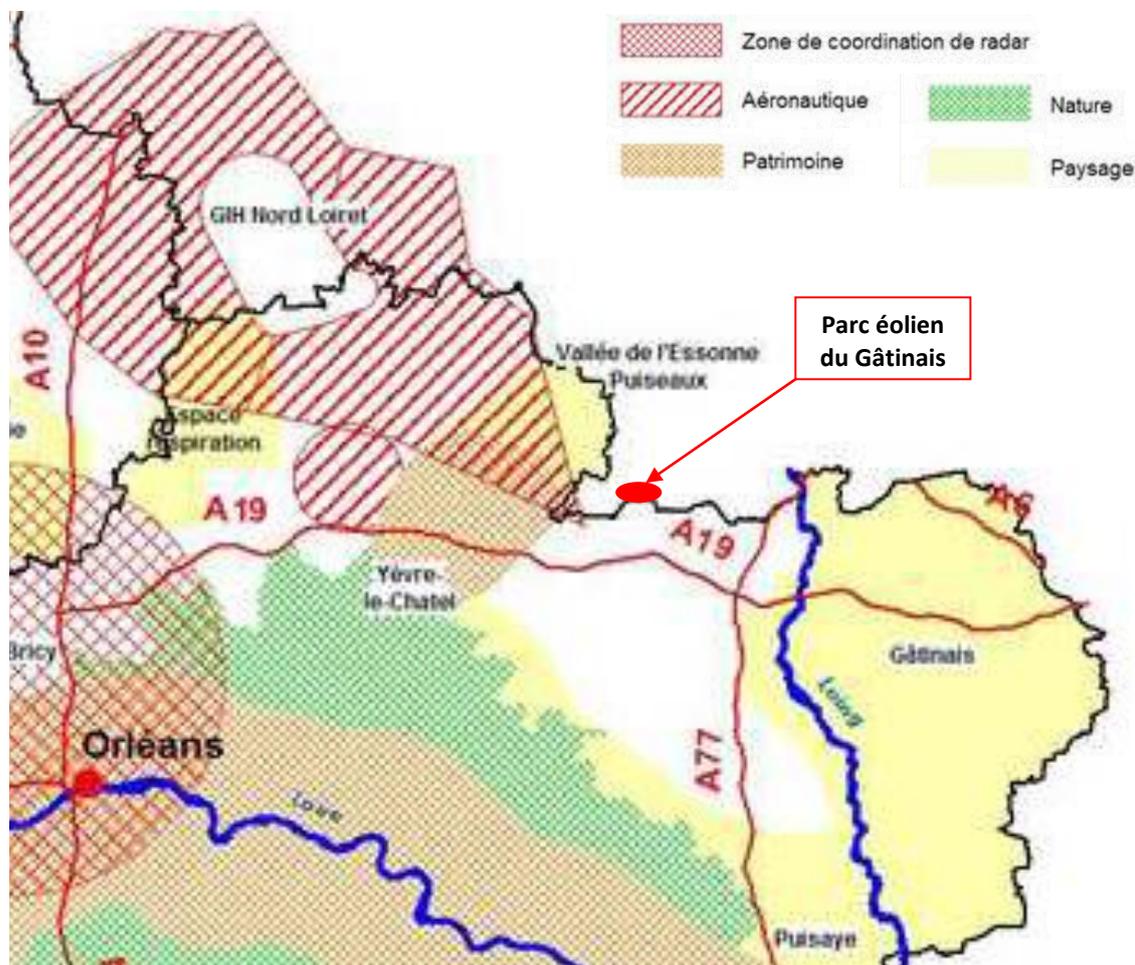


Figure 1 : Carte des contraintes pour la définition des zones favorables au développement de l'énergie éolienne (source : SRCAE du Centre, juin 2012)

Le Montargois - Gâtinais, et tout spécifiquement le secteur au nord de Montargis où est implanté le parc, est défini comme la zone ayant le plus fort potentiel de développement non encore exploité pour l'énergie éolienne, en raison de la présence de grands espaces ouverts (source : SRCAE du Centre). Le parc du Gâtinais appartient à la Zone de Développement Éolien (ZDE) interdépartementale de Sceaux-du-Gâtinais, unique ZDE du secteur. **Aucun autre parc éolien n'est présent dans un rayon de 20 km** (construits, en cours de construction ou autorisés et ayant un avis favorable de l'autorité environnementale). Un projet à 4,7 km au sud est actuellement en cours d'instruction (la ferme éolienne des Terres Chaudes).

En Ile-de-France, le préfet de la région a arrêté le 14 décembre 2012 le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) d'Ile-de-France. Le Schéma Régional Éolien (SRE) francilien, approuvé par le préfet de la région et le président du conseil régional le 28 septembre 2012, constitue un volet annexé au SRCAE.

Par un jugement en date du 13 novembre 2014, le tribunal administratif de Paris a annulé l'arrêté du préfet de la région Ile-de-France approuvant le Schéma Régional Éolien, à la demande de huit associations opposées au développement de l'énergie éolienne. Ce schéma aurait dû être soumis à une évaluation environnementale en application de l'article L. 122-4, I, du code de l'environnement, qui transpose l'article 3 de la directive du 27 juin

2001. Or, le préfet d'Ile-de-France n'avait pas fait procéder à une telle évaluation avant d'approuver le schéma. Le tribunal a jugé que "l'absence d'évaluation environnementale est susceptible d'avoir exercé une influence sur le contenu de ce schéma et, dès lors, sur son approbation par l'autorité préfectorale".

Quelques éléments de ce document sont tout de même présentés ci-dessous et notamment la carte des zones favorables au développement éolien (sous réserve des informations précédentes). En Ile-de-France, ces secteurs sont peu nombreux et le Gâtinais au sud du département en fait partie.

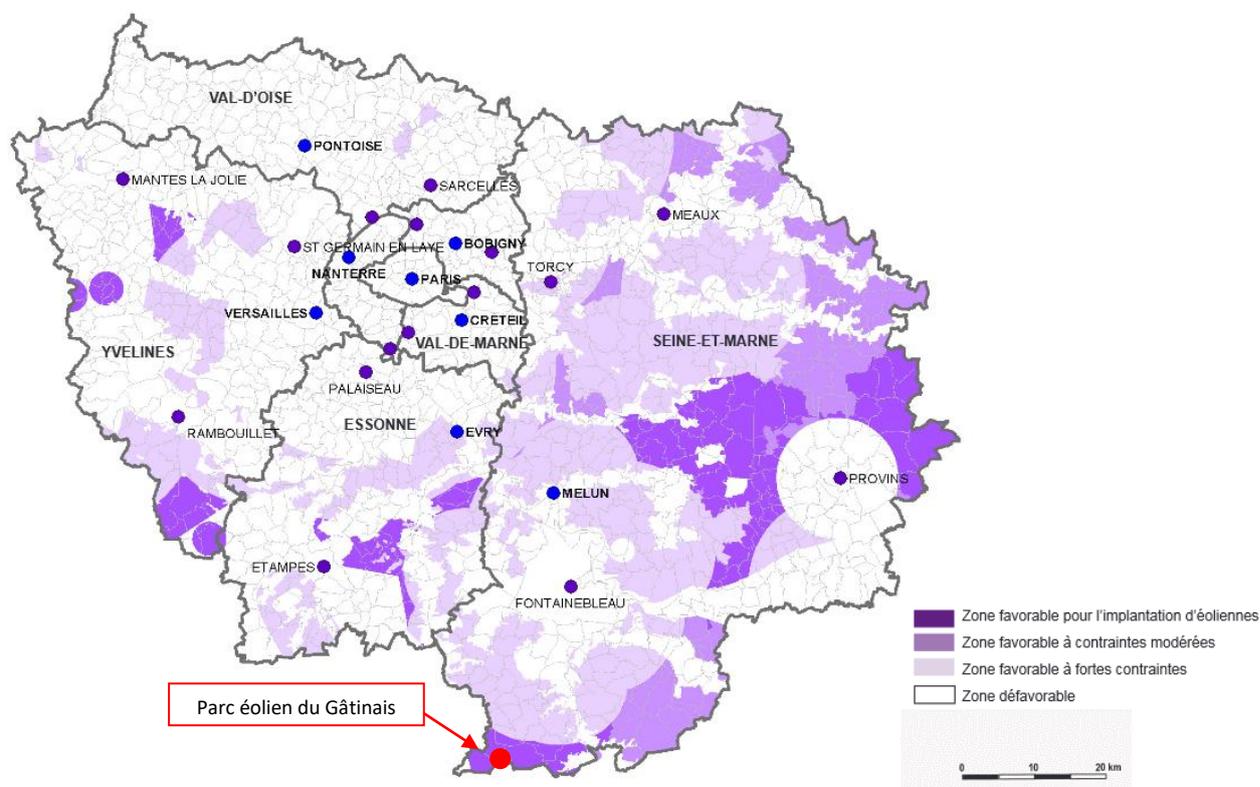


Figure 2 : Zones favorables au développement éolien (source : SRE, 2012)

Les parcs autorisés en Ile-de-France sont encore peu nombreux, et le parc éolien du Gâtinais est à ce jour le plus grand parc de la région (voir figure ci-dessous).

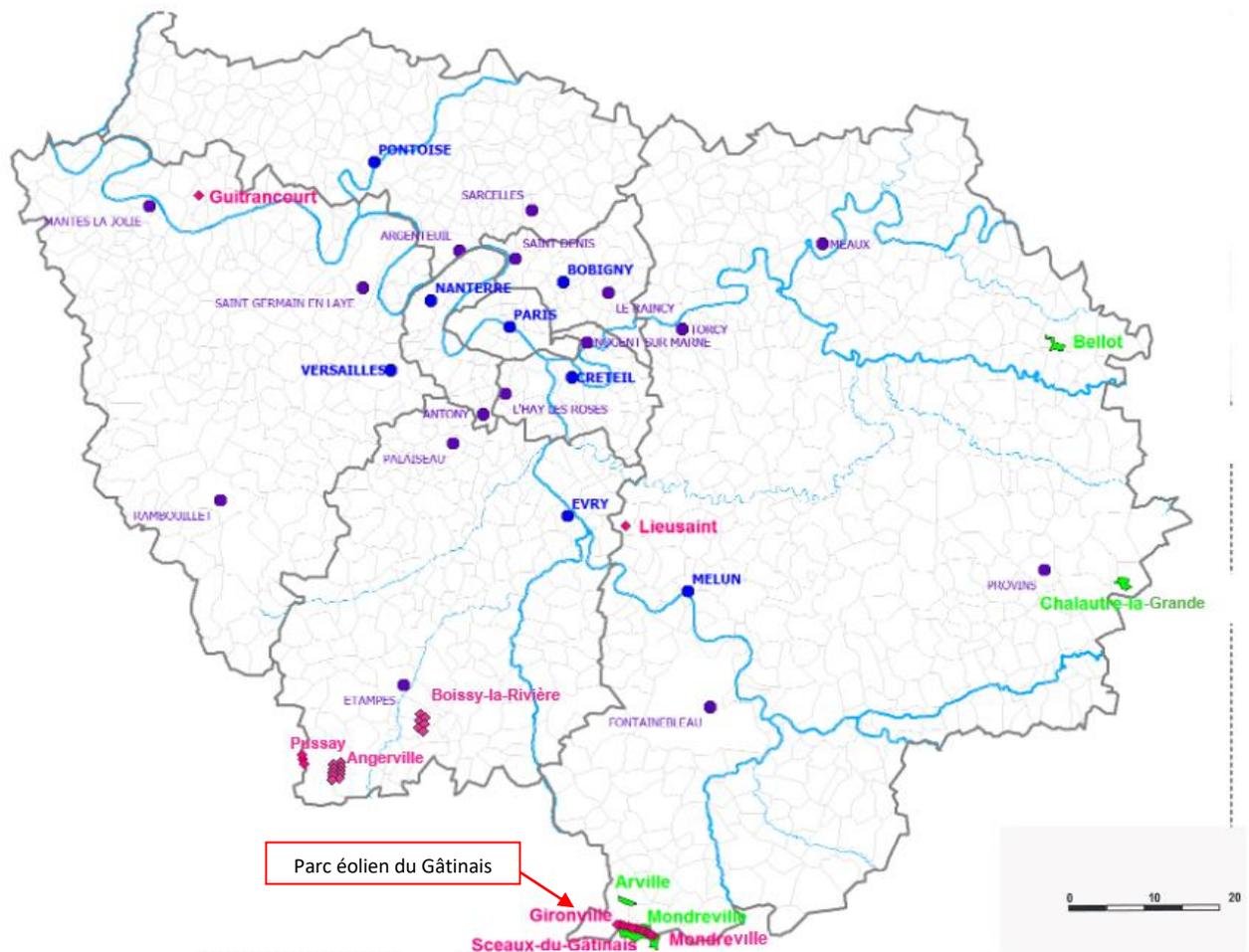
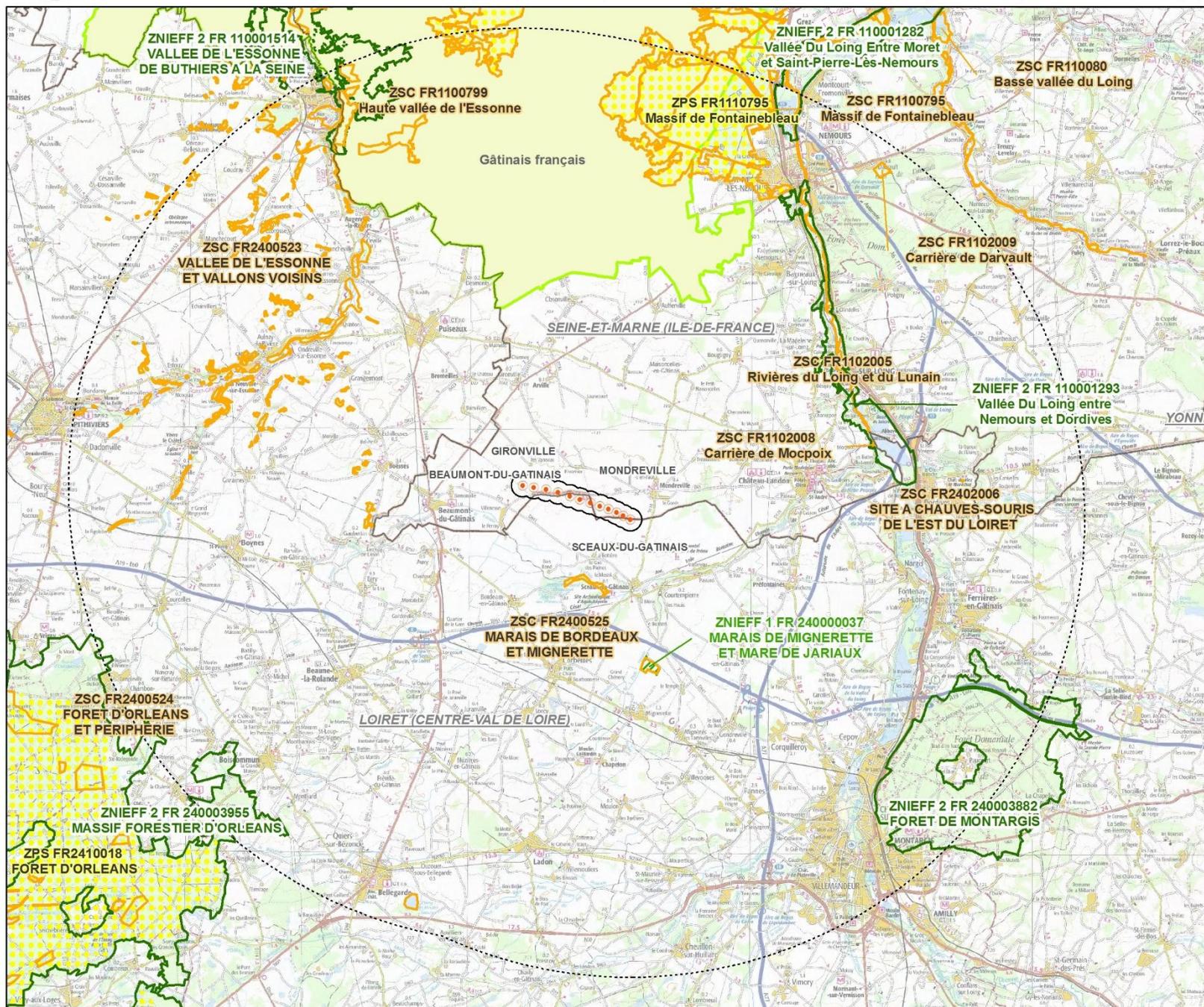


Figure 3 : Zones de développement de l'éolien (en vert) et éoliennes accordées construites et non construites (en rose)
 (source : DRIEE, mars 2012 in SRE, 2012)



Aire d'étude rapprochée (500 m)
Aire d'étude éloignée (20 km)
Limite départementale/régionale

Contexte éolien

- Eolienne du parc du Gâtinais
- Localisation des autres parcs construits, en cours d'instruction ou autorisés et ayant un avis de l'autorité environnementale (aucun autre parc recensé dans ce secteur)

Contexte écologique

- Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type 1 (ZNIIEFF)
- Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type 2 (ZNIIEFF)
- Zone de Protection Spéciale (ZPS - Directive Oiseaux)
- Zone Spéciale de Conservation (ZSC - Directive Habitats)
- Parc naturel régional

N

0 3 6 Km

Ecosphère, Akuo Energie, 2017

Sources : DRIEE IDF - DREAL Centre-Val de Loire, INPN
 Fond Scan 100 - IGN ©

2.4. Situation vis-à-vis de la Trame Verte et Bleue du SRCE

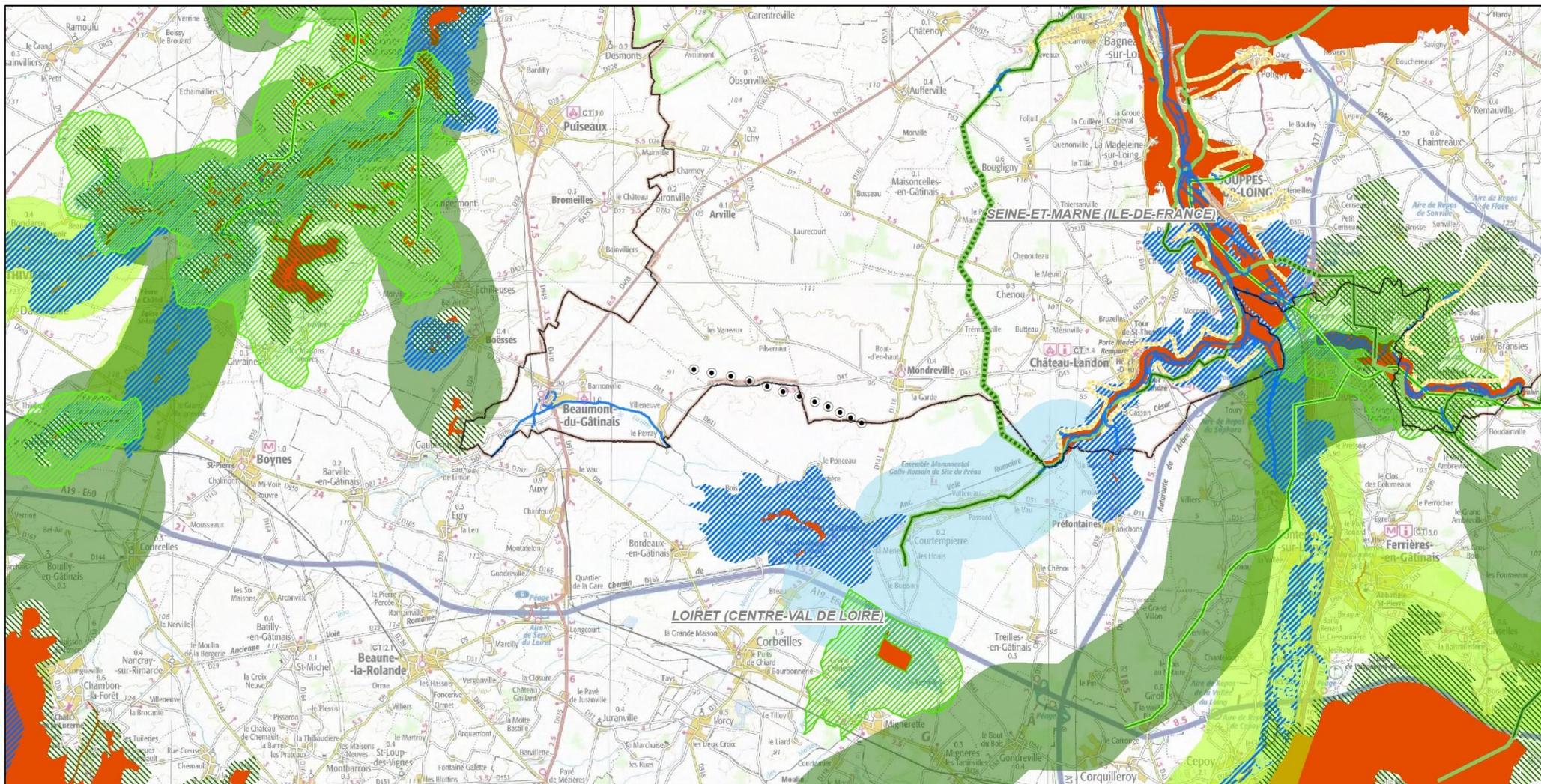
Voir la carte 3 « Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) ».

Le parc étant sur les régions d’Île-de-France et du Centre-Val de Loire, deux SRCE ont été utilisés.

Le parc éolien du Gâtinais n’est directement concerné par aucun corridor ou réservoir de biodiversité, et est globalement assez éloigné des grands éléments identifiés dans ces sous-trames.

On notera toutefois la présence de la **vallée du Loing**, réservoir de biodiversité et corridor pour l’ensemble des sous-trames à environ 10 km à l’est dans lequel se jette **le Fusain**, rivière présente juste au sud du parc. Celui-ci représente également un corridor écologique, notamment pour la sous-trame des milieux humides. A environ 18 km à l’ouest, se trouve la vallée de la Rimarde, un affluent de l’Essonne. Ces trois vallées sont favorables aux oiseaux et aux chauves-souris. En effet, la vallée du Fusain et les marais associés entre Bordeaux-en-Gâtinais et Sceaux-du-Gâtinais, riches en insectes volants (sous-trame bleue et réservoir de biodiversité), sont susceptibles d’attirer des espèces sensibles au risque de collision pour la chasse à proximité du parc.

Ainsi, même si le parc lui-même est implanté principalement au sein d’une plaine agricole, sa situation cernée par plusieurs vallées à moins de 20 km et plus largement entre le massif de Fontainebleau au nord-est et la forêt domaniale d’Orléans au sud-ouest, fait qu’il peut être régulièrement traversé par la faune volante en déplacement entre ces différents secteurs d’intérêt écologique.



<ul style="list-style-type: none"> ● Eolienne du parc du Gâtinais ▭ Limite départementale/régionale <p>Réservoir de biodiversité</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Réservoir de biodiversité 	<p>SRCE - Région Ile-de-France</p> <p>Corridors de la sous-trame boisée</p> <ul style="list-style-type: none"> — Corridors fonctionnels diffus au sein des réservoirs de biodiversité — Corridors fonctionnels entre les réservoirs de biodiversité — Corridors à fonctionnalité réduite entre les réservoirs de biodiversité <p>Sous-trame bleue</p> <ul style="list-style-type: none"> — Corridors de la sous-trame bleue 	<p>SRCE - Région Centre - Val de Loire</p> <p>Corridors de la sous-trame herbacée</p> <ul style="list-style-type: none"> — Corridors fonctionnels des prairies, friches et dépendances vertes — Corridors à fonctionnalité réduite des prairies, friches et dépendances vertes — Corridors des milieux calcaires à fonctionnalité réduite 	<p>SRCE - Région Centre - Val de Loire</p> <p>Corridors écologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sous-trame boisée ■ Sous-trame herbacée (prairie et pelouse calcaire) ■ Sous-trame bleue (milieux humides) <p>Corridors diffus</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Sous-trame boisée ▨ Sous-trame herbacée (prairie et pelouse calcaire) ▨ Sous-trame bleue (milieux humides) 	<p>0 2,5 5 Km</p>
---	--	--	--	-------------------

2.5. Synthèse des études écologiques réalisées dans le cadre de l'étude d'impact

L'étude d'impact écologique a été effectuée par Écosphère en décembre 2006. Seuls les inventaires sur l'avifaune et les chiroptères sont détaillés ci-dessous.

2.5.1. Avifaune

Des inventaires ornithologiques ont été effectués **entre avril et septembre 2006** afin d'obtenir des données sur la reproduction et les migrations d'automne et de printemps. Une recherche bibliographique intégrant notamment les données des Naturalistes de la vallée du Loing complète ces inventaires. Au total, 102 espèces ont été recensées dont 18 nicheuses sur le site d'étude et 41 autres aux abords. Les autres observations correspondent à des oiseaux estivants non nicheurs, strictement migrateurs ou hivernants.

18 espèces peu fréquentes en région Centre-Val-de-Loire et/ou en Île-de-France nichent sur le site d'étude ou aux abords. Parmi celles-ci, six sont nicheuses sur le site même : **Édicnème criard**, **Busard Saint-Martin**, **Vanneau huppé**, **Bergeronnette printanière**, **Bruant proyer**, **Caille des blés**. Les deux premiers sont cités à l'annexe I de la directive « Oiseaux ». Il en est de même pour le **Busard des roseaux** et le **Busard cendré**, qui se reproduisent à quelque distance du site. Les enjeux ornithologiques évalués lors de cette étude sont très forts à l'échelle du site d'étude.

Le site est localisé à l'extrême ouest du couloir de migration de la **Grue cendrée**. Une assez bonne diversité de rapaces semble traverser la zone d'étude lors des passages, en faible quantité néanmoins. Deux espèces citées à l'annexe I de la directive « Oiseaux », **l'Aigle botté** et le **Circaète Jean-le-blanc**, ont été vues en période de nidification à quelques kilomètres du site et pourraient se reproduire dans un futur proche. Par ailleurs, le site ne constitue apparemment **pas une zone importante pour l'hivernage des Vanneaux huppés et des Pluviers dorés**.

À ce jour, parmi ces espèces précitées, **8 ont un indice de vulnérabilité au moins égal à 2,5** (défini à partir du Protocole National de 2015, voir chapitre 3.3) :

- en nidification sur le parc : le **Vanneau huppé** et l'**Édicnème criard** (2,5 - niveau moyen), le **Busard Saint-Martin** (3 - niveau assez fort) ;
- en nidification aux abords immédiat : le **Busard cendré** et le **Busard des roseaux** (nidification probable) (3,5 - niveau fort) ;
- en nidification probable à quelques kilomètres du site : **l'Aigle botté** (4 - niveau très fort) et le **Circaète Jean-le-Blanc** (3,5 - niveau fort) ;
- en migration : la **Grue cendrée** (3,5 - niveau fort).

2.5.2. Chiroptères

Le site a fait l'objet d'un inventaire chiroptérologique réalisé sur **deux nuits en septembre 2006**. Deux espèces de chauves-souris ont été recensées sur le site, la **Noctule commune** et la **Pipistrelle commune**. Une troisième espèce, la **Pipistrelle de Kuhl**, a été contactée dans le proche village de Mondreville, où elle se reproduit probablement. L'analyse bibliographique fait état de la présence de dix autres espèces dans un rayon de 20 km : **Barbastelle**, **Grand Rhinolophe**, **Petit Rhinolophe**, **Grand Murin**, **Murin de Daubenton**, **Murin à moustaches**, **Murin de Bechstein**, **Murin à oreilles échanquées**, **Murin de Natterer** et **Oreillard**. Aucun corridor de déplacement des chiroptères ne semble exister sur le site.

La très faible diversité spécifique et les faibles densités, liées aux potentialités d'accueil des cultures intensives, permettent de conclure à un **enjeu chiroptérologique moyen** sur l'ensemble du site. L'intérêt est surtout lié à la rare **Pipistrelle de Kuhl**, qui peut chasser sur le site, et à la présence au moins ponctuelle de la **Noctule commune**,

très rare en région Centre-Val-de-Loire et assez rare en Île-de-France. Les chiroptères d'intérêt patrimonial signalés en hiver dans les carrières du secteur, et notamment le site Natura 2000 de Mocpoix, sont susceptibles de se déplacer le long de la vallée du Fusain à 3 km au sud-est du site. Les probabilités que ces mêmes chauves-souris viennent chasser sur la zone d'implantation sont a priori jugées faibles.

À ce jour, parmi ces espèces précitées, **trois ont un indice de vulnérabilité supérieur ou égal à 2,5** (à partir du Protocole National, 2015, voir chapitre 3.3) : **la Pipistrelle de Kuhl** (2,5 - niveau moyen), **la Pipistrelle commune** et **la Noctule commune** (3,5 - niveau fort).

2.5.3. Synthèse des enjeux, des impacts et mesures

Le site étudié ne s'inscrit pas au cœur d'un couloir de migration majeur, le risque de collision est donc limité. Le secteur d'étude ne constitue pas un site majeur pour l'hivernage du Vanneau huppé et du Pluvier doré (annexe I directive « Oiseaux »). Néanmoins, on ne peut exclure une mortalité par collision qui devrait rester faible, vu les effectifs observés dans le secteur en 2006.

Parmi les 18 espèces nicheuses peu fréquentes recensées, six doivent être plus particulièrement considérées, de par leur état de conservation et/ou de par leur sensibilité accrue au risque de collision ou de perte d'habitat. Il s'agit :

- des Busards Saint-Martin, cendré et des roseaux, tous trois potentiellement sensibles au risque de collision. Le risque de perte d'habitat semble réduit pour ces oiseaux à grand territoire. Notons cependant que le Busard des roseaux (nicheur probable en 2006 aux abords du site) est tout particulièrement à prendre en considération du fait de sa rareté dans les régions concernées ainsi que dans le Gâtinais ;
- de l'Édicnème criard qui du fait de son classement à l'annexe I de la directive "Oiseaux" mérite une attention particulière ; même si le risque de collision et de perte d'habitat est probablement modéré pour cette espèce ;
- du Courlis cendré, nicheur occasionnel en Ile-de-France et qui semble sensible au risque de perte d'habitat. Dans le secteur concerné, la conservation de l'espèce est toutefois liée à la restauration du « Marais de Sceaux et Mignerette » (SIC FR 2400525) ;
- du Vanneau huppé, qui trouve dans les cultures des habitats de substitution aux pâtures en voie de raréfaction. Le Vanneau semble sensible au risque de perte de territoire et le parc peut entraîner sa désertion du site d'étude.

Concernant les chiroptères, le risque de perte de territoire de chasse est quasi nul, pour les espèces recensées sur le site d'étude (Pipistrelles de Kuhl et commune, Noctule commune), celles-ci privilégiant les villages et hameaux aux abords du site. Il existe toutefois un risque de collision pour ces 3 espèces lors des déplacements locaux ou lors de la migration, pour la Noctule commune. Pour le Grand Murin, dont une colonie de parturition est connue à 15 km du site, le risque de collision ne peut être totalement écarté, son rayon de chasse atteignant assez régulièrement les 20 km.

Les principales mesures de réduction d'impact sont :

- de maintenir, pour limiter les risque de collision, une distance inter-éolienne de 300 m minimum, ce qui est le cas dans le schéma d'implantation actuel ;
- de veiller à maintenir des distance proches des 450 m entre les éoliennes n° 5, 6 et 7, afin de faciliter la traverser par les oiseaux migrateurs de la ligne d'éoliennes orientées perpendiculairement à l'axe de migration (configuration la plus défavorable) ;
- de choisir une période de chantier adaptée en fonction de la fréquentation des oiseaux et des risques de dérangement (éviter la période avril-juillet) ;
- d'éviter la végétalisation éventuelle des plates-formes afin de ne pas constituer des zones de nourrissage, attractives pour les rapaces et les chauves-souris qui seraient alors soumis à un risque de collision : on veillera tout particulièrement à ce que la parcelle accueillant l'éolienne n° 7, actuellement en jachère, soit mise en culture.

Malgré les mesures préconisées ci-dessus, les risques de perturbation des territoires de nidification et d'alimentation d'espèces nicheuses d'intérêt communautaire ne sont pas totalement exclus. Nous préconisons pour les busards, le financement de la surveillance des couples nicheurs sur le site et ses abords immédiats, en vue de limiter les risques de destruction des nichées lors des récoltes et de mettre en place un suivi ornithologique les premières années de fonctionnement des installations.

Étant donné la multiplication des parcs éoliens et les risques d'effets cumulatifs, il est souhaitable de privilégier une approche globale à l'échelle d'une microrégion. C'est pourquoi nous recommandons la réalisation d'un suivi intégré de l'ensemble des parcs éoliens projetés dans le Gâtinais, de manière à obtenir des données suffisantes et scientifiquement exploitables⁶. Nous recommandons que ces différents suivis soient réalisés par un organisme ou une association locale dans le cadre d'une convention, afin d'assurer la pérennité du dispositif sur une période d'au moins 5 ans après la mise en service des éoliennes.

⁶ Un programme de suivi à long terme éolien-biodiversité pour l'ensemble de la région Centre-Val-de-Loire est coordonné par Jean-Louis PRATZ / Ad'Missions / CDC Biodiversité depuis 2006 (http://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/jlpnantes_programme_suivi_eolien_centre.pdf), mais les secteurs d'étude n'incluent pas le territoire du Gâtinais.

3. METHODES DE SUIVI ET D'ÉVALUATION

3.1. Suivi de mortalité

3.1.1. Protocole de terrain

3.1.1.1. Rayon de détection

La mortalité générée par les éoliennes implique des collisions avec les pales (avec contusion, fractures...) ou, dans le cas des chauves-souris, un possible effet barotraumatique générant des hémorragies internes (Baerwald *et al.* 2008). Les victimes sont alors projetées au sol selon des distances d'éloignement aux mâts qui sont variables. Selon certains suivis, des cadavres ont été retrouvés jusqu'à 100 mètres des mâts. Néanmoins, ces distances ne concernent qu'une très faible proportion d'individus.



Photo 1 : Roitelet triple-bandeau
(M. Acqueberge - Écosphère)



Photo 2 : Bras et avant-bras cassés constatés sur
une Noctule de Leisler (M. Acqueberge - Écosphère)

Conformément aux recommandations formulées par Eurobats (Rodrigues *et al.* 2014), la prospection du terrain a été effectuée dans un rayon de 50 mètres autour des mâts des machines. Il s'agit d'une surface utilisée de manière standard dans le cadre des suivis de la mortalité et qui permet par conséquent des comparaisons entre les résultats.

3.1.1.2. Éoliennes suivies

Pour que l'échantillonnage soit représentatif de toutes les situations et que les éoliennes les plus risquées puissent être étudiées, **environ une machine sur deux est suivie** (définie en fonction de leur position et de leur niveau de risque évalué lors du premier passage sur le terrain). Ainsi, six éoliennes ont été suivies sur les 12. Il s'agit des éoliennes **E1, E3, E5, E6, E8 et E11**.

La carte 1 (chapitre 2.1) met en évidence les éoliennes suivies dans le cadre du suivi de mortalité.

3.1.1.3. Méthode de travail

L'observateur a réalisé des cercles concentriques autour des mâts à raison d'un pas de 5 mètres de rayon chacun. Le long du transect (un des cercles concentriques), cet observateur a recherché la présence de cadavres sur une largeur totale de 5 m, soit 2,5 m de part et d'autre de sa ligne de déplacement (surface de détection grisée ci-contre). De la sorte, il réalise 10 cercles concentriques pour s'éloigner au maximum de 50 mètres des mâts. Ces itinéraires concentriques sont réalisés d'un pas lent et régulier à l'aide d'un SIG embarqué sur smartphone.

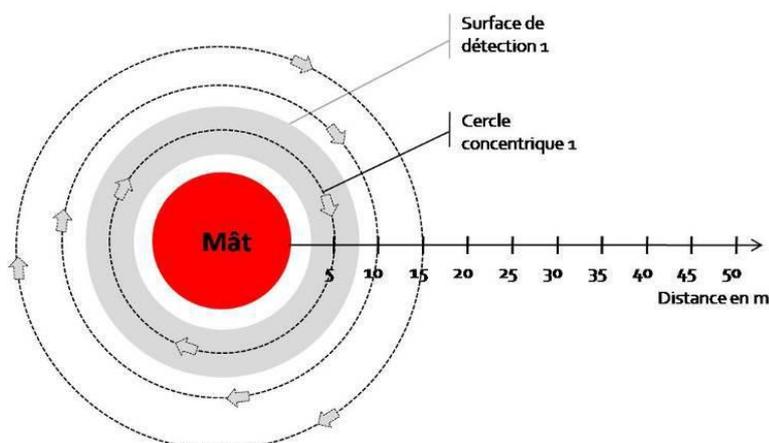


Figure 4 : Schéma des suivis concentriques autour d'un mât (Écosphère)



Photo 3 : Utilisation de SIG embarqué (F. Coulon - Écosphère)

Après avoir identifié (sinon, mesuré et photographié) les éventuels cadavres découverts, l'observateur a veillé à noter leur position (coordonnées GPS, direction et distance par rapport au mât) et leur état (degré de dégradation, type de blessure apparente...). Le degré de dégradation du cadavre permet d'ajuster la date estimée de la collision. Des mesures complémentaires ont été relevées lorsque cela était possible (âge, sexe, état sexuel, temps estimé de la mort...). Un contrôle des emplacements des cadavres a été assuré à chaque passage suivant afin de préciser le taux de persistance local (précisions au chapitre 3.1.4).

Photo 4 : Piquet permettant le suivi de la persistance des cadavres (M. Acqueberge - Écosphère)



L'observateur renseigne les **conditions météorologiques** (vent, nébulosité...) qui ont eu cours à chaque passage.

La végétation évoluant au cours de l'année dans le secteur prospectée, **une estimation de la visibilité** a été effectuée et associée à une estimation de la surface concernée. Généralement, la plateforme correspond à une visibilité très bonne, un labour moyen ou une végétation rase à une visibilité bonne, un labour grossier ou une végétation assez couvrante à une visibilité moyenne, une végétation dense avec quelques zones visibles au sol à une visibilité faible, et enfin celle-ci peut-être nulle, lorsque la végétation est trop dense et trop haute pour apercevoir le sol.



Photo 5 : Visibilité très bonne sur les plateformes (M. Acqueberge - Écosphère)



Photo 6 : Visibilité moyenne : labour très grossier susceptible de cacher les cadavres (M. Acqueberge - Écosphère)



Photo 7 : Visibilité faible à nulle dans le blé et dans l'avoine à partir d'une certaine densité et hauteur (M. Acqueberge - Écosphère)



Photo 8 : Visibilité faible dans le colza, où la prospection est seulement possible dans les sillons (M. Acqueberge - Écosphère)

3.1.2. Calendrier de suivi

Le suivi de la mortalité a été réalisé d'avril à fin octobre. La période hivernale n'a pas fait l'objet de suivis de mortalité en raison des activités quasi-nulles des chiroptères et des stationnements locaux limités en oiseaux de plaine (voir chapitre 2.5). **Cette période permet donc de couvrir l'essentiel des périodes à risque.**

L'effort de recherche a été variable selon les périodes de l'année :

- **1^{re} période** liée aux mouvements prénuptiaux notamment des noctules et de la Pipistrelle de Nathusius, à la migration prénuptiale, à la nidification des oiseaux et la parturition des chauves-souris : **du 1^{er} avril au 30 juin 2016, avec 1 passage par mois, soit un total de 3 passages ;**
- **2^{ème} période** liée à la dispersion des juvéniles et aux mouvements postnuptiaux précoces (martinets...) : **du 1^{er} au 31 juillet 2016, avec 1 passage toutes les deux semaines, soit un total de 2 passages.** Quelques

espèces tardives achèvent leur reproduction en juillet. Courant juillet, les premiers vols des juvéniles d'oiseaux et de chauves-souris constituent une période à risque, ces animaux étant inexpérimentés. C'est également l'époque des moissons, pendant laquelle un pic de mortalité a été relevé ;

- **3^{ème} période** liée à la migration postnuptiale : **du 1^{er} août au 15 octobre 2016**. En août, on note de forts passages de chauves-souris migratrices (notamment les noctules) et de divers passereaux. C'est souvent à cette période que les cas de mortalité sont les plus nombreux. De nouveaux pics de passage sont enregistrés en septembre, avec les mouvements de Pipistrelle de Nathusius, aussi sensibles au risque de collision. Différentes vagues de migration se poursuivent pour les oiseaux au cours de l'automne, avec des pics de passage d'autres espèces sensibles en octobre (Milan royal, Alouette des champs...), alors que l'activité des chiroptères diminue fortement avec les premiers coups de froids. Une pression de recherche suffisamment élevée est nécessaire pour estimer au mieux les taux de mortalité, ainsi **1 passage toutes les semaines, soit un total de 11 passages sur cette période**.

Au total, **16 passages** ont par conséquent été réalisés pour ce suivi de 2016.

Le détail des dates de suivi est présenté en annexe 1.

3.1.3. Limites et biais liés au suivi de mortalité

3.1.3.1. Limites de détection des cadavres

Quatre limites de détection des cadavres induisent un biais pour l'évaluation de l'impact réel d'une éolienne :

- **la surface prospectée** ne correspond pas toujours à la surface totale, où les cadavres sont présents. En effet, les cultures denses (colza, maïs) ne permettent pas toujours le cheminement d'un observateur ;
- **l'occupation du sol**. En effet, outre les cultures ne permettant pas l'accès au sol, certaines cachent de manière plus ou moins importante ce dernier. Seuls les plus gros cadavres peuvent être découverts, et cela jusqu'à une certaine limite (céréales, betteraves). Ce paramètre est très fluctuant dans le temps, avec un printemps à visibilité généralement réduite et un automne avec une visibilité plus importante ;
- **la performance de l'observateur** pour la découverte des cadavres peut varier selon les personnes ;
- **la disparition des cadavres** est plus ou moins rapide selon l'abondance des charognards, les habitats proches, le type de cadavres et la date de la mise en service des éoliennes (habituations des charognards). Les disparitions pouvant avoir lieu dans la nuit même ou sur un nombre de jours plus ou moins long (persistance des cadavres). Cette persistance semble également variable selon le type et la taille des cadavres.

3.1.3.2. Biais liés à l'identification des cadavres

Malgré l'état de décomposition ou de fragmentation de certains cadavres, l'ensemble des individus ou plumes trouvés est autant que possible identifié à l'espèce. Différents ouvrages sont utilisés pour l'identification en fonction de l'état dans lequel est le cadavre au moment de la découverte.

❖ *Oiseaux*

Guides et ouvrages consultés :

- ✓ Svensson L., Grant P., Mullarney K. & Zetterström D, 2010. Le guide ornitho. Delachaux & Niestlé, Paris, 2e édition, 447 p ;

- ✓ Demongin L, 2015. Guide d'identification des oiseaux en main. Les 250 espèces les plus baguées en France. Beauregard-Vendon. 310 p ;

Dans certains cas, le cadavre a été dévoré et seules les plumes restent. Elles possèdent pour la plupart des caractéristiques particulières permettant de spécifier l'individu. Les références suivantes peuvent aider à l'identification :

- ✓ Fraigneau C. 2014. Reconnaître facilement les plumes, Delachaux & Niestlé. 191 p ;
- ✓ Brown R., Ferguson J., Lawrence M. & Lees D., 1989. Reconnaître les plumes, les traces et indices des oiseaux, Bordas, 232 p ;
- ✓ Site internet : www.alulawebiste.com.

❖ Chiroptères

Guides et clés d'identification consultés :

- ✓ Menu H. et Popelard J-B. 1987. Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des Vespertilionines de l'ouest européen. Le Rhinolophe, bulletin de la coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris. N°4. Museum d'Histoire Naturelle de Genève. 89 p ;
- ✓ Dodelin B. 2002. Identification des chiroptères de France à partir de restes osseux. Fédération Française de Spéléologie. 48 p ;
- ✓ Dietz & von Helversen. 2004. Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe. 56 p ;
- ✓ Arthur L. & Lemaire M. 2015. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope. 544 p ;
- ✓ Marchesi, Blant et Capt. 2011. Clé morphologique et clé des crânes présentes dans le guide : Mammifères de Suisse : clés de détermination. Fauna Helvetica 21, CSCF & SSBF, Neuchâtel. 294 p.

La clé d'identification de Dietz & von Helversen et la clé morphologique de Fauna Helvetica sont principalement utilisables pour des individus en bon (voire très bon) état. Des mesures biométriques (longueur de l'avant-bras, des 3^{ème} et 5^{ème} doigts ou forme de certaines cellules du patagium de l'aile) permettent parfois d'identifier les Pipistrelles de Nathusius et de Kuhl, et ponctuellement les Pipistrelles commune ou pygmée.

La clé des crânes de Fauna Helvetica, ainsi que les publications de Menu et Dodelin, permettent une identification à l'espèce à partir du crâne et tout particulièrement de la dentition. En effet, certaines espèces, même en bon état de conservation, sont difficilement identifiables avec certitude sans la dentition en raison d'un haut degré de variabilité intraspécifique ; comme c'est tout particulièrement le cas chez les Pipistrelles (Dietz & von Helversen, 2004). Toutes les chauves-souris découvertes n'ont pas pu être identifiées à l'espèce (notamment lorsqu'il manquait le crâne). Les Pipistrelles commune et pygmée sont le plus souvent impossibles à distinguer, même avec l'observation des dents, la plupart des critères (dentaires et morphologiques) ayant été décrits avant la séparation des deux espèces (Jones & Van Parijs, 1993). Sur le site étudié, la Pipistrelle pygmée reste très rare, la plupart des cadavres de ce groupe d'espèce est ainsi très probablement de la Pipistrelle commune.

Les identifications de chiroptères ont été confirmées par deux spécialistes : Laurent Arthur (Museum de Bourges) et Jean-Jacques Chaut.



Photo 9 : Cadavre de pipistrelle identifiée grâce aux dents
(M. Acqueberge - Écosphère)



Photo 10 : Mesure de l'avant-bras d'une chauve-souris
(M. Acqueberge - Écosphère)

3.1.4. Estimation de la mortalité réelle à partir des données brutes

Des écarts importants peuvent exister entre la mortalité brute découverte lors du suivi et la mortalité réelle, aussi des modèles correctifs sont utilisés pour tenir compte des différents biais.

Le paramètre clé pour estimer la mortalité des chauves-souris et des oiseaux à partir de la recherche de cadavres est la **probabilité de détection (b)**. C'est-à-dire la probabilité qu'un animal tué soit retrouvé qui est fonction :

- **de la surface réellement contrôlée (a)**. La surface prospectée ne contient pas, en général, la totalité des cadavres tués par l'éolienne et parfois seule une portion de la surface est accessible (limite de la surface de prospection en culture dense, en zones boisées, etc.) ;
- **du taux de persistance des carcasses (p)**. En effet, la disparition des cadavres est plus ou moins rapide selon l'abondance des charognards, les disparitions pouvant avoir lieu dans la nuit même ou sur un nombre de jours plus ou moins long ;
- **de l'efficacité du chercheur (d, ou Pk dans certaines publications)**. La performance de l'observateur pour la découverte des cadavres peut varier selon les personnes (formation et expérience) mais aussi selon la saison (hauteur de la végétation, présence des feuilles mortes, etc.).

Les estimations de cette probabilité de détection peuvent se faire selon plusieurs modèles d'extrapolation statistiques, chacun ayant des avantages et des inconvénients.

La manière apparemment la plus simple consiste, pour une aire prospectée totalement, à estimer cette probabilité de détection comme étant le produit de l'efficacité des enquêteurs et de la probabilité de disparition des cadavres ($b = p \cdot d$). C'était l'approche utilisée par la première méthode développée au début des années 90, mais elle ne tenait pas compte de la fréquence des passages (tendance à la surestimation de la mortalité ; Korner-Nievergelt et *al.*, 2011).

Une deuxième méthode, dite d'Erickson, a mieux pris en compte à partir de 2000 la fréquence des passages ainsi que la persistance des cadavres, mais elle sous-estimait légèrement la mortalité (sauf pour des temps de persistance longs ; Korner-Nievergelt et *al.*, 2011) comparativement aux différentes méthodes les plus modernes présentées ci-dessous (Jones, Huso et Korner).

En fait, **l'utilisation d'une relation exponentielle (Jones, Huso) ou d'une relation statistique complexe (Korner) rendent l'analyse plus fine** avec en particulier un poids plus important donné à la probabilité de disparition des cadavres. La formule de Korner-Nievergelt et *al.*, (2011) est en moyenne la méthode la plus fiable lorsque l'efficacité du chercheur et le taux d'enlèvement des cadavres par les prédateurs sont constants. Lorsque ces paramètres varient, les biais sont proches entre les différentes méthodes. Il n'existe à ce jour pas de modèle universel (Bernardino et *al.*, 2013). Par contre, **quelque-soit la méthode utilisée, les estimations sont sous-**

estimées pour des durées de persistances courtes et des intervalles de recherches supérieur à 7 jours (Korner-Nievergelt et al., 2011).

Les paragraphes suivants justifient les modes de calculs et les paramètres utilisés.

3.1.4.1. Paramètres et biais pris en compte

❖ Ajustement de la surface réellement contrôlée (a)

L'une des principales difficultés consiste à corriger les données en fonction de la surface réellement prospectée par rapport à la surface théorique du protocole. Ces différences sont liées en général à la topographie et/ou à la densité de la végétation. **Le coefficient de correction surfacique renseigne alors sur le pourcentage de cadavres non relevés par l'observateur.** Deux facteurs rendent difficiles l'appréciation :

- plus la surface réellement prospectée est petite, plus la marge d'erreur est grande ;
- la répartition spatiale des carcasses influe sur les calculs : de manière courante, plus l'on s'éloigne du mât, plus la densité en cadavres diminue (Strickland).

En général, on ajuste les estimations de mortalité totale par une simple relation de proportionnalité surfacique selon la formule suivante :

$$a = 1 + \left(1 - \frac{\text{Surface réellement prospectée}}{\text{Surface à prospectée (théorique)}}\right)$$

Cette valeur de a est comprise entre 1 (prospection complète) et 2 (surface réellement prospectée nulle).

Cette formule repose sur le fait que la distribution des cadavres est homogène dans l'espace et ne tient pas donc pas compte de la distribution réelle des cadavres sur le terrain. Huso et al. (2010) ont estimé que cela conduit probablement à une surestimation de la mortalité (Huso et al. 2010).

Une autre formule développée par Arnett et al. (2005) tient compte de la proportion des surfaces inspectées par rayon et de la répartition spatiale des cadavres. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$A = \frac{\sum_{k=1}^7 \frac{C_k}{P_k \cdot S_k}}{\sum_{k=1}^7 \frac{C_k}{P_k}}$$

Avec :

Sk : la proportion du cercle concentrique k prospecté

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

Pk : la probabilité de détection, ou efficacité de l'observateur (ici notée d)

La valeur minimale de A est 1 (prospection complète et homogène) et son maximum est défini par la partie supérieure de la formule (la somme de Ck / (Pk * Sk)).

Ainsi, ce coefficient de correction (A ou a) est toujours une valeur supérieure à 1 et est appliqué en dénominateur conformément aux formules développées par Jones (2009) et Huso (2010). Bien que cette valeur soit positive, elle est intégrée aux autres coefficients correcteurs, ce qui donne une valeur globale comprise entre 0 et 1 en dénominateur (voir les formules globales au chapitre 3.1.4.2) et permet ainsi logiquement de corriger à la hausse le nombre de cadavres estimés (on ne peut pas avoir moins de cadavres estimés que découverts).

Afin d'obtenir une fourchette, et sachant que la distribution des cadavres est globalement répartie de manière homogène, cette étude utilisera les deux formules :

- **Simple proportionnalité pour le seuil haut des estimations,**
- **Formule d'Arnett pour le seuil bas des estimations.**

❖ Taux de persistance journalière des cadavres (p)

Comme vu précédemment, le taux de persistance des cadavres est une donnée fondamentale. La durée de persistance des carcasses en jours dépend à la fois de la pression de prédation locale et de la capacité de dégradation in situ des animaux morts. Une partie des chauves-souris et des oiseaux tués par les éoliennes disparaît avant qu'elle ne puisse être découverte dans le cadre des prospections. En effet, des charognards (mammifères, oiseaux, insectes) peuvent dévorer, enterrer ou déplacer les carcasses.

Le taux d'enlèvement équivaut à la proportion de dépouilles qui demeurent durant l'intervalle compris entre deux recherches (Cornut et Vincent, 2010). Des tests de disparition de cadavres peuvent ainsi être effectués sur le terrain et d'après les recommandations d'Eurobats (Rodrigues et al., 2014), il faudrait procéder à des tests au moins 4 fois par an pour tenir compte des variations de hauteur de végétation dans la zone contrôlée. Idéalement, chaque test dure 10 jours consécutifs⁷. **Dans le cadre de cette étude et en raison de l'enjeu limité sur le site, d'un nombre de passages non négligeable ($n = 16$), les tests en tant que tels n'ont pas été effectués, mais des contrôles de présence au passage suivant ont été faits pour les cadavres déjà découverts, ce qui a permis d'évaluer la persistance moyenne sur le parc et par saison.**

En 2011, Niermann *et al.* ont réalisé ces tests avec des souris de laboratoires de couleur foncée qu'ils ont disposées au sol avec des gants pour éliminer toute odeur humaine pouvant s'avérer répulsive pour les renards ou les sangliers. [...] Ils ont ainsi estimé un taux d'enlèvement de 0,79, c'est-à-dire qu'après 24 h, 7,9 cadavres sur 10 ont été retrouvés en moyenne au pied des éoliennes.

Par ailleurs, il faut rappeler que, dans ce type d'étude, **la date réelle de la mort des individus n'est pas connue**, ce qui a pour objet de minimiser la valeur. Une chauve-souris tuée au cours de la nuit N, découverte au jour J et non retrouvée à N+3,5 jours, peut avoir disparu à la nuit N+1, N+2 ou N+3. C'est pourquoi, sur la base de l'état de fraîcheur des cadavres trouvés sur le parc, cette date a pu être avancée de quelques jours maximum.

Il existe **une grande variabilité de persistance des carcasses** dans le temps et dans l'espace. En effet, celui-ci change selon les sites en raison des différences de comportement ou de densité des charognards, de la température et de l'humidité. À titre indicatif, en Allemagne, Niermann et al. (2011) ont annoncé que le taux de persistance variait de 1,3 à 24,5 jours pour une valeur moyenne de 4,2 jours. Sur deux parcs éoliens forestiers de France, celui-ci variait en moyenne de 1,3 à 2,5 jours (Cornut et Vincent, 2010) et de 2,59 à 2,70 (Beucher et al., 2013). En fonction des périodes, ce taux peut atteindre une valeur nulle ou très petite c'est-à-dire que les cadavres disparaissent très rapidement. Santos et al. (2011) démontrent que **les temps de persistance sont très faibles en Europe notamment pour les chiroptères et les petits oiseaux**, avec une probabilité de disparition très élevée dans les 2 premiers jours par rapport à d'autres groupes d'animaux.

❖ Efficacité de l'observateur (d , ou P_k)

Toutes les méthodes utilisent le facteur d , c'est-à-dire le taux de détection (ou d'efficacité) par l'enquêteur. L'efficacité de recherche décrit la proportion de cadavres retrouvés après la prospection. Elle varie en fonction de la personne (Niermann et al., 2011) et surtout du couvert végétal (Rodrigues et al., 2014).

Pour évaluer le taux d'efficacité, il convient habituellement de réaliser des tests de détectabilité. Ils sont effectués en fonction de classes de végétation définies par la combinaison de la hauteur de végétation, de la visibilité du site et de la topographie (Rodrigues et al., 2014). Le principe est de dissimuler des cadavres et de compter le nombre de leurres retrouvés par l'enquêteur testé qui effectue sa prospection comme lors d'une recherche normale.

Sur le parc étudié, les recherches de cadavres s'effectuent dans un rayon de 50 m autour du mât, quelle que soit l'occupation du sol. Lors de chaque passage, la proportion de chaque type de culture a été notée et associée à un

⁷ Dans l'idéal, des cadavres de chauves-souris ou de petits passereaux préalablement décongelés devraient être utilisés. Pour des raisons juridiques (dérogation, espèces protégées), de commodité et d'approvisionnement, ils sont couramment remplacés par des poussins d'un jour ou des rongeurs de couleur sombre.

niveau de visibilité (voir le chapitre 3.1.1.3). Considérant que l'efficacité de l'enquêteur ne variait pas dans le temps mais uniquement selon la visibilité au sol, 4 classes de couvertures végétales ont été testées : visibilité faible, moyenne, bonne et très bonne. Il en ressort **un taux d'efficacité (ou de détection) de 0,95 par visibilité dite « très bonne », 0,83 par visibilité dite « bonne », de 0,76 par visibilité dite « moyenne » et de 0,25 par visibilité dite « faible »**. Lorsque la visibilité est nulle (parcelle impraticable par exemple, le taux appliqué est de 0).

Pour chaque éolienne, une valeur moyenne sera calculée au prorata des surfaces de chaque classe et par période d'inventaire.

3.1.4.2. Modèles statistiques

❖ *Modèle de Jones (2009)*

La méthode proposée par Jones et al. (2009), pour estimer la mortalité repose sur plusieurs hypothèses :

- le taux de mortalité est considéré comme globalement constant sur l'intervalle de recherche ;
- la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative, le taux de persistance étant calculé ainsi (T_m = durée moyenne de persistance en jours) :
$$p = e^{-0.5 \times I/T_m}$$
- la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle entier (quand des animaux peuvent aussi bien être impactés et mourir au début ou à la fin de l'intervalle) peut être approximée par la probabilité de disparition à la moitié de l'intervalle.

La formule pour calculer le nombre de cadavres estimé est la suivante :

Avec :

C : nombre de cadavres trouvés

a : coefficient de correction surfacique (cf. 3.1.4.1)

d : efficacité de l'observateur (cf. 3.1.4.1)

t_m = durée moyenne de persistance en jours

I : Intervalle moyen entre deux visites

\hat{I} : Intervalle effectif moyen

\hat{e} : coefficient correcteur moyen de l'intervalle équivalent à

$$\frac{\text{Min}(I; \hat{I})}{I}$$

$$N = \frac{C}{a \times d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I/t_m)}}$$

Jones utilise la notion d'« intervalle effectif » pour calculer le coefficient correcteur \hat{e} qui correspond au rapport entre la durée avant que 99 % des cadavres soient prédatés/déplacés et la durée de l'intervalle. Il est en effet logique que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. L'intervalle effectif correspond ainsi à la durée pour laquelle le taux de persistance est égal à 1 % (100 – 99 %).

L'intervalle effectif moyen, \hat{I} est donc égal à : $-\log(0,01) \times t_m$. Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} , notée \hat{e} .

❖ *Modèle de Huso (2010)*

Huso et al., (2010) considère également une mortalité globalement constante mais dans son approche la probabilité de disparition au milieu de l'intervalle de passage n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. La formule est donc différente. Néanmoins, les travaux de Huso sont basés sur des données américaines où les taux de persistance moyens seraient plus élevés qu'en Europe (Korner et al., 2011). Les biais sont donc plus importants pour cette approche lorsque les durées de persistance sont courtes (Bernardino et al., 2013).

Le taux de persistance, plus élevé, est donné comme suit :

$$p = \frac{t_m \times (1 - e^{-I/t_m})}{I}$$

D'où la formule :

$$N = \frac{C}{a \times d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I} \times \hat{e}}$$

Avec :

C : nombre de cadavres trouvés

a : coefficient de correction surfacique (cf. 3.1.4.1)

d : efficacité de l'observateur (cf. 3.1.4.1)

tm = durée moyenne de persistance en jours

I : Intervalle moyen entre deux visites

\hat{I} : Intervalle effectif moyen

\hat{e} : Le coefficient correcteur moyen de l'intervalle équivalent à

$$\frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$$

Une nouvelle méthode développée par des statisticiens, bientôt disponible sur le Web sous forme de logiciel⁸, permet d'effectuer le calcul de la mortalité réelle. Celle-ci tient compte de l'estimateur de Huso et d'autres facteurs de correction élaborés par Bispo *et al.* en 2010.

❖ *Modèle de Korner-Nievergelt (2011)*

Le protocole proposé par Korner-Nievergelt *et al.* (2011) est basé sur une formule adaptée à des efficacités de l'enquêteur différentes ou à différents taux de persistance des carcasses. En outre, la formule prend en compte les intervalles entre les recherches et la durée de la période de contrôle. Ce modèle, compliqué à mettre en œuvre notamment pour le calcul du p(Korner) à 24h, et donnant des résultats peu différents en moyenne des modèles de Jones et Huso ne sera pas retenu pour les estimations.

$$b = \frac{d \left(p \frac{1-p^I}{1-p} \right) \left(\sum_{i=0}^{n-1} (n-i) ((1-d)p^I)^i \right)}{n I}$$

Avec :

b : la probabilité qu'une victime tuée pendant la période i soit trouvée

n : le nombre de passages pendant l'étude

d : efficacité de l'observateur (cf. 3.1.4.1)

p : taux de persistance journalière des cadavres (cf. 3.1.4.1)

Le nombre de victimes de collision peut donc être calculé à partir de la probabilité de découverte (b), le pourcentage de surface contrôlée (a) et le nombre de cadavres trouvés (C) grâce à la formule :

$$N = C/(b*a)$$

Pour cette étude, les modèles statistiques utilisés sont ceux développés par Jones et Huso.

3.2. Suivi de fréquentation

3.2.1. Suivi avifaunistique

3.2.1.1. Méthode de terrain

Le suivi de fréquentation avifaunistique est composé de **six passages dédiés spécifiquement aux oiseaux et répartis sur l'année** de la manière suivante :

- **1^{ère} période liée à la nidification des oiseaux** : 3 passages entre mai et juillet 2016 ;

⁸ <http://pubs.usgs.gov/ds/729/>

- **2nde période liée à la dispersion des juvéniles puis à la migration postnuptiale et à l'hivernage** : 1 passage en 2^{ème} quinzaine de septembre et 2 passages en octobre, soit 3 passages au total. Ce suivi migratoire est principalement axé sur les espèces à enjeu sensibles au risque de collision/perturbation des territoires (milans...).

En sus de ses six passages, les visites dédiées au suivi de mortalité ont permis d'enrichir l'inventaire ornithologique de manière opportuniste.

Compte tenu des faibles effectifs et de l'irrégularité des stationnements de limicoles (pluviers, vanneaux), aucun suivi des hivernants n'est proposé. Par ailleurs, la seule période postnuptiale a été échantillonnée compte tenu des effectifs supérieurs transitant et des risques de mortalité accrus à cette période.

Le détail des dates de prospection et les conditions météorologiques associées sont présentés en annexe 2.

En période reproduction, les passages visaient à définir les cortèges d'oiseaux nicheurs sur le parc éolien et aux abords (bosquets, haies et villages), à localiser dans la mesure du possible les nids des espèces sensibles (Faucon crécerelle, Buse variable) ou à enjeu (Busards, Œdicnème criard), et à définir des zones de repos ou des territoires de chasse préférentiels pour ces mêmes espèces.

Ainsi, l'étude a permis de :

- dénombrer et localiser, de façon la plus exhaustive possible, **les territoires et nids d'espèces constituant un enjeu écologique (busards...)**. Des recommandations avaient été formulées en ce sens dans l'étude d'impact écologique datant de 2006. Depuis, les connaissances sur les impacts réels des éoliennes sur les busards ont progressé. Il s'avère que les cas de collisions sont peu nombreux et n'ont aucun impact significatif sur les populations de busards. Un impact temporaire provoquant un recul des couples nicheurs serait effectif les premières années. Néanmoins, les couples auraient systématiquement tendance à regagner les territoires 3 à 5 ans après la mise en fonction. Le suivi est par conséquent axé sur les busards, qui semblent bien représentés localement comme le prouvent le suivi organisé lors des travaux de levage du parc éolien en juin/juillet 2015. Il conviendra d'analyser l'évolution de la répartition et des effectifs nicheurs des busards ;
- quantifier, par une approche semi-quantitative (point d'écoute), les **couples nicheurs d'espèces d'intérêt patrimonial et/ou reconnues comme sensibles à l'implantation d'éoliennes**.

Des méthodes de recensement par itinéraire-échantillon et points d'écoute ont été adaptées au site et aux espèces susceptibles d'être présentes.

- pour la majorité des oiseaux des parcelles agricoles : le parc a été parcouru à pied et en véhicule (méthode de l'itinéraire-échantillon) en vue de contacter toutes les espèces à vue ou à l'ouïe. En complément, des points d'écoute ponctuels non standardisés ont permis le cas échéant d'améliorer le recensement dans certaines zones ;
- pour les oiseaux des bosquets et des villages : des écoutes matinales ont été effectuées en lisière des bosquets afin de réaliser un inventaire exhaustif des espèces nicheuses ;
- pour les rapaces nocturnes : des écoutes et itinéraires nocturnes ont été effectués le long des routes et chemins, aux abords des boisements et dans les villages ;
- pour l'Œdicnème criard : une recherche diurne des parcelles favorables à l'accueil de l'espèce (cultures tardives, friches) a été pratiquée. Cette méthode a été doublée de prospections nocturnes en bordure des mêmes parcelles. La repasse (diffusion du chant de l'espèce pour obtenir une réaction) n'a pas été utilisée au vu de son caractère perturbateur.

Les points d'écoute correspondent à des arrêts de durées variables dans les milieux d'intérêts (friches, boisements, bordure de haies, etc.) de manière à s'astreindre à l'écoute des chants. L'objectif de cette méthode, en complément des itinéraires-échantillons, est de **viser l'exhaustivité du nombre d'espèces** et non du nombre de couples nicheurs de chaque espèce, sauf pour celles présentant un enjeu.

À l'automne, les espèces migratrices et les éventuels couloirs de migration ont été étudiés de deux manières sur le terrain :

- la principale méthode est l'observation depuis un point d'observation fixe. Le contexte local agricole a permis d'observer sur de larges secteurs. Ces points d'écoute sont situés à proximité des éoliennes afin de pouvoir observer le comportement et la hauteur de vol des différentes espèces à l'approche du parc ;
- une méthode secondaire pour ce type d'étude consiste à effectuer des itinéraires au travers des sites afin de recenser les espèces stationnant au sein des cultures, dans les haies et bosquets, etc. Les espèces connues pour éviter l'environnement proche des éoliennes (Pluvier doré, Vanneau huppé...) ont été recherchées en particulier. Les stationnements ont fait l'objet d'un dénombrement le plus exhaustif possible et les éventuels regroupements postnuptiaux d'Œdicnème criard ont été recherchés. Ces espèces étant généralement posées au sol, il n'y a pas eu lieu de noter les comportements de vol.

3.2.1.2. Limites liées au suivi de fréquentation ornithologique

Selon les années, certains événements exceptionnels (tempête, vents d'est, longues périodes de neige/gel, etc.. en différentes régions et pays traversés) peuvent modifier sensiblement les flux migratoires et provoquer le stationnement d'oiseaux sur des zones inhabituelles. Rappelons également qu'**une grande majorité des espèces sont des migrateurs nocturnes et que les observations diurnes ne représenteraient qu'environ un tiers des migrants sur un site donné** (Zucca, 2015).

L'étude de ces phénomènes repose donc sur la recherche des espèces les plus sensibles à l'éolien, en particulier les espèces à plus grand gabarit (rapaces, pigeons, ardéidés, anatidés, limicoles, etc.) facilement repérables à partir de points d'observations fixes réalisés à des endroits précis (points hauts avec vue dégagée sur l'ensemble du site d'étude et les environs). Pour les autres espèces (passereaux de petite taille), de nombreux oiseaux échappent à l'observateur et les effectifs recensés lors des journées de migration sont nettement sous-estimés. En effet, ces espèces sont surtout identifiées par leurs cris en vol à courte distance et ne sont pas identifiables à de plus longues distances. De plus, ils volent parfois haut dans le ciel et restent alors invisibles à l'œil de l'observateur (à contre-jour, sur fond de ciel bleu ou simplement à trop haute altitude).

Toutefois, une très grande majorité de ces espèces ne sont pas ou peu sensibles aux risques de collision et de perturbation (tels que la plupart des passereaux dont les populations sont très importantes – plusieurs millions d'individus).

Par conséquent, l'objectif est de caractériser les axes migratoires sur le site à travers les migrants les plus communs et détectables (alouettes, pinsons, etc. pour les passereaux ; milans, Buse variable, Grue cendré, etc. pour les planeurs...).

3.2.2. *Suivi chiroptérologique*

3.2.2.1. Méthode de terrain

Les prospections acoustiques pour les chauves-souris ont été réalisées par **la pose de systèmes d'enregistrement automatique des ultrasons (SM2bat+)** sur des nuits complètes.

Les **SM2bat+** sont conçus pour enregistrer automatiquement les ultrasons émis par les chiroptères. Ces enregistreurs captent l'ensemble de la gamme de fréquences utilisées par les chauves-souris européennes (de 10 à 120 kHz). À l'issue des prospections de terrain, les enregistrements ont été analysés à l'aide des logiciels AnalookW et Batsound. Ces outils permettent de quantifier l'activité des chauves-souris en un point donné.

Quatre éoliennes, parmi celles faisant l'objet du suivi de mortalité, ont fait l'objet d'une dépose d'enregistreur au pied du mât. Ils ont été positionnés en début de soirée et récupérés le lendemain matin, lors de **six passages** sur site, soit **un total de 24 nuits complètes d'enregistrements**, réparties entre le printemps et l'automne.



Photo 11 : SM2Bat+ installé au pied d'une éolienne

L'activité ou la fréquentation des chauves-souris au-dessus d'un point est caractérisée par le tableau présenté ci-après.

Tableau 1 : Niveaux d'activité horaire globale (cumul des contacts de toutes les espèces)

Classe de fréquentation (nombre de contacts/heure équivalent en temps de présence)	Activité
0-11	Très faible
12-60	Faible
61-120	Moyenne
121-240	Forte
241-480	Très forte
>480	Quasi permanente

Le détail des dates de prospection et les conditions météorologiques associées sont présentés en annexe 3.

3.2.2.2. Limites liées au suivi de fréquentation chiroptérologique

❖ Hauteur de vol des différentes espèces et distances de détectabilité

Actuellement, il existe peu de données concernant les hauteurs de vol maximales des chauves-souris et encore moins concernant la fréquence de vol à différentes classes de hauteur. Dans le cadre d'études scandinaves en milieu marin, Ahlen *et al.* ont indiqué que la plupart des espèces volent à une hauteur comprise entre 0 et 10 m mais que **les grandes espèces ont tendance à voler plus haut.**

En France, plusieurs études de suivi en hauteur de l'activité des chauves-souris ont été effectuées sur mât de mesure entre 2010 et 2012. Parmi elles, l'analyse plus approfondie des résultats issus de plusieurs études (Haquart *et al.* 2012 ; Joiris, 2012 ; Marchais, 2011 ; Conduche *et al.* 2012 ; Écosphère, 2012 ; Kippeurt, 2012) montre que certaines espèces sont plus fréquemment recensées en altitude (> 50 m) que d'autres.

D'une manière générale, les résultats s'accordent à dire que **la Pipistrelle commune, la Sérotine commune et la Noctule de Leisler sont des espèces volant régulièrement à des hauteurs maximales détectées pouvant atteindre respectivement 120, 130 et 170 m de hauteur.** Les espèces telles que **la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Grande Noctule et la Noctule commune ont également été détectées en hauteur** : les pipistrelles pouvant voler jusqu'à 120 m tandis que la Grande Noctule est susceptible de voler jusqu'à 240 m, et la Noctule commune jusqu'à 190 m.

Lors de ces mêmes études, la Barbastelle commune et le groupe des Oreillards n'ont jamais été détectés en hauteur à l'exception d'un contact recensé sur 99 nuits d'enregistrement, et cela pour une seule étude. La Barbastelle commune a volé ainsi à une hauteur minimale de 75 m et l'Oreillard à 50 m. Pour ces espèces, un vol réalisé à de telles hauteurs est extrêmement rare et peut être considéré comme exceptionnel.

Il existe toutefois des données de mortalité pour ces espèces (surtout les Oreillards) témoignant d'une activité occasionnelle à hauteur de pales. Enfin, les murins volent à de basses altitudes, même si les connaissances sur ce groupe sont restreintes. Une étude mentionne pour le Grand Murin et le Murin de Natterer des hauteurs de vol respectives allant de 30 à 70 m et de 35 à 65 m (Haquart A. *et al.*, 2012). Ce sont toutefois des espèces ayant un vol particulièrement haut, au regard des autres murins.

Dans un second temps, il est important de rappeler que l'utilisation de détecteurs d'ultrasons offre des résultats qui sont à relativiser en fonction des **distances de détectabilité** et des milieux dans lesquels évoluent les différentes espèces concernées. Par exemple, une Noctule commune a des émissions ultrasonores qui portent à plus de 100 mètres en milieu ouvert, tandis qu'un Petit Rhinolophe a des émissions ultrasonores audibles à 5 - 10 mètres au maximum. De même, la stratégie de chasse et le comportement en vol a son importance : un Murin de

Natterer pourra être détecté à environ 15 mètres en milieu ouvert, alors qu'il ne pourra l'être qu'à moins de 5 m en milieu encombré (feuillage).

Enfin, d'une manière générale, les résultats obtenus lors des suivis chiroptérologiques ne représentent qu'un échantillon d'activité pour un volume aérien donné. **Le type de machine (SM2Bat+ ou Anabat SD1) et les micros utilisés ont des caractéristiques d'enregistrement différentes qui présentent chacune leurs avantages et leurs inconvénients.** Le micro d'un Anabat SD1 est unidirectionnel, et ne va donc pas capter des cris provenant d'autres directions (notamment derrière lui) ; au contraire du micro d'un SM2Bat+, multidirectionnel. Leur puissance de détection est également différente selon le réglage du gain ou sensibilité paramétré. Les Anabat SD1 n'ont pas été utilisés dans le cadre de ce suivi.

❖ *Identification des espèces*

Il faut savoir que les chiroptères, et tout particulièrement les murins, font varier la nature et la structure de leurs émissions ultrasonores en fonction de la distance par rapport aux obstacles et que, dans certains cas, ils adoptent des signaux très semblables, rendant quasiment impossible toute discrimination spécifique.

Ainsi, des **associations d'espèces** ont pu être constituées lorsque l'analyse des signaux n'a pu déboucher sur une identification spécifique :

- « **Sérotule** » pour les Sérotines commune ou bicolore et les Noctules commune ou de Leisler : ces quatre espèces émettent des émissions sonores régulièrement similaires entre 20 et 30 kHz et sont, par conséquent, difficiles à discriminer. La Noctule commune a pu être identifiée uniquement lorsque la séquence de signaux enregistrés présentait au moins une émission en « quasi fréquence constante⁹ » (QFC) dont la fréquence terminale était inférieure à 20,5 kHz. Les séquences de cris émises entre 22 et 30 kHz et présentant une alternance de cris en QFC avec une fréquence du maximum d'énergie > 21 kHz et en « fréquence modulée aplanie¹⁰ » (FMA) avec une amorce explosive ont été attribuées à la Noctule de Leisler. Quant à la Sérotine commune, sa présence est envisagée lorsque les séquences présentent les caractéristiques suivantes : émissions entre 22 et 30 kHz, irrégularité temporelle des signaux de type FMA, amorce progressive et absence de QFC. Idem pour la Sérotine bicolor mais avec plusieurs signaux comportant des types acoustiques appelés « amorce explosive ». En dehors de ces cas, la « Sérotule » a été annoncée ;
- « **Noctule non identifiée** » (*Nyctalus sp.*) pour les Noctules de Leisler et commune. Les problèmes d'identification sont similaires au groupe des Sérotules, mais les Sérotines ont pu être retirées lors de l'identification selon les critères précédemment détaillés ;
- « **Pipistrelle de Kuhl/Nathusius** », associée aux Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, correspond aux individus émettant des cris en fréquence modulée compris entre 35 et 44 kHz. Seules les séquences présentant des cris sociaux (servant à discriminer les pipistrelles) et/ou des signaux de type QFC dont la fréquence terminale était comprise entre 38,5 kHz et 41 kHz (cas de la Pipistrelle de Nathusius) ont généralement permis une distinction des deux espèces. Les signaux QFC compris entre 41 et 42 kHz étaient attribués à la Pipistrelle de Nathusius s'ils étaient alternés avec des séquences de signaux en fréquence modulée aplanie qui sont caractéristiques de séquences de chasse. Autrement, une confusion était possible avec des signaux appartenant à la Pipistrelle commune. Des signaux de ce type ont été identifiés à partir des enregistrements obtenus sur les points d'écoute fixes. La présence de la Pipistrelle de Nathusius a donc pu être confirmée ;
- « **Murin non identifié** » (*Myotis sp.*) pour l'ensemble des espèces de Murins présentes dans la région : Murins à moustaches, de Brandt, d'Alcathoe, de Daubenton, de Natterer, à oreilles échancrées, de Bechstein, Grand Murin. Selon l'environnement dans lequel elles se trouvent et selon leur comportement, une grande majorité des signaux présentent des types acoustiques relativement similaires. Les signaux

⁹ Quasi fréquence constante (QFC) : qualifie un signal de chauve-souris dont la différence entre la fréquence du début et de la fin est inférieure à 5 kHz. Ce type de cri a généralement une durée comprise entre 8 et 25 millisecondes.

¹⁰ Fréquence modulée aplanie (FMA) : qualifie un signal de chauve-souris dont la différence entre la fréquence du début et de la fin est supérieure à 5 kHz et qui présente un aplatissement en fin de signal (se rapprochant ainsi de la QFC). Ce type de cri a généralement une durée comprise entre 0,1 et 8 millisecondes.

sont souvent émis avec des fréquences maximales d'énergie comprises entre 20 et 80 kHz ne permettant pas systématiquement de les différencier ;

- « **Oreillard non identifié** » (*Plecotus sp.*) pour les Oreillards roux et gris. Des difficultés pour séparer les deux oreillards existent à l'acoustique comme à la vue.

On ajoutera enfin que **l'identification des chauves-souris par l'acoustique est encore en développement**. Les procédés de détermination sont récents et reposent principalement en France sur la méthode définie par Michel Barataud (2015), laquelle est basée sur des mesures de référence de différents paramètres (fréquences, durées et intervalles), mais aussi sur l'écoute auditive de nuances acoustiques (« amorce explosive », « claquement final »). Une typologie des signaux acoustiques a été produite mais les limites atteintes par chaque espèce font encore l'objet de découvertes, qui remettent parfois en question certaines identifications d'espèces voisines. Des logiciels d'identification automatique sont de plus en plus commercialisés, mais les erreurs d'identification restent trop importantes pour s'en satisfaire aveuglément. Elles n'ont pas été utilisées dans le cadre de cette étude.

Une partie des signaux enregistrés ne permet donc pas d'aboutir systématiquement à une identification catégorique à l'espèce. Certaines déterminations doivent être considérées comme probables plutôt que certaines et relèvent des connaissances actuelles.

3.3. Méthodes d'évaluation

3.3.1. Méthode d'évaluation de la vulnérabilité à l'éolien

Selon le protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2015), la définition des **indices de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces (aussi appelé note de risque)** est le résultat du croisement entre **l'enjeu de conservation** d'une espèce au niveau régional, national ou européen (détails au chapitre 3.3.1.1) et sa **sensibilité connue au risque de collision avec les éoliennes** (détails au chapitre 3.3.1.2).

Cette vulnérabilité définit l'intensité du suivi à mettre en œuvre et, par extrapolation, permet d'évaluer le niveau d'impact constaté du parc et contribue, si besoin, à la définition de mesures adaptées (arrêt programmé des machines en périodes sensibles...).

Tableau 5 : Indice de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces (Protocole national, 2015)

Enjeux de conservation	Sensibilité à l'éolien				
	Faible à négligeable		Moyenne	Assez forte	Forte
	0	1	2	3	4
Espèce non protégée	0,5				
DD, NA, NE = 1	0,5	1	1,5	2	2,5
LC = 2	1	1,5	2	2,5	3
NT = 3	1,5	2	2,5	3	3,5
VU = 4	2	2,5	3	3,5	4
CR-EN = 5	2,5	3	3,5	4	4,5

DD : données insuffisantes, NA : non applicable, NE : non évaluée ; LC : préoccupation mineure,

NT : quasi menacée, VU : vulnérable, EN : en danger, CR : en danger critique.

Les niveaux de vulnérabilité sont ainsi :

- **de niveau faible**, lorsque l'indice de vulnérabilité est **inférieur ou égal à 2** ;
- **de niveau moyen**, lorsque l'indice de vulnérabilité est **égal à 2,5** ;

- **de niveau assez fort**, lorsque l'indice de vulnérabilité est égal à 3 ;
- **de niveau fort**, lorsque l'indice de vulnérabilité est égal à 3,5 ;
- **de niveau très fort**, lorsque l'indice de vulnérabilité est supérieur ou égal à 4.

Seules les espèces ayant un niveau de vulnérabilité au moins moyen ($\geq 2,5$) sont cartographiées.

3.3.1.1. Enjeu de conservation

Un enjeu de conservation est attribué à partir des listes rouges régionales, nationales et européennes¹¹.

Pour les espèces présentes en période de reproduction (oiseaux et chauves-souris), la liste rouge utilisée est la liste rouge régionale.

Dans le cas présent, le parc étudié est à cheval sur deux régions, aussi les deux listes rouges des régions Centre-Val de Loire et Ile-de-France ont été utilisées. Par ailleurs, **les oiseaux comme les chauves-souris sont particulièrement mobiles ; aussi, par mesure de précaution, l'enjeu de conservation retenu correspond au degré de menace le plus important entre ces deux listes.**

Pour les espèces migratrices et hivernantes d'oiseaux, l'enjeu de conservation retenu est le **degré de menace maximum entre la liste rouge nationale (nicheurs/migrateurs/hivernants, 2008) et européenne (2015).** **Pour les espèces migratrices de chauves-souris**, l'enjeu est estimé sur la base de la **liste rouge nationale uniquement (2009)**, la liste rouge européenne étant relativement ancienne (2007).

Les espèces à enjeu ou sensibles sont considérées comme telles, qu'elles soient protégées ou non.

3.3.1.2. Méthode d'évaluation de la sensibilité à l'éolien

Dans le cadre d'un suivi de mortalité, l'évaluation de la sensibilité se base sur le **Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres** (2015) tout en étant actualisée régulièrement.

Toutes les espèces d'oiseaux et de chauves-souris ayant traversé ou étant susceptibles de fréquenter le parc éolien font l'objet d'une **analyse bibliographique concernant l'existence ou non de cas de collisions** avec les éoliennes. La source principale de données est l'allemand Tobias Dürr du « Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg », qui compile et publie régulièrement tous les rapports de mortalité par collision éolienne lui parvenant à l'échelle européenne. La dernière mise à jour est de **décembre 2016** et fait état de 7 715 cadavres de chiroptères et **12 914 cadavres d'oiseaux** dans toute l'Europe (totaux cumulés depuis le début des suivis de mortalité). Les données d'Eurobats (2016) sont également prises en compte pour les chauves-souris. Pour ce groupe, c'est ainsi la valeur maximale par pays qui est prise en compte (pour éviter les comptes-doubles). On a ainsi un total maximal de **8 051 cadavres de chiroptères.**

Le principe est le suivant : **plus les cas de mortalité sont nombreux, plus les espèces concernées sont dites sensibles au risque de collision éolienne.** Néanmoins, ces taux de mortalité ont plus ou moins d'impact sur les espèces si l'on tient compte **des niveaux de populations dans les pays européens.**

Pour les oiseaux, les populations nicheuses et hivernantes en Europe sont relativement bien connues et les totaux ont été mis à jour par BirdLife International en 2015 (www.birdlife.org/datazone/species). **La sensibilité est donc définie comme le rapport entre le nombre de cas de collision connus et le nombre minimal de couples nicheurs en Europe.** On notera que c'est bien **l'Europe au sens biogéographique** qui est prise en compte dans l'estimation des tailles de populations. Les valeurs référencées dans le protocole national sont basées sur des estimations anciennes (2004) dans l'Europe des 27, qui exclut des états comme la Suisse, la Norvège ou la Russie (une partie des nicheurs de ces pays traversent annuellement la France).

¹¹ Protocole national, 2015, p 5 : « Le protocole national en vigueur à ce jour stipule que l'enjeu de conservation s'appuie sur les Listes Rouges préparées sur la base des principes édictés par l'UICN. La liste rouge est utilisée et complétée, au besoin, par une liste rouge régionale, si celle-ci existe. ». Par extrapolation, la Liste Rouge Européenne est également prise en compte pour l'analyse.

Définition de la sensibilité à l'éolien chez les oiseaux

Quatre classes de sensibilité sont définies selon l'importance du nombre de collisions connues au regard des tailles de populations des espèces concernées :

Tableau 2 : Hiérarchisation des niveaux de sensibilité brute des oiseaux au risque de collision

Classe	Sensibilité	Proportion des cas de collisions connus au regard des effectifs européens (BirdLife, 2015)	Exemples d'espèces d'oiseaux
4	Forte	Supérieure à 1 : les cas de mortalité représentent une proportion élevée et significative de leur population.	Milan royal, Pygargue à queue blanche, Vautour fauve
3	Assez forte	Comprise entre 0,1 et 1 : les cas de mortalité représentent une proportion significative de leur population, sans qu'elle ne soit très élevée. Ce sont généralement des espèces dont les tailles de populations sont peu importantes.	Milan noir, Faucon pèlerin, Balbuzard pêcheur, Circaète Jean-le-Blanc, Aigle botté, Faucon crécerelle
2	Moyenne	Comprise entre 0,01 et 0,1 : les cas de mortalité représentent une faible proportion de leur population. Ce sont : - soit des espèces communes avec de nombreux cas de collisions, - soit des espèces plus rares ou à répartition restreinte, mais dont les cas de collision restent peu nombreux. Dans ces deux cas, le maintien des populations n'est pas remis en question à l'échelle européenne.	Buse variable, Mouette rieuse, Canard colvert Busard des roseaux, Œdicnème criard, Grue cendrée
0 et 1	Faible à négligeable	Inférieure à 0,01 : les cas de mortalité représentent une proportion non significative de leur population. Ce sont : - soit des espèces abondantes dont les cas de collision peuvent être nombreux, mais restant anecdotiques à l'échelle des populations, - soit des espèces peu abondantes pour lesquelles les cas de collision sont occasionnels, - soit des espèces pour lesquelles aucun cas de collision n'est connu.	Martinet noir, Alouette des champs, Grive musicienne, Roitelet triple-bandeau Grand Cormoran, Chouette chevêche, Huppe fasciée, Torcol fourmilier Grande Aigrette, Grimpereau des jardins, Mésange huppée

Pour les chiroptères, les niveaux de population sont inconnus et seule l'abondance relative des espèces peut être localement ou régionalement estimée, sur la base des dénombrements en colonie et hivernage, ainsi que par l'activité acoustique. La sensibilité d'une espèce est donc simplement définie comme **la proportion du nombre de cas de collision connus en Europe rapporté aux collisions de toutes les espèces**. Les niveaux obtenus sont présentés dans l'encadré suivant.

Définition de la sensibilité à l'éolien chez les chiroptères

Les classes de sensibilité sont indiquées dans le *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens*. Compte tenu du faible nombre d'espèces (par rapport aux oiseaux), on peut présenter les résultats pour les principales espèces de la région, classées selon le nombre de cadavres repérés en Europe (maximum entre Dürr et Eurobats, 2016).

Tableau 3 : Évaluation de la sensibilité des chauves-souris aux risques de collision

Espèce	Données de mortalité constatée (nb cadavres Europe/France à la fin 2016)				Pourcentage (total Europe 8051 cadavres)	Sensibilité
	0-10	10-100	100-500	> 500		
Noctule commune				1256/82	15,6 %	Forte
Noctule de Leisler				532/79	6,6 %	Forte
Sérotine commune		95/16			1,2 %	Moyenne
Grand Murin	6/2				< 0,1 %	Faible à négligeable
Minioptère de Schreibers	9/4				< 0,1 %	
Murin de Daubenton	9/0				< 0,1 %	
Murin de Bechstein	1/1				< 0,1 %	
Murin de Brandt	2/0				< 0,1 %	
Murin à oreilles échancrées	3/2				< 0,1 %	
Murin à moustaches	5/1				< 0,1 %	
Pipistrelle commune				1612/471	20,0 %	
Pipistrelle de Nathusius				1157/145	14,4 %	Forte
Pipistrelle pygmée			277/121		2,9 %	Assez forte
(P. commune / pygmée)				603/24	7,5 %	-
Pipistrelle de Kuhl			273/120		3,4 %	Assez forte
(Pipistrelle sp.)			469/199		5,8 %	-
Barbastelle d'Europe	7/3				< 0,1 %	Faible à négligeable
Oreillard gris	7/0				< 0,1 %	
Oreillard roux	7/0				< 0,1 %	
Grand Rhinolophe	1/0				< 0,1 %	

Les classes de sensibilité sont fixées d'après les travaux de la SFPEM et ont vocation à évoluer parallèlement aux données de mortalité rassemblées.

3.3.2. Méthode d'évaluation de la perturbation des territoires et des axes de déplacement et de migration

Le risque de perturbation des territoires et des axes de vol pour les oiseaux et les chauves-souris est très incertain. Il ne peut donc être mesuré précisément, comme l'on mesure par exemple une quantité de cadavres découverts. La définition des risques de perturbation se base sur l'accumulation de connaissances bibliographiques sur le sujet et fait l'objet d'une appréciation dans le contexte du projet.

Une extraction des espèces fréquentant le site et des espèces notées aux abords et susceptibles de le traverser est effectuée. Une liste de référence présentant les risques bruts de perturbation a été établie et est mise à jour d'après des références bibliographiques traitant des réactions comportementales des oiseaux et des chauves-souris face aux éoliennes.

Pour les chiroptères, les risques de perturbation sont méconnus, probablement faibles. Ils sont établis pour quelques espèces ou dans certaines circonstances.

Pour les oiseaux nicheurs, hivernants ou en stationnement, il en résulte le classement d'un certain nombre d'espèces dans chacune des catégories suivantes :

- espèces perturbées présentant des réactions nettes en présence d'éoliennes (éloignement fréquent des machines, cas d'abandon du nid...). Le risque de perturbation au sol est qualifié d'existant ;
- espèces pour lesquelles des observations ponctuelles et/ou résultats bruts de perturbation sont connus mais pour lesquels aucune certitude n'est donnée quant au rôle effectif des éoliennes : Bruant proyer, Edicnème criard... Le risque de perturbation au sol est considéré comme envisageable.

Pour chacune des espèces susceptibles d'être perturbées, la régularité et les effectifs (éventuellement par saison) sont mentionnés.

Le risque de perturbation est défini pour chaque espèce par extrapolation des données bibliographiques, en fonction des données locales (niveau de fréquentation du site par l'espèce, configuration du parc...).

3.3.3. Méthode de définition des mesures de réduction adaptées au parc

Le nombre de cadavres recensés, la vulnérabilité des espèces présentes (cadavres ou fréquentation) et les risques de perturbation évalués permettent, *in fine*, d'aboutir à la définition de mesures de réduction (arrêt programmé des éoliennes en périodes sensibles, modification de l'assolement, mise en place de systèmes d'effarouchement...).

L'arrêt programmé des machines (ou bridage) des éoliennes est la principale mesure de réduction de l'impact de collision des chauves-souris (et indirectement des oiseaux). Ce bridage doit être proportionné au niveau d'impact constaté (nombre de cadavres et vulnérabilité des espèces concernées) et à la fréquentation du parc (nombre de contacts enregistrés et vulnérabilité des espèces contactées). Il est défini principalement en fonction des périodes d'activité des espèces vulnérables (mois de l'année, heures de la nuit, vitesse du vent, température...).

4. CARACTERISTIQUES DU PARC ET DES EOLIENNES EN SERVICE

4.1. Caractéristiques techniques du parc

Le parc éolien du Gâtinais est composé de 12 éoliennes érigées en juillet 2015 et mise en service le 28 juillet pour E1, E2, E3, E6, E7 et E8, et le 04 novembre 2015 pour E4, E5, E9, E10, E11 et E12.

Les 12 éoliennes sont des Vestas V90 d'une puissance nominale de 2 MW chacune, soit 24 MW pour l'ensemble du parc. Les caractéristiques des éoliennes sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Caractéristiques des éoliennes VESTAS V100

Modèle	VESTAS V90
Hauteur du moyeu	80 m
Diamètre du rotor	90 m (44 m de longueur de pale)
Garde au sol	35 m
Puissance nominale	2 MW
Vitesse de connexion (cut-in wind speed)	4 m/s



Photo 12 : Parc depuis l'éolienne E1 (E. Brunet - Écosphère)

4.2. Caractéristiques locales des éoliennes suivies

Sur les 12 éoliennes du parc, 6 ont fait l'objet d'un suivi de mortalité. Ces éoliennes sont réparties de manière à ce que l'échantillonnage soit représentatif de toutes les situations, et que les éoliennes les plus risquées (proximité de boisement ou de haies, extrémités du parc) soient étudiées.

Les 12 éoliennes sont disposées sur une seule ligne et l'espacement entre éolienne est variable entre 550 et 340 m (plus importants sur les éoliennes à l'ouest et se réduit vers les éoliennes de l'est).

Le tableau ci-dessous détaille les caractéristiques des éoliennes suivies en 2016 qui sont localisées sur la carte 1 (chapitre 2.1).

Tableau 5 : Caractéristiques locales des éoliennes suivies

Numéro de l'éolienne	Contexte local
E1	Cette éolienne est située à l'extrême est du parc. La structure arbustive la plus proche est un bosquet de quelques mètres carrés à 50 m du mat.
E3	Cette éolienne est à l'est du parc, à distance de toute structure arborée ou arbustive.
E5	Cette éolienne est située au centre du parc, à 250 m d'une plantation arborée et à 350 m de friches susceptibles d'attirer des oiseaux et des chiroptères en chasse.
E6	Cette éolienne est située au centre du parc, à 400 m d'une plantation arborée et à 320 m de friches susceptibles d'attirer des oiseaux et des chiroptères en chasse. La surface sous l'éolienne est principalement constituée de friches.
E8	Cette éolienne est à l'ouest du parc, à distance de toute structure arborée ou arbustive.
E11	Cette éolienne est à l'ouest du parc, à distance de toute structure arborée ou arbustive.



Photo 13 : Friche au pied de l'éolienne E6 fin avril 2016
(M. Acqueberge - Écosphère)



Photo 14 : Plantation arborée au sud des éoliennes E5 et E6
(M. Acqueberge - Écosphère)



Photo 15 : Friche et plantation au sud de l'éolienne E6 (T. Cherpitel - Écosphère)

5. RESULTATS DES SUIVIS DE MORTALITE ET DE FREQUENTATION

5.1. Suivi de mortalité

5.1.1. Nombre de cadavres recensés

Sur les six éoliennes suivies du parc, **un total de 16 cadavres a été trouvé, dont 6 oiseaux et 10 chauves-souris.**

Les espèces dont des cadavres ont été trouvés sur les éoliennes suivies sont, pour les oiseaux, des passereaux :

- le **Roitelet triple-bandeau** (3 cadavres) ;
- le **Pinson des arbres** (1 cadavre) ;
- le **Rougegorge familier** (1 cadavre) ;
- le **Martinet noir** (1 cadavre) ;

Et pour les chauves-souris, des pipistrelles ou des noctules :

- la **Pipistrelle commune** (probable, sinon pygmée) (6 cadavres) ;
- la **Noctule commune** (2 cadavres) ;
- de petites chauves-souris non identifiées (autres que Noctules et Sérotine commune, 2 individus).

Tableau 6 : Répartition du nombre de cadavres d'oiseaux et de chauves-souris par éolienne

Numéro de l'éolienne	Nombre de cadavres d'oiseaux découverts	Nombre de cadavres de chauves-souris découverts	Nombre total de cadavres découverts par éolienne
E1	-	-	0
E3	1	2	3
E5	1	3	4
E6	-	3	3
E8	1	-	1
E11	3	2	5
Total	6	10	16
Moyenne brute (sans correction)	1 cadavre d'oiseau par éolienne	1,7 cadavre de chauve-souris par éolienne	2, 7 cadavres par éolienne

Nota bene : lors de prospections opportunistes sur les plateformes d'éoliennes du parc non suivies de manière standardisée, 11 autres cadavres ont été découverts. Les espèces suivantes ont été trouvées : Martinet noir (2 individus), Roitelet triple-bandeau (1 individu), Hirondelle rustique (1 individu), Pipistrelle commune probable /pygmée (6 individus) et Noctule de Leisler (1 individu). Les éoliennes concernées sont les éoliennes E2 (4 cadavres), E4 (3 cadavres), E12 (2 cadavres), E7 et E10 (1 cadavre par machine). Ces données sont utilisées pour affiner la définition des mesures.

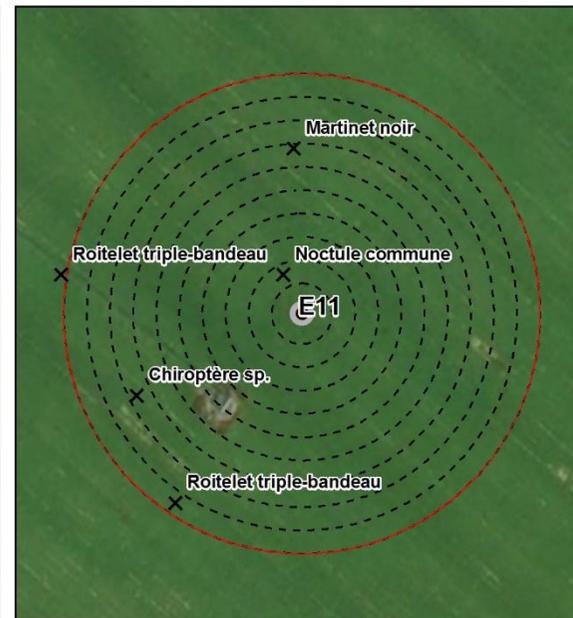
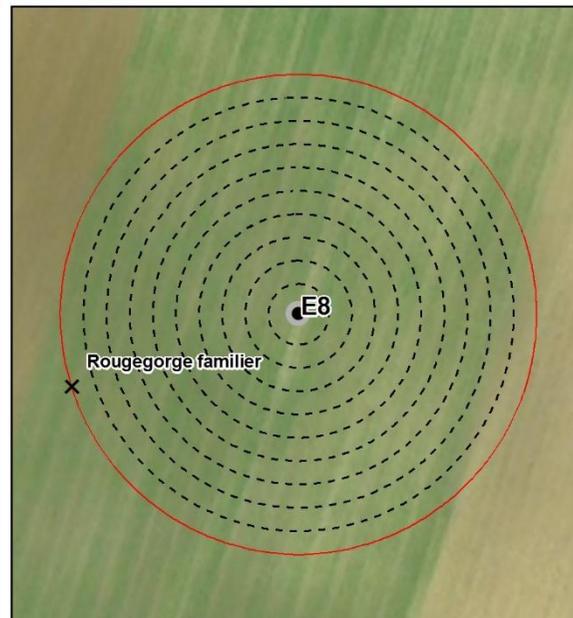
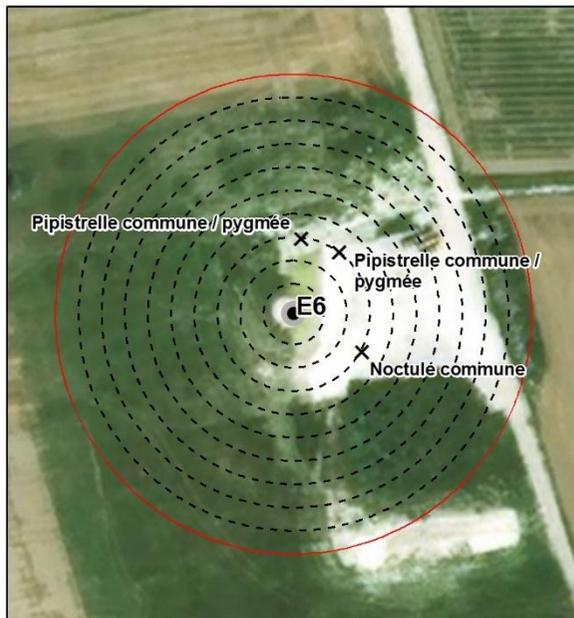
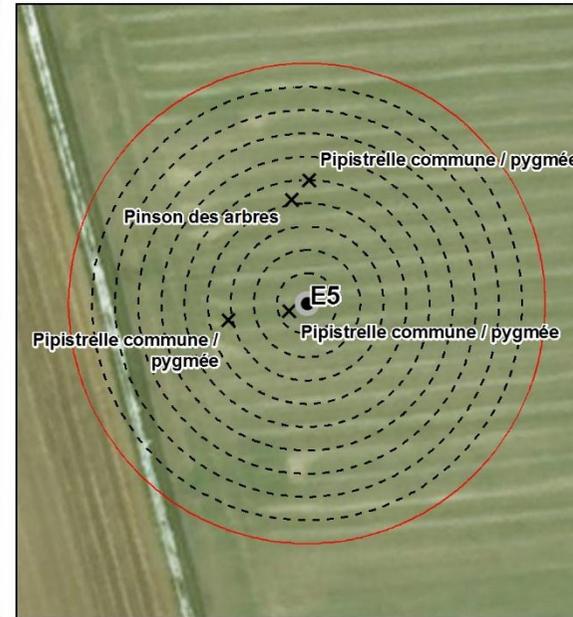
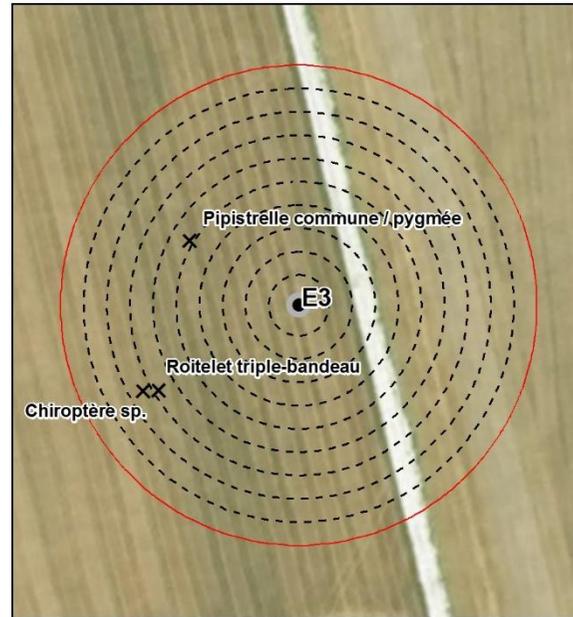
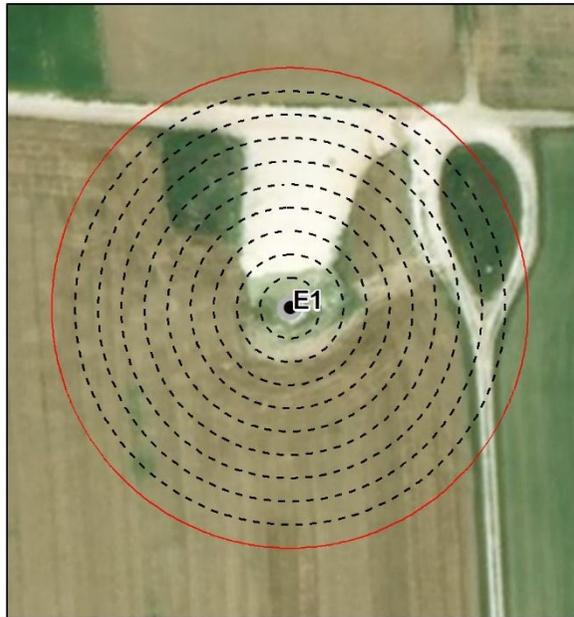
On constate de faibles disparités entre éoliennes, ce qui peut s'expliquer par des **caractéristiques paysagères homogènes. Un lien limité semble exister entre l'éloignement des machines par rapport aux structures arborées et le nombre de cadavres découverts.** Les éoliennes sont globalement toutes éloignées des habitats attractifs pour les oiseaux et les chauves-souris. Toutefois, **les deux éoliennes les plus proches d'un petit boisement (E5 et E6) sont parmi celles** qui ont un nombre important de cadavres, notamment de chauves-souris.

Le détail des espèces est présenté sur le tableau 6 et la carte 4 des pages suivantes.

Tableau 7 : Synthèse des cadavres découverts sur les 6 machines suivies lors de 16 passages répartis entre avril et octobre 2016

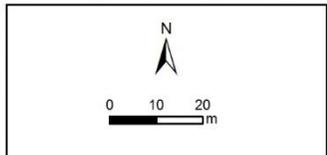
N° de l'éol.	Groupe taxonomique	Date de découverte du cadavre	Espèce	Distance au mât (m)	Coordonnées géographiques (L93) X Y	Informations complémentaires (âge, sexe, mesures de l'avant-bras (AB) ou des doigts, état de dégradation du cadavre)	Statut (migrateur, reproducteur, hivernant)	Listes rouges		Sensibilité au risque de collision avec les éoliennes	Indice de vulnérabilité de l'état de conservation
								Régionales Centre-Val de Loire / Ile-de-France (nicheurs)	Nationale / européenne (non nicheurs)		
E1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E3	Oiseau	14/10/16	Roitelet-triple-bandeau	35	669230,9747 6781588,916	Cadavre présent depuis au moins 3 j	Migrateur	-	LC / LC	Faible à négligeable	Faible (<2,5)
	Chauve-souris	03/08/16	Chauve-souris non identifiée (Pipistrelle très probable)	36	669227,7377 6781588,69	AB = 37,7 mm, en décomposition (pas de crâne)	Locale probable	-	-	-	-
		05/09/16	Pipistrelle commune (/pygmée possible)	25	669237,7709 6781621,055	Femelle, AB = 31,3 mm, en décomposition, détermination à partir de la dentition	Locale probable	LC / NT	-	Forte	Fort (3,5)
E5	Oiseau	21/04/16	Pinson des arbres	20	668539,5311 6781923,215	Femelle, cadavre sec	Local probable	LC / LC	-	Faible à négligeable	Faible (<2,5)
	Chauve-souris	03/08/16	Pipistrelle commune (/pygmée possible)	30	668543,187 6781927,459	Femelle, AB = 31,6 mm, 5ème doigt = 39,5 mm, 3ème doigt = 55 mm, cadavre frais, détermination à partir de la dentition	Locale probable	LC / NT	-	Forte	Fort (3,5)
		03/08/16	Pipistrelle commune (/pygmée possible)	15	668525,7821 6781897,417	AB = 32,3 mm, en décomposition, détermination à partir de la dentition	Locale probable	LC / NT	-	Forte	Fort (3,5)
		30/08/16	Pipistrelle commune (/pygmée possible)	2	668538,9072 6781899,366	AB = 31,4 mm, cadavre sec, détermination à partir de la dentition	Locale probable	LC / NT	-	Forte	Fort (3,5)

N° de l'éol.	Groupe taxonomique	Date de découverte du cadavre	Espèce	Distance au mât (m)	Coordonnées géographiques (L93) X Y	Informations complémentaires (âge, sexe, mesures de l'avant-bras (AB) ou des doigts, état de dégradation du cadavre)	Statut (migrateur, reproducteur, hivernant)	Listes rouges		Sensibilité à la collision avec les éoliennes	Indice de vulnérabilité de l'état de conservation
								Régionales Centre-Val de Loire / Ile-de-France (nicheurs)	Nationale / Européenne (non nicheurs)		
E6	Chauve-souris	05/09/16	Noctule commune	15	668124,7204 6782044,355	Femelle, AB = 54,4 mm, cadavre frais	Migratrice probable	-	NT / LC	Forte	Fort (3,5)
		09/08/16	Pipistrelle commune (/pygmée possible)	15	668119,7521 6782065,741	AB = 32,1 mm, 5ème doigt = 41 mm, 3ème doigt = 54 mm, en décomposition, détermination à partir de la dentition	Locale probable	LC / NT	-	Forte	Fort (3,5)
		26/08/16	Pipistrelle commune (/pygmée possible)	15	668111,5698 6782068,633	AB = 31,3 mm, en décomposition, détermination à partir de la dentition	Locale probable	LC / NT	-	Forte	Fort (3,5)
E8	Oiseau	07/10/16	Rougegorge familial	50	667150,8536 6782318,879	Cadavre de plus de 3 j	Migrateur probable	-	LC / LC	Faible à négligeable	Faible (<2,5)
E11	Oiseau	23/06/16	Martinet noir	33	665626,737 6782755,508	Adulte, cadavre frais	Reproducteur probable (non nicheur directement sur le parc)	LC / LC	-	Faible à négligeable	Faible (<2,5)
		07/10/16	Roitelet-triple-bandeau	47	665601,1296 6782679,424	Male, cadavre de plus de 3 j	Migrateur	-	LC / LC	Faible à négligeable	Faible (<2,5)
		07/10/16	Roitelet-triple-bandeau	51	665575,9475 6782728,397	Cadavre de plus de 3 j	Migrateur	-	LC / LC	Faible à négligeable	Faible (<2,5)
	Chauve-souris	05/09/16	Chauve-souris non identifiée (hors Noctule)	38	665592,7866 6782702,465	Ab = 32,2 mm, 5ème doigt = 41 mm, 3ème doigt = 56 mm, cadavre sec (ne reste qu'une aile)	Locale probable	-	-	-	-
30/08/16		Noctule commune	7	665624,5075 6782728,378	Femelle probable, AB = 52,2 mm, cadavre en décomposition	Migratrice probable	-	NT / LC	Forte	Fort (3,5)	



- Mât
- × Cadavre
- Zone de prospection (rayon de 50 m)

16 passages
du 21 avril au 21 octobre 2016



Ecosphère, Akuo Energie, 2017

Source : Fond Scan25 - IGN ©, Arcgismagery - ESRI ©

5.1.2. Distance au mât et densité de cadavres

Habituellement, 70 à 80 % des cadavres sont retrouvés dans les 20 premiers mètres par rapport au mât des éoliennes (Beucher et al., 2013, Cornut & Vincent, 2011, Écothème, 2012, & Lagrange, 2011, etc.).

Sur ce parc, on constate **une distribution globalement homogène du nombre de cadavres en fonction des classes de distances** (Figure 5). On remarque toutefois que les chauves-souris (*en bleu sur le graphique ci-dessous*) sont découvertes à toutes les distances, tandis que les oiseaux (*en rouge sur le graphique ci-dessous*) le sont plutôt à distance du mât (> 20 m). Cependant, cette figure montre le nombre de cadavres et non pas la densité de cadavres. Or, la surface de prospection est plus importante en s'éloignant du mât, ce qui pourrait donc augmenter les chances d'y trouver des cadavres, s'il n'y avait d'autres biais tel que la facilité de prospection des premiers mètres. La figure suivante (Figure 6) présente ces résultats. **On constate ainsi, qu'il y a nettement plus de cadavres découverts dans les premiers mètres carrés prospectés (72 % dans un rayon de 15 m)**. Cela doit toutefois être pondéré par le faible nombre de cadavres (16) et notamment d'oiseaux (6).

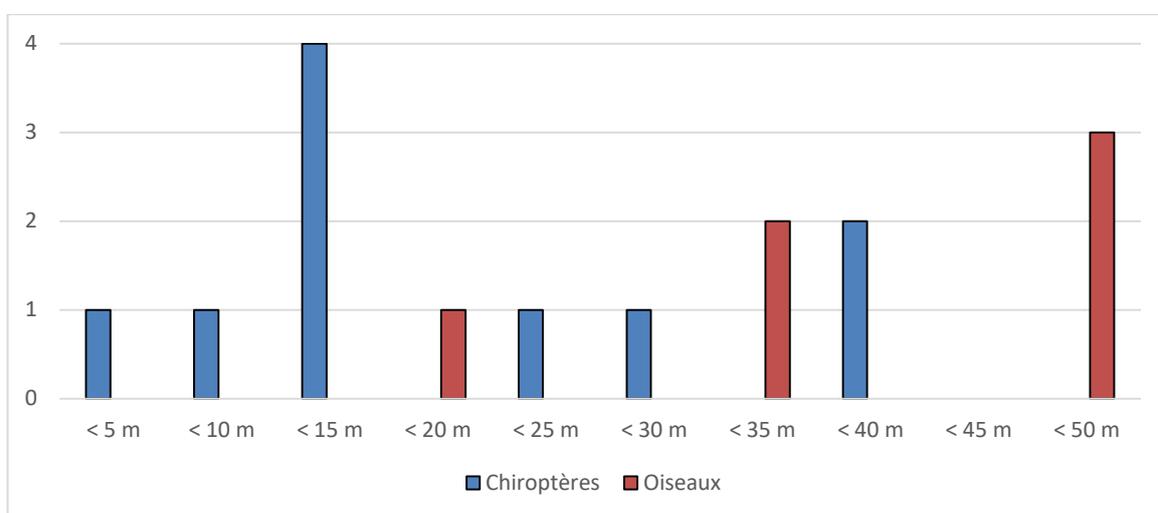


Figure 5 : Répartition du nombre de cadavres de chiroptères et d'oiseaux en fonction de la distance au mât (données non cumulées)

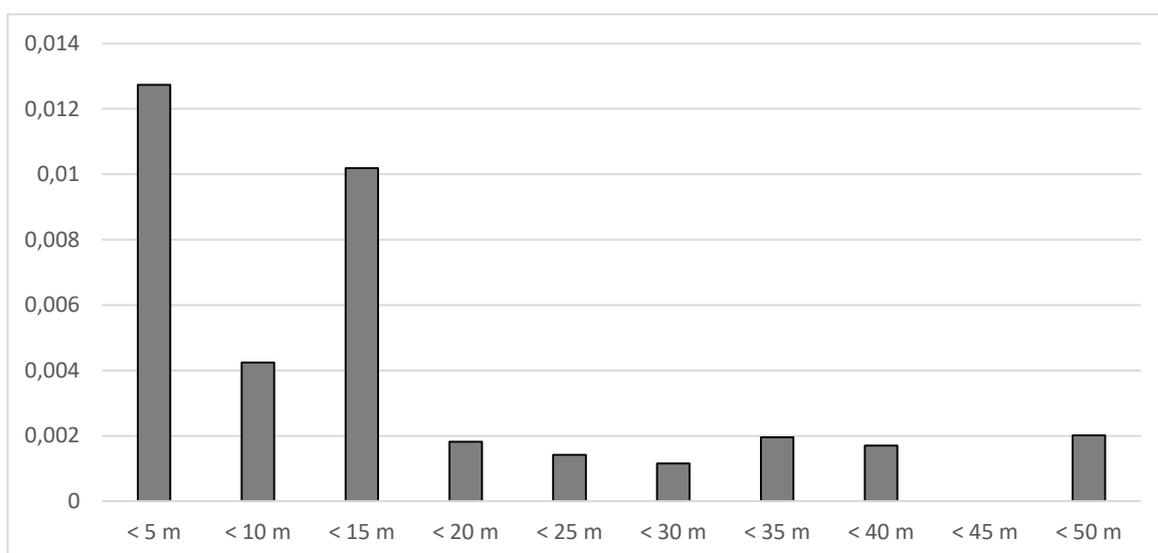


Figure 6 : Densité de cadavres (oiseaux et chiroptères confondus) en fonction de la distance au mât (données non cumulées)

5.1.3. Estimation de la mortalité par extrapolation des données brutes

Les données brutes ont été corrigées à l'aide de traitements statistiques afin d'estimer une mortalité annuelle plus proche de la réalité en réduisant l'influence de biais (voir chapitre 3.1.4).

5.1.3.1. Calculs préliminaires à l'utilisation des modèles statistiques correctifs

❖ *Ajustement de la surface réellement contrôlée a*

Cette évaluation a été faite selon des cercles concentriques de 5 m.

Les différents calculs de surface réellement contrôlée « a » sont présentés ci-dessous. Pour rappel, les méthodes de calcul sont détaillées dans le chapitre 3.1.4.

Surface totale à prospecter (6 éoliennes, avec un rayon de 50 m)	47 100 m ²
Surface prospectée totale (en intégrant l'efficacité du chercheur en occupation du sol non constante)	31 727 m ²
Ajustement par simple proportion (seuil haut des estimations)	1,33
Ajustement par la formule d'Arnett (seuil bas des estimations)	1,45

❖ *Taux de persistance journalière des cadavres p et durée de persistance tm*

Le taux de persistance « p » correspond à la proportion moyenne de cadavres retrouvée au passage suivant, dit de contrôle. Il est ici de **0,10, ce qui est très faible**. Cela signifie que 10 % des cadavres sont retrouvés lors de la visite de contrôle. Ce taux de persistance est toutefois à moduler car il a été calculé uniquement pour les oiseaux, les cadavres de chauves-souris ayant été récoltés pour identification. Notre expérience montre que le taux de persistance des chauves-souris est généralement un peu supérieur à celui des oiseaux.

La durée moyenne de persistance « tm » correspond au **nombre de jours où le cadavre reste en place**.

Si l'on part du principe que le jour de la découverte correspond au jour de la collision, **cette durée est ici de 5,69 j pour les cadavres d'oiseaux**. Toutefois, il peut être intéressant d'ajouter un ou plusieurs jours dans les calculs (mortalité ayant eu lieu un ou plusieurs jours avant la découverte), afin de voir l'impact de ce facteur (tm) sur les résultats finaux. Dans ce cas par exemple, **si l'on rajoute deux journées, tm est égal à 5,89 j**, ce qui reste très proche.

En Allemagne, Niermann *et al.* (2011) ont annoncé que le taux de persistance variait **de 1,3 à 24,5 jours pour une valeur moyenne de 4,2 jours**. En bordure de route au Canada, une carcasse de chauve-souris persisterait maximum 5 jours (Santos *et al.* 2011). Sur le parc de Castelnau-Pégayrols, dans l'Aveyron, le taux de persistance des chiroptères se situe autour de **2,7 jours** (Beucher *et al.*, 2013).

❖ *Taux de détection d (efficacité du chercheur en surface variée)*

Sur les éoliennes du parc, la plateforme représente environ 20 % de la surface prospectée et la visibilité y est systématiquement très bonne. Les 80 % restant ont une visibilité variable en fonction de la période de l'année. Le calcul des taux de détection sont effectués par éolienne et pour chaque passage, soit 96 valeurs (16 passages et 6 éoliennes suivies).

On obtient ainsi les visibilitées moyennes suivantes (plus la valeur est proche de 1, plus la visibilité globale est importante autour de l'éolienne) :

avril	mai-juin	juillet	août-sept-oct
0,58	0,38	0,59	0,75

En moyenne sur l'année, le taux de détection, noté « d », est de 0,66.

❖ Intervalle moyen entre les prospections

Les 16 passages sont espacés d'environ 11,5 jours en moyenne (espacés au début du suivi puis concentrés en août et septembre à raison de 1 chaque semaine).

5.1.3.2. Estimation de la mortalité selon les modèles

Sur la base des différents éléments méthodologiques présentés en 3.1.4 et en 5.1.3.1., la mortalité des six éoliennes suivies a été estimée à partir des paramètres suivants.

Tableau 8 : Synthèse des paramètres pris en compte dans les estimations de mortalité

Paramètres	Explications	Formule	Valeurs pour la totalité des cadavres	Valeurs pour les cadavres de chiroptères seulement
C	Nombre de cadavres découverts sous les 6 éoliennes	-	16	10
d	Taux de détection (=efficacité de l'observateur)	-	Moyenne de 0,66 sur l'année	
p brut (non utilisé dans les calculs)	Taux de persistance durant l'intervalle I	= nbr. de cadavres contrôlés / nbr. de cadavres au départ	0,10	
p selon Jones		= $\exp[-0,5*(I/tm)]$	0,37	
p selon Huso		= $[tm*(1-\exp(-I/tm))]/I$	0,43	
tm	Durée moyenne de persistance	= $[\text{nbr. de cadavres à } j+I] + (\text{nbr. de cadavres à } j+2*I)] / \text{nbr. de cadavres au départ}$	5,69	
I	Intervalle moyen entre 2 visites	-	11,48	
Î	Intervalle effectif	= $-\log(0,01) * tm$	11,38	
ê	Coefficient correcteur de l'intervalle	= $\text{Min}(I : \hat{I}) / I$	0,99	
A	Coefficient de correction surfacique selon Arnett	-	1,45	1,41
a	Coefficient de correction surfacique selon une relation simple	-	1,33	
n	Nombre de passages	-	16	

Les deux tableaux ci-dessous présentent les estimations selon deux modèles différents et selon plusieurs paramètres variables. Il faut toutefois savoir **que les estimations proposées par Huso sont surtout valables pour des temps de persistances longs comme cela s'observe aux États-Unis, mais moins en Europe.** Par conséquent, **le modèle retenu prioritairement est celui proposé par Jones.** Toutefois, on observe que les résultats obtenus avec les deux modèles sont similaires.

Tableau 9 : Estimation du nombre de cadavres total sur les six éoliennes suivies selon différents modèles et facteurs

	Selon Jones	Selon Huso
Toutes espèces	Entre 45,8 (coefficient surfacique d'Arnett) et 50,1 (proportion simple)	Entre 39,0 (coefficient surfacique d'Arnett) et 42,7 (proportion simple)
Chiroptères	Entre 29,4 (coefficient surfacique d'Arnett) et 31,3 (proportion simple)	25,0 (selon le coefficient surfacique d'Arnett et celui par proportion simple)

Étant principalement basées sur des valeurs moyennes, ces estimations de la mortalité réelle doivent donc bien être prises seulement comme telles. Des variations interannuelles sont évidemment à envisager. De plus, pour obtenir des estimations pour le parc complet comptant 12 éoliennes, ces résultats sont simplement multipliés par deux ; même si la mortalité n'est probablement pas linéairement proportionnelle.

Pour conclure, on peut estimer la mortalité réelle de ce parc de 12 éoliennes à environ 96 cadavres par an en moyenne (toutes espèces confondues), soit environ 8 cadavres par éolienne et par an. Les chiroptères représentent environ 60 cas de mortalité par an en moyenne, soit environ 5 cas par éolienne et par an.

Pour information, Korner Nievergelt *et al.* (2013) annonçaient, après leurs importants travaux en Allemagne, une mortalité estimée de 10 à 12 chauves-souris tuées par éolienne par an soit de l'ordre de 6 à 8 chauves-souris tuées par MW produit sans mesure de réduction. En Grande Bretagne, le taux de mortalité moyen a été estimé à 7,92 chauves-souris par éolienne par an lors d'une étude nationale sur 46 parcs éoliens (Mathews, 2011), ce qui est assez comparable aux données allemandes même si le taux est inférieur.

5.2. Suivi de fréquentation ornithologique

Voir l'annexe 3 pour le détail des espèces observées et la carte 5.

Un total de 53 espèces a été contacté sur le parc ou aux abords au cours des suivis de 2016.

5.2.1. Espèces nicheuses

23 espèces se reproduisent sur le parc et dans un rayon de 500 m autour de celui-ci. Ce périmètre comprend principalement des grandes cultures mais également des friches et une plantation arborée. On trouve ainsi principalement des espèces des milieux cultivés (Alouette des champs, Bergeronnette printanière, Busard Saint-Martin, Caille des blés, Edicnème criard, Perdrix grise, etc.) réparties sur l'ensemble du site, et des espèces nichant dans le petit bois jeune et planté au sud d'E6 (mésanges, Rougegorge familier, Pouillot véloce, etc.).

14 autres espèces se reproduisent aux abords. Parmi ces espèces, la plupart sont susceptibles de fréquenter le parc en transit ou lors de la recherche alimentaire, c'est notamment le cas des corvidés, ou encore de rapaces tels que la Buse variable, le Milan noir et le Faucon hobereau (nicheurs probables pour les deux dernières espèces), etc. La plupart des espèces nicheuses aux abords le sont dans la vallée du Fusain, au sud du parc, voire dans les habitations les plus proches (Pilvernier au nord).

Il faut noter la présence remarquable du Courlis cendré à 1 km à peine au nord-ouest de l'éolienne E12 sur une parcelle humide en jachère au sud de la ferme "L'Avenir". Un couple y a été contacté le 23 mai 2016. Étant donné le fait qu'aucun individu n'a été revu lors des passages suivants, la nidification n'est pas



confirmée cette année, mais elle reste probable. Ce secteur est connu depuis plusieurs années pour abriter un couple nicheur. En 2004, il a donné trois jeunes au nord de la ferme des Vaneaux. Des oiseaux sont à nouveau observés en 2006 (comm. pers. Joël Savry). Depuis 2010, il a niché régulièrement sur le secteur. En 2015, un couple était présent sur une autre parcelle à 250 m à l'est, au sud de la ferme des Vaneaux (comm. pers. Jaime Crespo). Cette espèce était méconnue en Ile-de-France au moment de la validation de la Liste Rouge Régionale et son statut est « Non Applicable » par manque d'information. **À ce jour, cette espèce apparaît plutôt en danger critique d'extinction dans la région, avec cet unique secteur où la reproduction s'effectue ponctuellement.**

Cette espèce niche également de façon irrégulière à 3 km au sud du parc, dans le Marais de Mignerette (site Natura 2000 et ZNIEFF gérés par le Conservatoire d'Espaces Naturels de la région Centre-Val de Loire).

Photo 16 : Courlis cendré (Y. Dubois - Écosphère)



Photo 17 : Parcelle où a été observé le couple de Courlis cendré en mai 2016, devant l'éolienne E12 pour la photo de gauche (M. Acqueberge et T. Cherpitel - Écosphère)

Parmi ces espèces nicheuses, 7 sont vulnérables au risque de collision :

- le **Faucon hobereau**, l'**Œdicnème criard** et le **Vanneau huppé** (vulnérabilité de 2,5 - niveau moyen) ;
- le **Busard Saint-Martin**, le **Courlis cendré** et le **Faucon crécerelle** (vulnérabilité de 3 - niveau assez fort) ;
- le **Milan noir** (vulnérabilité de 3,5 - niveau fort).

5.2.2. *Espèces migratrices, hivernantes ou erratiques*

15 espèces appartiennent à cette catégorie et ne nichent pas dans l'aire d'étude, 16 autres espèces sont également nicheuses. Il s'agit de **migrateurs** qui traversent seulement le secteur, s'y arrêtant ou pas, d'**hivernants** en provenance du nord de l'Europe, ou encore d'**oiseaux au comportement erratique**, qui peuvent fréquenter la zone même en période estivale (immatures, adultes ayant raté leur reproduction...).

Parmi ces 15 espèces non nicheuses, 3 ont un indice de vulnérabilité supérieur ou égal à 2,5 (équivalent au niveau au moins moyen). Ces espèces sont :

- le **Busard Saint-Martin**, présent toute l'année, également nicheur sur le parc (vulnérabilité assez forte) ;
- le **Faucon crécerelle**, présent toute l'année, également nicheur sur le parc et (vulnérabilité assez forte) ;
- le **Vanneau huppé**, en stationnement migratoire et en migration active en petite quantité mais pas en hivernage, également nicheur sur le parc (vulnérabilité moyenne).

Plusieurs autres espèces sont connues pour leur sensibilité au risque de collision, mais leur statut de conservation est favorable et leur vulnérabilité faible (Héron cendré et Mouette rieuse).

❖ Rappel concernant les stratégies migratoires

On distingue deux modes opératoires pour les oiseaux migrateurs :

- les espèces pratiquant le **vol battu** : il s'agit d'oiseaux de taille moyenne à petite qui migrent majoritairement de nuit (2/3 des effectifs) mais peuvent également migrer la journée. Certains peuvent utiliser un mode de migration particulier, la *migration rampante*. Ils suivent alors leur axe migratoire en vols successifs très courts, sur 100 à 300 m, où les oiseaux s'arrêtent quelques secondes à quelques minutes dans les zones buissonnantes ou arborées qui leur assurent nourriture et protection ;
- les espèces pratiquant le **vol plané** : il s'agit des plus gros oiseaux, aux ailes larges, à savoir les planeurs (rapaces et autres voiliers tels que les grues et les cigognes). Ils dépendent fortement des ascendances thermiques.

Le tableau ci-après détaille les grandes familles de migrateurs selon le type de vol.

Tableau 10 : Classement des migrateurs selon le type de vol

Type de vol	Migration nocturne (2/3 des effectifs)	Migration diurne (1/3 des effectifs)
Vol battu	Migrateurs transsaharien à longue distance : multiples passereaux, limicoles, anatidés, Caille des blés etc.	Surtout migrateurs de fin d'automne : granivores (alouettes, bruants, fringilles etc.), grives et quelques insectivores (bergeronnettes, pipits etc.).
	Migrateurs à courte distance de fin d'automne : alouettes, grives etc. <i>dont migration « rampante » de certains petits passereaux (mésanges, pouillots, roitelets, etc.) en volant d'un buisson à l'autre</i>	
Vol plané	-	Rapaces et autres voiliers (ex : cigognes) - utilisation des ascendances thermiques

La mise en œuvre des études radar a montré que **les deux tiers des oiseaux migrent de nuit**¹² (Zucca, 2015). Il s'agit des espèces pratiquant le vol battu et cela concerne une majorité des passereaux. Cette migration nocturne suit l'évolution des conditions météorologiques et semble peu influencée par les facteurs liés au site d'étude en lui-même. Des études menées en Allemagne et en Suisse montrent en effet que 90 à 95 % des oiseaux migrent à plus de 700 m (plus précisément, entre 700 et 900 m). Ils volent plus haut que les migrateurs diurnes, bien au-dessus des éoliennes et des structures paysagères locales. Ils sont par conséquent moins sensibles au risque de collision.

En revanche, environ **un tiers des oiseaux migrent de jour** :

- une partie des espèces pratiquant le vol battu est capable de poursuivre le trajet lorsque les conditions s'y prêtent, quelques-unes exploitent notamment les infrastructures paysagères (bois, haies, bosquets, zones humides, etc.) pour transiter par migration « rampante » ;
- les oiseaux planeurs dépendent des ascendances thermiques qui sont formées naturellement par la convection de l'air et surtout lorsque les vents buttent sur le relief.

Qu'il s'agisse des oiseaux pratiquant le vol battu ou des planeurs, les caractéristiques paysagères ou topographiques d'un site peuvent favoriser l'apparition de voies de passage locales (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 11 : Typologie des migrateurs selon le contexte géographique et paysager

Type de vol	Contexte non lié à la localisation du projet	Contexte lié à la localisation du projet
		<i>Couloir migratoire régional</i>

¹² Pour les raisons généralement admises de gain de temps (la migration diurne nécessite des pauses pour l'alimentation), économie d'énergie (vents plus stables la nuit) et minimisation des risques de prédation, d'hyperthermie et de déshydratation.

Vol battu	Migration diffuse « aléatoire », selon les conditions atmosphériques	Migration « rampante » le long des structures paysagères
Vol plané		Migration par « vol de pente » grâce aux reliefs : pentes des coteaux et des buttes

Par vent arrière, la plupart des migrateurs volent beaucoup plus haut (jusqu'à plusieurs milliers de mètres d'altitude) car le vent est plus fort. Cela permet aux oiseaux de voler plus vite (jusqu'à 30 % de plus au-delà de 5 000 m). Les oiseaux sont alors peu détectables même dans les conditions les plus favorables. En revanche, ils sont plus faciles à repérer lors de conditions difficiles (vent contraire, temps de traîne, etc.) car ils volent à faible hauteur, où la vitesse du vent est plus réduite. On notera par contre que les rapaces apprécient un léger vent contre, qui leur permet de monter en altitude facilement. La progression peut être lente mais les dépenses énergétiques sont très faibles, l'oiseau ne battant presque pas des ailes.



Photo 18 : Busard Saint-Martin (à gauche) et Buse variable, deux adeptes du vol plané lors de leurs migrations.



Photo 19 : Pigeon colombin. L'espèce est adaptée au vol battu et à la migration en groupes. (Photos L. Spanneut - Écosphère)

À noter également qu'à la période de migration postnuptiale, les jeunes oiseaux sont plus sensibles aux problèmes de vent que les adultes.

5.2.3. Conclusion sur le suivi de fréquentation ornithologique

7 espèces observées sur le parc sont vulnérables au risque de collision selon le protocole national (Ministère de l'Environnement, 2015). Il s'agit de :

- **4 rapaces** : le Busard Saint-Martin, le Faucon crécerelle (présents toute l'année et nicheur sur le parc), le Milan noir et le Faucon hobereau (nicheurs probables aux abords) ;
- **3 limicoles** : le Vanneau huppé (nicheur sur le parc et présent en halte migratoire), l'Œdicnème criard (nicheur sur le parc) et le Courlis cendré (nicheur aux abords).

5.3. Suivi de fréquentation chiroptérologique

Voir les annexes 4 et 5 pour le détail des espèces observées et des analyses chiroptérologiques et la carte 6.

5.3.1. Description des peuplements

La méthode d'inventaire est détaillée au chapitre 3.2.2. Pour rappel, des enregistreurs (SM2BAT+) ont été déposés sur des nuits complètes au pied de quatre éoliennes suivies pour la mortalité, les éoliennes E1, E6, E8 et E11. Six passages ont été réalisés, soit un total de 24 nuits complètes d'enregistrement.

Un minimum de 9 espèces a été contacté au pied des quatre éoliennes suivies : les Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, les Noctules commune et de Leisler, la Sérotine commune, le Grand Murin, le Murin de Natterer et la Barbastelle d'Europe.

L'activité des chiroptères semble homogène sur les quatre points, avec un niveau globalement faible à très faible toute l'année, en lien direct avec l'absence de milieux favorables directement autour des mats. On constate **une activité légèrement plus importante au pied de l'éolienne 6** (niveau d'activité moyen fin juin), éolienne au pied de laquelle se trouve une jachère et éolienne la plus proche de la jeune plantation boisée et des friches au sud du parc.

Au printemps, l'activité est peu importante et comprend principalement des Pipistrelles communes. Quelques contacts de Noctule de Leisler attestent de **son passage en migration au-dessus du parc**.

En été, on peut distinguer la nuit du 4 juillet, dont **l'activité au pied des quatre éoliennes suivies est exceptionnelle avec un niveau quasi-permanent** (jusqu'à 1 265 contacts par heure, avec une moyenne allant jusqu'à 725 contacts - soit 12 contacts en moyenne par minute sur l'ensemble de la nuit). **Cette activité est principalement due aux pipistrelles** (99,5 % des contacts), dont la Pipistrelle de Nathusius, espèce non reproductrice sur le site et ici probablement en erratisme (regroupements de mâles par exemple). La Noctule commune est également bien présente. Cette activité très importante sur une nuit d'été peut être la conséquence d'émergence d'insectes, ayant drainé les populations locales sur le site, exacerbée par la présence des jeunes à l'envol (présence de cris sociaux de type mère-jeune chez la Pipistrelle commune). **Le secteur abrite donc potentiellement plusieurs colonies de reproduction**, tels que dans les villages et hameaux alentours pour les pipistrelles et la Sérotine commune, et la vallée du Fusain pour la Noctule commune.

A l'automne, c'est en septembre que l'activité plus importante, les conditions météorologiques limitant celle-ci par la suite (aucun contact sur la nuit du 14 octobre, ayant une température autour de 11°C, avec quelques averses). Les enregistrements à cette saison montrent classiquement **la plus grande diversité spécifique**.

Tableau 12 : Résultats des enregistrements chiroptérologiques (nombre de contacts bruts par espèce ou groupe d'espèces et par nuit d'enregistrement)

Espèce	Printemps	Été		Automne			Total de contacts par espèce	
	23-mai	22-juin	04-juil	22-sept	06-oct	14-oct		
Pipistrelle commune	123	210	9232	144	95	pas de chiroptères	9804	78%
Pipistrelle de Kuhl	1	2	149	1			153	1%
Pipistrelle de Kuhl / de Nathusius		1	63	4			68	1%
Pipistrelle commune / de Nathusius	1	2	1461	11			1475	12%
Pipistrelle de Nathusius			942		2		944	8%
Noctule commune	2			3			5	<1%
Sérotine commune		4	38	9			51	<1%
Sérotule		1					1	<1%
Murin sp.		9	18		1		28	<1%
Noctule de Leisler		1		1			2	<1%
Noctule sp.				2			2	<1%
Murin de Natterer			1				1	<1%
Grand Murin			8				8	<1%
Barbastelle d'Europe				1			1	<1%
Total par saison	127	230	11912	176	98		0	12543

Tableau 13 : Définition des niveaux d'activité par éolienne et par nuit d'enregistrement, à partir de la meilleure heure de la nuit, soit le maximum de contacts sur une heure

Maximum de contacts sur une heure (nombre moyen de contacts par heure sous chaque maximum en grisé)		E1	E6	E8	E11
printemps	23/05/2016	29 5,6	10 2,7	31 5,3	1 0,2
	NIVEAU D'ACTIVITE	faible	très faible	faible	très faible
été	22/06/2015	28 5,5	70 10,6	17 5,9	31 7,4
	NIVEAU D'ACTIVITE	faible	moyenne	faible	faible
	04/07/2016	1265 725,4	724 154,6	788 452,7	661 167,8
	NIVEAU D'ACTIVITE	quasi-permanent	quasi-permanent	quasi-permanent	quasi-permanent
automne	22/09/2016	21 3	17 2,1	53 6,7	15 2,7
	NIVEAU D'ACTIVITE	faible	faible	faible	faible
	06/10/2016	34 3,5	0 0	33 3,4	11 1
	NIVEAU D'ACTIVITE	faible	très faible	faible	faible
	14/10/2016	0 0	0 0	0 0	0 0
	NIVEAU D'ACTIVITE	très faible	très faible	très faible	très faible

5.3.2. Conclusion sur le suivi de fréquentation chiroptérologique

Un minimum de 9 espèces vole au pied des éoliennes du parc, la plupart étant vulnérables au risque de collision d'après le protocole national actuellement en vigueur. On notera notamment :

- les **Pipistrelles commune et de Kuhl** et la **Sérotine commune** ayant probablement des colonies aux abords et exploitant le parc régulièrement ;
- la **Noctule commune** également reproductrice aux abords mais fréquentant aussi le parc lors des migrations printanière et automnale ;
- la **Pipistrelle de Nathusius** dont des individus exploitent le parc en été et traversent le parc en migration ;
- et la **Noctule de Leisler** présente en migration.

La fréquentation du parc reste globalement faible, à l'exception de nuits de chasse exceptionnelles début juillet pour les Pipistrelles et la Sérotine commune seulement à l'occasion d'émergences d'insectes et d'envol des jeunes. Des gîtes d'été sont donc probables dans les villages et hameaux proches, ainsi que dans les secteurs boisés des environs, tels que la vallée du Fusain (3 km au sud du parc). La faible diversité spécifique observée sur le parc est typique d'un plateau céréalier. Il est possible que le parc génère un effet d'aversion pour certaines espèces.

5.4. Focus sur les oiseaux et les chiroptères vulnérables et conclusion

5.4.1. Focus sur les oiseaux vulnérables au risque de collision

Parmi ces espèces nicheuses, 7 sont vulnérables au risque de collision :

- le **Faucon hobereau**, l'**Œdicnème criard** et le **Vanneau huppé** (vulnérabilité de 2,5 - niveau moyen) ;
- le **Busard Saint-Martin**, le **Courlis cendré** et le **Faucon crécerelle** (vulnérabilité de 3 - niveau assez fort) ;
- le **Milan noir** (vulnérabilité de 3,5 - niveau fort).

Parmi ces 15 espèces non nicheuses, 3 ont un indice de vulnérabilité supérieur ou égal à 2,5 (équivalent au niveau au moins moyen). Ces espèces sont :

- le **Busard Saint-Martin**, présent toute l'année, également nicheur sur le parc (vulnérabilité assez forte) ;
- le **Faucon crécerelle**, présent toute l'année, également nicheur sur le parc et (vulnérabilité assez forte) ;
- le **Vanneau huppé**, en stationnement migratoire et en migration active en petite quantité mais pas en hivernage, également nicheur sur le parc (vulnérabilité moyenne).

Ainsi, un total de 7 espèces vulnérables selon le protocole national (Ministère de l'Environnement, 2015) est traité dans le tableau et représenté sur la carte¹³ ci-dessous.

¹³ A l'exception du Milan noir et du Faucon hobereau dont la nidification est seulement probable (nid non localisé) et trop éloignée pour être représentée.

Tableau 14 : Oiseaux vulnérables fréquentant le parc

Nom commun	Statut de conservation européen et national	Statut de conservation régional	Sensibilité à l'éolien (nombre de cas de mortalité connus en Europe – Dürr, décembre 2016)	Indice de vulnérabilité (à partir du protocole national : Ministère de l'Environnement, 2015 selon la méthode décrite en 3.3.1)	Fréquentation du parc éolien	Niveau d'impact avéré et risque de collision
Busard Saint-Martin	Annexe 1 dir. « Oiseaux », quasi menacé en Europe, en préoccupation mineure en France	Quasi menacé en région Centre-Val de Loire et vulnérable en Ile-de-France	Moyenne (7 cas en Europe, 1 en France)	Assez fort (3) en nidification	Assez commun en nidification aux abords et sur le parc.	Faible : Aucun cadavre n'a été recensé sur le parc. Le nombre de collision en Europe est très faible malgré une population importante dans les plaines cultivées, où le parc éolien du Gâtinais est implanté. Cela correspond aux habitudes de vol de cette espèce, chassant presque systématiquement sous les pales. Par ailleurs, la mortalité potentielle d'un seul individu ne remet pas en cause l'état de conservation des populations du secteur.
				Moyen (2,5) en migration et en hivernage	Migration régulière en faible effectif. Stationnement prouvé aux abords.	
Hivernage probable.						
Courlis cendré	Vulnérable en Europe et en France	En danger d'extinction en région Centre-Val de Loire et non applicable en Ile-de-France	Faible à négligeable (11 cas en Europe, aucun en France)	Assez fort (3) en nidification	Nidification irrégulière au nord du site.	Faible : Aucun cadavre n'a été recensé sur le parc. Le seul couple nicheur du secteur niche de façon irrégulière et à distance du parc. Aucun habitat de reproduction ou d'alimentation, susceptible d'attirer des individus en zone à risque, n'est favorable à proximité des éoliennes. Le Courlis cendré chasse au sol et vol peu à hauteur de pale en période de reproduction. Par ailleurs, la majorité des cas de mortalité chez cette espèce proviennent de parcs situés sur le littoral.
				Moyen (2,5) en migration et en hivernage	Migration nocturne possible au-dessus du site.	
Hivernage : -						
Faucon crécerelle	Préoccupation mineure en Europe et en France	Préoccupation mineure dans les deux régions	Assez forte (490 cas en Europe, 65 en France)	Moyen (2,5) toute l'année	Présent toute l'année sur le parc.	Faible : Aucun cadavre n'a été recensé sur le parc. Malgré sa présence continue à proximité des éoliennes, le risque réel de collision est moins important qu'il ne semble l'être car une part importante de cadavres proviennent d'Andalousie et correspondent à des migrateurs traversant la mer Méditerranée au niveau de Gibraltar. Les individus locaux restent susceptibles d'être touchés mais la mortalité potentielle d'un seul individu ne remet pas en cause l'état de conservation des populations du secteur.
Faucon hobereau	Préoccupation mineure en Europe et en France	Quasi menacé dans les deux régions	Moyenne (26 cas en Europe, 5 en France)	Moyen (2,5) en nidification	Nidification probable aux abords (vallée du Fusain ?), fréquente le site très ponctuellement.	Faible : Aucun cadavre n'a été recensé sur le parc. La fréquentation y reste très limitée en été et semble se limiter à de simples traversées très ponctuelles (aucun habitat favorable à la chasse autour des éoliennes).
				Faible (2) en migration et en hivernage	Migration non constatée.	
Hivernage : -						

Nom commun	Statut de conservation européen et national	Statut de conservation régional	Sensibilité à l'éolien (nombre de cas de mortalité connus en Europe – Dürr, décembre 2016)	Indice de vulnérabilité (à partir du protocole national : Ministère de l'Environnement, 2015 selon la méthode décrite en 3.3.1)	Fréquentation du parc éolien	Niveau d'impact avéré et risque de collision
Milan noir	Annexe 1 dir. « Oiseaux », en préoccupation mineure en Europe et en France	Vulnérable dans les deux régions	Assez forte (129 cas en Europe, 19 en France)	Fort (3,5) en nidification	Erratisme ou nidification probable aux abords (vallée du Fusain ?), fréquente le site très ponctuellement.	Faible : Aucun cadavre n'a été recensé sur le parc. La fréquentation y reste très limitée en été et semble se limiter à de simples traversées très ponctuelles (aucun habitat favorable à la chasse autour des éoliennes).
				Moyen (2,5) en migration et en hivernage	Migration non constatée.	
					Hivernage : -	
Œdicnème criard	Annexe 1 dir. « Oiseaux », en préoccupation mineure en Europe et quasi menacé en France	Préoccupation mineure en région Centre-Val de Loire et quasi menacé en Ile-de-France	Moyenne (14 cas en Europe, aucun en France)	Moyen (2,5) en nidification	Commun en nidification, avec 3 couples repérés en 2016 autour des éoliennes. Pas de regroupements postnuptiaux sur le parc.	Faible : Aucun cadavre n'a été recensé sur le parc. Le comportement de cette espèce limite généralement le risque de collision en période de reproduction (majorité de déplacement au sol ou en vol rasant). Par ailleurs, la totalité des cadavres a été trouvée en Espagne et les populations locales sont en bon état de conservation (la mortalité potentielle d'un individu ne remet pas en cause l'état de conservation des populations du secteur).
				Moyen (2,5) en migration et en hivernage	Migration nocturne supposée au-dessus du site, stationnements non constatés.	
					Hivernage : -	
Vanneau huppé	Vulnérable en Europe et en préoccupation mineure en France	Vulnérable dans les deux régions	Faible à négligeable (23 cas en Europe, aucun en France)	Moyen (2,5) en nidification	Commun en nidification, avec 4 couples repérés en 2016 autour des éoliennes. Petits regroupements postnuptiaux sur le parc.	Faible : Aucun cadavre n'a été recensé sur le parc. Les quelques cadavres recensés en Europe proviennent du nord et de l'est du continent, où la densité de l'espèce est bien plus importante en période de reproduction. Malgré son état de conservation globalement défavorable en France et sur les deux régions concernées, son comportement (évitement des éoliennes et recherche alimentaire au sol comme l'Œdicnème criard) expliquent sa faible sensibilité et un faible risque de collision au niveau du parc.
				Moyen (2,5) en migration et en hivernage	Petits groupes en stationnement migratoire et en vol migratoire.	
					Pas d'hivernage constaté.	

Suivi de la mortalité et de la fréquentation des chiroptères et des oiseaux - Communes de Mondreville, Gironville (77) et Sceaux-du-Gâtinais (45)



- Eolienne
- Aire d'étude rapprochée (500 m)
- Territoire de Busards Saint-Martin
- Zone d'hivernation ou halte migratoire pour de petits groupes de Vanneaux huppés
- Parcelle de nidification probable du Courlis cendré en 2016

Indice de vulnérabilité

Très fort (4-4,5)*	Moyen (2,5)*
Fort (3,5)*	Faible (0,5 à 2)*
Assez fort (3)*	

* Valeur définie sur la base du protocole national (2015)

Oiseaux

Bsm Busard Saint-Martin	Oc Oedicnème criard
Cc Courlis cendré	Vh Vanneau huppé
Fc Faucon crécerelle	

N

0 250 500 m

Écosphère, Akuo Energie, 2017
Source : Fond Scan25 - IGN © - Ortho BING ©

5.4.2. Focus sur les chiroptères vulnérables au risque de collision

Toutes les espèces recensées au pied des quatre éoliennes sont inscrites à l'annexe IV de la directive « Habitats » et sont protégées en France par l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 au titre des individus et de leurs habitats. Deux espèces, la Barbastelle d'Europe et le Grand Murin, sont également inscrites à l'annexe II de cette directive.

Parmi les **neuf espèces recensées, huit sont vulnérables au risque de collision avec les pales d'éoliennes, selon le protocole national en vigueur actuellement**. Elles sont présentées dans le tableau et représentées sur la carte ci-après (seul le Murin de Natterer, espèce non menacée et très peu sensible, n'est pas présenté).

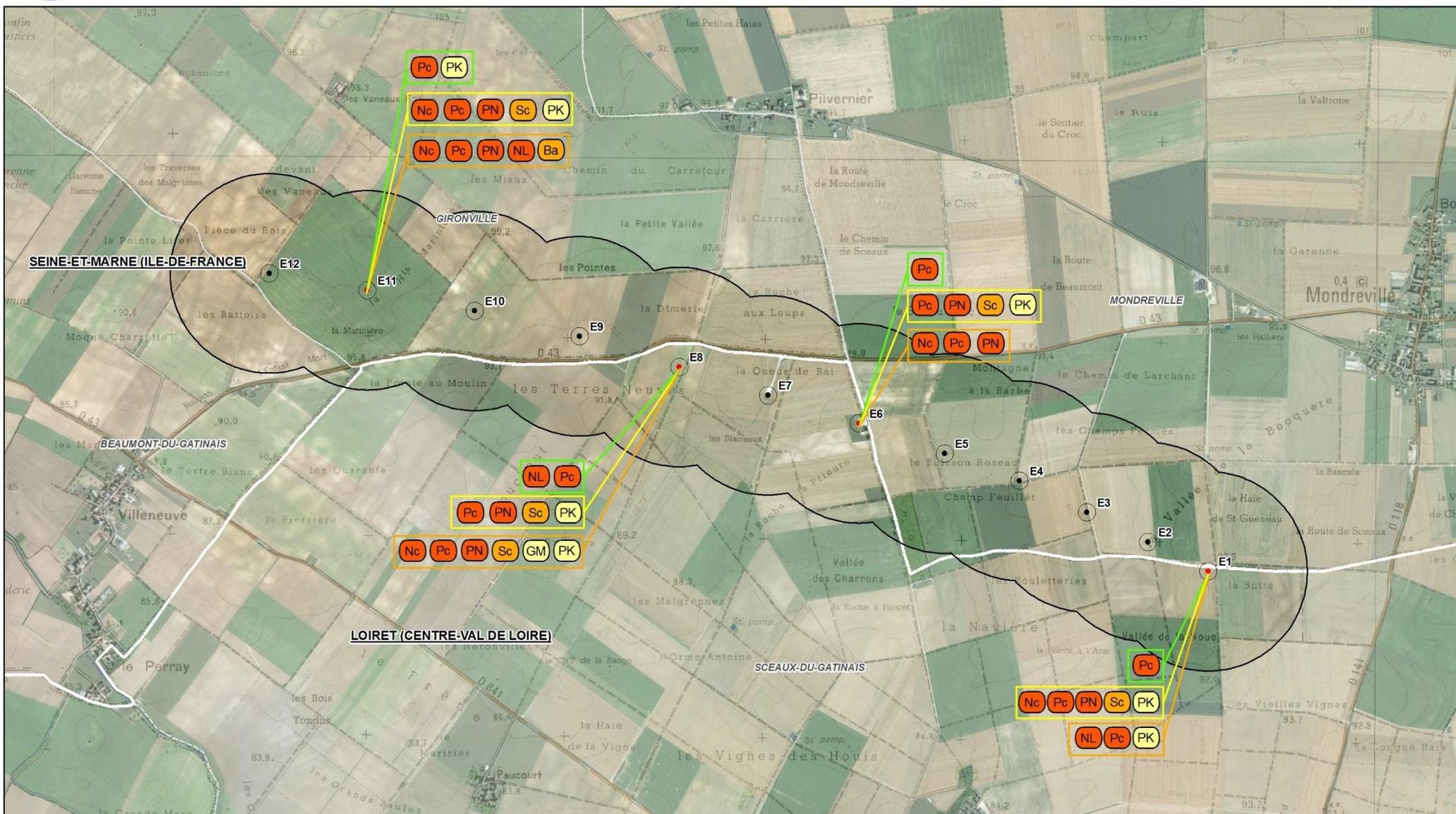
Tableau 15 : Chiroptères vulnérables fréquentant le parc

Nom commun	Statut de conservation européen et national	Statut de conservation régional	Sensibilité à l'éolien (nombre de cas de mortalité connus en Europe – Eurobats et Dürr, décembre 2016)	Indice de vulnérabilité (à partir du protocole national : Ministère de l'Environnement, 2015 selon la méthode décrite en 3.3.1) ¹⁴	Fréquentation du parc éolien	Niveau d'impact avéré et risque de collision
Barbastelle d'Europe	Annexes II et IV dir. « Habitats », vulnérable en Europe et en préoccupation mineure en France	Quasi menacée en région Centre-Val de Loire et en danger critique d'extinction en Ile-de-France	Faible à négligeable (7 cas en Europe, 3 en France)	Assez fort (3)	Occasionnelle : 1 seul contact fin septembre	Faible : aucun cadavre recensé sur le parc et espèce peu sensible au risque de collision
Grand Murin	Annexes II et IV dir. « Habitats », en préoccupation mineure en Europe et en France	Préoccupation mineure en région Centre-Val de Loire et vulnérable en Ile-de-France	Faible à négligeable (6 cas en Europe, 2 en France)	Moyen (2,5)	Occasionnel : 8 contacts sur une nuit début juillet	Faible : aucun cadavre recensé sur le parc et espèce peu sensible au risque de collision
Noctule commune	Annexe IV dir. « Habitats », en préoccupation mineure en Europe et quasi menacée en France	Quasi menacée dans les deux régions	Forte (1256 cas en Europe, 82 en France)	Fort (3,5)	Migratrice régulière : seulement contactée au printemps et à l'automne	Assez fort : deux cadavres découverts sous deux éoliennes suivies, mais les flux de cette espèce sur le parc sont peu importants
Noctule de Leisler	Annexe IV dir. « Habitats », en préoccupation mineure en Europe et quasi menacée en France	Quasi menacée dans les deux régions	Forte (532 cas en Europe, 79 en France)	Fort (3,5)	Irrégulière : seulement 1 contact fin juin et fin septembre	Assez fort : un cadavre découvert sur éolienne non suivie, mais les flux de cette espèce sur le parc sont peu importants
Pipistrelle commune	Annexe IV dir. « Habitats », en préoccupation mineure en Europe et en France	Préoccupation mineure en région Centre-Val de Loire et quasi menacée en Ile-de-France	Forte (1612 cas en Europe, 471 en France)	Fort (3,5)	Très commune : présente sur toute la période d'activité avec un pic à plus de 9 000 contacts sur la nuit du 4 juillet	Moyen : six cadavres découverts sur trois éoliennes suivies et six autres sur les éoliennes non suivies ; cette espèce est cependant extrêmement abondante en France et en Europe, ainsi le nombre de cadavres reste modéré au regard des tailles de populations estimées

¹⁴ Pour les trois espèces migratrices (noctules et Pipistrelle de Nathusius), l'indice de vulnérabilité est ici le même toute l'année (statut de conservation identique en France et dans les deux régions concernées par le suivi).

Nom commun	Statut de conservation européen et national	Statut de conservation régional	Sensibilité à l'éolien (nombre de cas de mortalité connus en Europe – Eurobats et Dürr, décembre 2016)	Indice de vulnérabilité (à partir du protocole national : Ministère de l'Environnement, 2015 selon la méthode décrite en 3.3.1) ¹⁴	Fréquentation du parc éolien	Niveau d'impact avéré et risque de collision
Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV dir. « Habitats », en préoccupation mineure en Europe et en France	Préoccupation mineure dans les deux régions	Assez forte (273 cas en Europe, 120 en France)	Moyen (2,5)	Commune : quelques contacts dispersés sur toute la période d'activité avec un pic de 149 contacts sur la nuit du 4 juillet	Faible : aucun cadavre recensé sur le parc
Pipistrelle de Nathusius	Annexe IV dir. « Habitats », en préoccupation mineure en Europe et quasi menacée en France	Quasi menacée dans les deux régions	Forte (1157 cas en Europe, 145 en France)	Fort (3,5)	Abondante en été : presque 1000 contacts sur la nuit du 4 juillet, occasionnelle en migration automnale	Assez fort : cette espèce est bien présente en été mais aucun cadavre n'a été recensé sur le parc
Sérotine commune	Annexe IV dir. « Habitats », en préoccupation mineure en Europe et en France	Préoccupation mineure en région Centre-Val de Loire et vulnérable en Ile-de-France	Moyenne (95 cas en Europe, 16 en France)	Assez fort (3)	Régulière en été : contactée entre fin juin et fin septembre sur le site avec un maximum de 38 contacts le 4 juillet	Faible : aucun cadavre recensé sur le parc

Suivi de la mortalité et de la fréquentation des chiroptères et des oiseaux - Communes de Mondreville, Gironville (77) et Sceaux-du-Gâtinais (45)



<p>□ Aire d'étude rapprochée (500 m)</p> <p>● Elienne suivi par SM2 (nuit complète)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Oui ● Non 	<p>Période d'inventaire</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Printemps □ Été □ Automne 	<p>Indice de vulnérabilité</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Très fort (4-4,5)* ■ Fort (3,5)* ■ Assez fort (3)* □ Moyen (2,5)* □ Faible (0,5 à 2)* <p>* Valeur définie sur la base du protocole national (2015)</p>	<p>Chiroptères</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nc Noctule commune ■ NL Noctule de Leisler ■ Pc Pipistrelle commune ■ PN Pipistrelle de Nathusius ■ Ba Barbastelle d'Europe ■ Sc Sérotine commune ■ PK Pipistrelle de Kuhl ■ GM Grand Murin 	<p>N</p> <p>0 250 500 m</p> <p>Ecosphère, Akuo Energie, 2017 Source : Fond Scan25 - IGN © - Ortho BING ©</p>
--	--	--	--	--

5.4.3. Conclusion sur les niveaux d'impact avéré et les risques de collision

Pour les oiseaux, le risque réel de collision au niveau du parc éolien du Gâtinais reste faible, malgré la présence de 7 espèces vulnérables. Pour ces 7 espèces, **des facteurs limitent considérablement le risque au niveau local**. Cela peut être **leur comportement** (vol rasant pour le Busard Saint Martin, chasse à pied pour le Vanneau huppé, l'Édicnème criard et le Courlis cendré, éloignement des éoliennes pour le Vanneau huppé), **leur éloignement vis-à-vis du parc** (pour le Milan noir, le Faucon hobereau et le Courlis cendré) et **le bon état de conservation local** (Faucon crécerelle, Busard Saint-Martin notamment). Enfin, on constate qu'**aucun cadavre appartenant à ces espèces n'a été trouvé sur le parc**.

Le risque réel d'impact est assez fort pour la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler en juillet et en période de migration automnale (effectifs les plus importants). Ce risque est de niveau moyen pour la Pipistrelle commune, extrêmement abondante l'ensemble du territoire. Un total de 10 cadavres de chiroptères a été trouvé au pied des éoliennes suivies, ce qui correspond à **une estimation de 60 cadavres de chauves-souris par an pour le parc**.

6. ANALYSE DES IMPACTS ET DES FACTEURS DE RISQUE

Au regard des impacts définis, ce chapitre permet d'établir quels sont les facteurs de risque associés. Les mesures de réduction proposées sont ainsi adaptées au parc suivi, affinées et proportionnées à l'impact réel constaté.

6.1. Oiseaux impactés

6.1.1. Caractéristiques des oiseaux impactés en lien avec la fréquentation

Un total de **six oiseaux** a été découvert au pied des éoliennes suivies (moyenne de 1 cadavre par éolienne). Toutes sont des **espèces communes et non menacées en Europe, en France et sur les deux régions concernées** :

- le **Roitelet triple-bandeau** (3 cadavres, migrateurs) ;
- le **Pinson des arbres** (1 cadavre, local probable) ;
- le **Rougegorge familier** (1 cadavre, migrateur probable) ;
- le **Martinet noir** (1 cadavre, reproducteur des abords probable).



Le **Roitelet triple-bandeau** est une espèce couramment impactée par les éoliennes en migration (en France notamment), sans que cela ne puisse nuire à l'état de conservation de cette espèce (166 cas de mortalité constatés en Europe à décembre 2016, pour une population estimée par BirdLife International en 2015 d'un minimum de 4,2 millions de couples). Les raisons de cette sensibilité particulière ne sont pas connues, mais il est probable que cette espèce soit attirée par les mâts des éoliennes (confusion avec des structures arborées ?).

Photo 20 : Cadavre de Roitelet triple-bandeau (M. Acqueberge - Écosphère)

La femelle de **Pinson des arbres** a été impactée en tout début de saison de reproduction au niveau de l'éolienne E5, une des éoliennes les plus proche de la petite plantation boisée et des friches (au minimum 250 m). Cette espèce est très peu impactée au vu des tailles de populations existantes en Europe (44 cadavres pour 185 millions de couples).

L'individu de **Rougegorge** a été impacté au moment du pic migratoire automnal de cette espèce. Cette espèce est très peu impactée au vu des tailles de populations existantes en Europe (138 cadavres pour 58,7 millions de couples).

Le **Martinet noir** ne se reproduit pas sur le parc, mais un cadavre d'adulte a été découvert fin juin, soit en pleine période de reproduction. Il est ainsi probable que cette espèce se reproduit aux abords dans une ville proche. Cette espèce est couramment impactée, mais sans conséquences au vu des tailles de populations existantes en Europe (279 cadavres pour 19,1 millions de couples).



Photo 21 : Cadavre de Martinet noir (T. Cherpitel - Écosphère)

La mortalité constatée sur le parc est occasionnelle et concerne des espèces non menacées et abondantes. Celle-ci n'est pas susceptible de remettre en cause l'état de conservation des populations au niveau local comme national et européen.

6.1.2. Période de l'année à risque

6.1.2.1. Généralités

Selon Rydell et al. (2012), les oiseaux sont généralement plus impactés lors des vols migratoires et lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises. Toutefois, ce phénomène n'est pas systématiquement observé et varie fortement en fonction des localités. Par ailleurs, les différentes sources bibliographiques étudiées présentent des résultats très variables.

Chez les rapaces, la majeure partie des collisions intervient lorsque l'activité en vol est la plus importante, à savoir en dehors de la période hivernale, avec un **premier pic au printemps** (mars-avril) correspondant à la migration pré-nuptiale et à la formation des couples et des territoires de reproduction avec les nombreuses altercations entre individus, et **un second pic en automne** (août-septembre) avec la migration post-nuptiale, le départ des jeunes et la recherche de territoire (Rasran *et al.* 2009). Mais cela est **variable avec les espèces et les localités** : pics en mars-avril et juillet-août pour le Milan royal (Mammen *et al.* 2009), pics en hiver pour les grands rapaces en Espagne (Barios et Rodriguez, 2004 ; Lucas *et al.* 2004), pics en fin d'été pour le Faucon crécerelle (Barios et Rodriguez, 2004).

La hauteur de vol est variable selon les espèces mais également selon les périodes de l'année, et influence ainsi l'intensité du risque pris par les individus. Cette hauteur est souvent inférieure en automne (1 000 m rarement dépassés), par rapport au printemps où les passereaux volent entre 1 000 et 2 000 m et régulièrement jusqu'à 3 000 m (Zucca, 2015). Cela se confirme au regard du nombre de cadavres plus important en automne qu'au printemps (également en raison de la présence supplémentaire des jeunes de l'année).

6.1.2.2. Analyse des périodes à risques

Sur ce parc, une période impactante se démarque : il s'agit du mois d'octobre, et plus précisément de **la première quinzaine du mois**, lorsque migrent la plupart des oiseaux (notamment les passereaux). On constate donc que **la migration est une période à risque sur ce parc (toutes proportions conservées, les cas de mortalité restant peu nombreux)**, et que les espèces nicheuses vulnérables, notamment les rapaces, ne sont pas impactées¹⁵.

¹⁵ Sur l'année 2016, sous réserve des différents biais de découverte des cadavres énoncés au chapitre 3.1.3.

Tableau 10 : Nombre de cas de mortalité d'oiseaux sur le parc par mois (la date prise en compte ici est la date de découverte du cadavre)

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Nombre de passages	1	1	1	2	5	3	3
Nombre de cas de mortalité d'oiseaux	1	0	1	0	0	0	4

6.1.3. Influence de l'alternance jour/nuit

L'influence de l'alternance jour / nuit sur le risque de collision n'a pas été étudiée spécifiquement sur le parc et est globalement méconnue. Toutefois, les données bibliographiques issues d'études radar permettent d'estimer les densités d'oiseaux volant préférentiellement de nuit ainsi que leurs hauteurs de vol.

Ainsi, la grande majorité des passereaux insectivores et des limicoles migre de nuit et beaucoup d'espèces peuvent progresser aussi bien de jour que de nuit. Les alouettes et les turdidés (grives, traquets) partagent leur route entre la nuit et la matinée. Les vols de grues et d'oies peuvent être aperçus à n'importe quelle heure. Seule une minorité de passereaux maintient une activité strictement diurne et ne se déplace de nuit qu'en de rares occasions. Il s'agit principalement des granivores (fringilles notamment), des pipits, des bergeronnettes et des hirondelles. Les planeurs (rapaces, cigognes) sont exclusivement diurnes (exception faite de certaines traversées marines et espèces particulières), car les courants d'air ascendants dépendent de la présence du soleil (Zucca, 2015).

Par ailleurs, **les migrateurs nocturnes volent fréquemment plus en hauteur que les migrateurs diurnes** (à l'exception des survols de déserts) : 700 m au-dessus des terres en moyenne la nuit en Suisse contre 400 m en moyenne de jour ; 500 m en moyenne en Alaska de nuit contre moins de 400 m de jour, etc. (Zucca, 2015).

6.1.4. Influence des conditions météorologiques

Contrairement à ce qui peut être observé pour les chauves-souris, **la bibliographie mentionne une faible influence des conditions météorologiques sur le risque de collision des oiseaux avec les éoliennes** (Rydels *et al.* 2012). Cependant, la hauteur de vol est variable selon plusieurs paramètres, telles que la force et la direction du vent. Les oiseaux volent ainsi plus bas avec un vent de face qu'avec un vent arrière (Alerstam, 1990). Le rapprochement entre ces conditions de vent, les caractéristiques de vol des oiseaux et la mortalité provoquée par les éoliennes est actuellement méconnue.

Les observations réalisées sur ce parc ont été faites par vent faible (plus favorable aux rapaces, ciblés principalement par les suivis car plus vulnérables à l'éolien) et ne permet pas de comparaison. Sous ces conditions de vent faible, les oiseaux observés¹⁶ en migration active volaient autant sous les pales qu'à leur hauteur, tandis que les locaux volaient plus souvent sous celles-ci (plus de 80 % des cas).

La force et la direction du vent influent sur la hauteur de vol des passereaux, ce qui ne signifie pas directement une augmentation ou une réduction du risque de collision. Réduire sa hauteur de vol peut correspondre avec un passage sous les pales et par conséquent une réduction du risque de collision. Toutefois, la hauteur de vol par vent faible est généralement supérieure à la hauteur maximale des pales. Aussi, un vent de face les pousse à réduire cette altitude et ces derniers se retrouvent ainsi à voler à hauteur de pales, avec une plus faible manœuvrabilité et des pales tournant plus rapidement.

¹⁶ Une part significative d'oiseaux pouvant échapper à l'observateur (hauteur de vol trop importante, migration nocturne, etc.)

La majorité des migrateurs courte distance, dont la migration postnuptiale à surtout lieu en octobre en Europe de l'ouest, font face à des conditions météorologiques globalement défavorables tout au long de leur migration. Leur stratégie consiste ainsi à faire de nombreuses courtes étapes, quel que soit le sens du vent, du moment que celui-ci ne soit pas trop fort. **Par vent adverse, ils volent à quelques dizaines de mètres du sol, où le vent est plus faible** (Zucca, 2015).

Enfin, les oiseaux évitent de voler dans les nuages : **lors des nuits très couvertes, les migrateurs se concentrent sous la couche nuageuse ; les nappes de brouillard et les nuages bas sont en revanche fréquemment survolés** (Zucca, 2015).

6.1.5. Comportements à risque, effarouchement et perturbation

6.1.5.1. Perturbations constatées dans l'espace aérien

L'espèce ayant un comportement à risque le plus évident sur le parc est le **Faucon crécerelle**, qui chasse (vol en sur-place) régulièrement juste sous les pales (à moins de 35 m de haut), voire à hauteur de celles-ci, même lorsqu'elles sont en mouvement. Des individus se perchent également très souvent sur les escaliers d'accès.

Le **Faucon hobereau** et le **Milan noir** observés en vol sur le parc l'ont traversé à très faible hauteur (sous les pales) en passant à bonne distance entre les éoliennes.

Quelques Buses variables migratrices semblent éviter le parc (contournement ou prise d'ascension).

Un cas d'**évitement du parc** à également été constaté chez un groupe d'une soixantaine de **Vanneaux huppés**. Celui-ci a dévié de sa trajectoire initiale pour contourner le parc par l'ouest.

6.1.5.2. Perturbations constatées au sol

Enfin, plusieurs espèces dont le **risque de perturbation des territoires** est connu ou supposé sont présents à une distance plus ou moins importante des éoliennes :

- **l'Alouette des champs** (perturbation envisageable : possible diminution du nombre de couples nicheurs) : nombreux couples sur le parc, effet du parc difficile à évaluer mais non constatée de manière évidente ;
- **le Bruant jaune** (perturbation envisageable : éloignement possible du parc la première année) : présence de migrateurs uniquement (non concernés) ;
- **le Bruant proyer** (perturbation envisageable : possible diminution du nombre de couples nicheurs) : nombreux couples sur le parc, y compris au pied des éoliennes, effet du parc difficile à évaluer mais non constatée de manière évidente ;
- **le Busard Saint-Martin** (perturbation envisageable : éloignement possible des parcs la première année) : mise en service du parc à partir de juillet 2015, quatre couples nicheurs autour des éoliennes du parc sans constatation d'un effet repoussoir sur les individus qui volent régulièrement sous les éoliennes. Les nids n'ont toutefois pas été localisés et il est possible qu'ils se trouvent à distance des mâts, sans limitation des territoires de chasse ;



Photo 22 : Busard Saint-Martin (L. Spanneut - Écosphère)

- **la Buse variable** (perturbation existante : éloignement de quelques centaines de mètres des machines, n'excluant pas quelques traversées) : non nicheur à proximité des éoliennes, très probablement lié à la présence d'habitats nettement plus favorables aux abords, ce qui limite les traversées d'individus sur le site (traversées très rares, contournements ponctuels en période de migration) ;
- **la Caille des blés** (perturbation existante : éloignement significatif avec une désertion des 250 premiers mètres autour des machines) : plusieurs couples observés autour des éoliennes, dont certains à moins de 250 m ;
- **le Courlis cendré** (perturbation existante : éloignement significatif pour les individus nicheurs) : le couple se trouvait à distance des éoliennes mais il n'y a de toute façon pas d'habitats favorables à proximité de celles-ci ;
- **le Faisan de Colchide** (perturbation existante : recul des individus nicheurs) : espèce introduite pour la chasse n'ayant pas fait l'objet de recherche spécifique ;
- **le Faucon crécerelle** (perturbation existante, au moins dans les parcs à forte densité d'éoliennes : éloignement du parc) : un seul couple est présent dans l'unique plantation du site, éloignement des couples difficile à évaluer ici ;
- **le Milan noir** (perturbation envisageable : éloignement possible du parc) : non nicheur à proximité des éoliennes, en lien avec l'absence d'habitats favorables ;
- **l'Œdicnème criard** (perturbation envisageable : existence de cas d'éloignement des machines) : plusieurs couples nicheurs sur le parc, dont certains très proche des éoliennes ;
- **le Vanneau huppé** (perturbation envisageable : existence de cas d'éloignement des machines (hivernants) : aucun nicheur à proximité des éoliennes malgré la densité correcte de couples, les petites zones de stationnements sont également à quelque distance des machines.



Photo 23 : Troupe de Vanneaux huppés (L. Spanneut - Écosphère)

6.1.5.3. Conclusion

Sur le parc du Gâtinais, seul le Vanneau huppé semble effectivement nicher à distance des éoliennes.

Un effet barrière a été constaté en migration chez certaines Buses variables et pour un groupe de Vanneaux huppés qui évitent le parc. Ces modifications comportementales permettent évidemment de réduire le risque de collision, mais peuvent entraîner un surcoût énergétique. Au final, cela entraîne un effort supplémentaire de la part des oiseaux pour pouvoir modifier leur trajectoire : ils puisent davantage dans leurs réserves de graisse, ce qui affecte leurs capacités de résistance et de reproduction (Gouverneur & Jouet, 2012). **Cet effet, s'il est redondant, est impactant à l'échelle d'une population.** De plus, l'effet cumulé de plusieurs parcs successifs peut générer une dépense énergétique importante dans le cas de migration active (MEEDDM, 2010). Il faut cependant noter que **cette perturbation reste moins impactante que d'éventuelles collisions.**

6.2. Chiroptères impactés

6.2.1. Caractéristiques des chiroptères impactés en lien avec la fréquentation

Un total de **10 chauves-souris** a été découvert au pied des éoliennes suivies (moyenne de 1,7 cadavre par éolienne) :

- la **Pipistrelle commune** probable, sinon pygmée (6 cadavres, probablement d'individus locaux) : espèce très commune, non menacée en France et en région Centre-Val de Loire et quasi menacée en Ile-de-France ;
- la **Noctule commune** (2 cadavres de migrants probables), quasi menacée en France et sur les deux régions concernées ;
- de petites chauves-souris non identifiées (hors Noctules et Sérotine commune, 2 individus, dont un en période migratoire).

Les deux espèces découvertes sont connues pour leur **sensibilité très forte** au risque de collision.

Tout particulièrement chez les chauves-souris, le statut « local » ou « migrateur » est seulement supposé en fonction de la période de la découverte et de l'espèce concernée. La migration chez les chauves-souris est encore un phénomène mal connu. Concernant la **Pipistrelle commune**, des flux sont supposés mais probablement de plus courte distance que chez les trois grandes migratrices que sont les **Noctule commune** et de **Leisler** et la **Pipistrelle de Nathusius**.

La **Pipistrelle commune** totalise 1 799 cadavres sur l'Europe (maximum entre les données de T. Dürr et d'Eurobats), tandis qu'on en recense 1 256 chez la **Noctule commune** pour laquelle les populations impactées sont principalement allemandes, où les populations y sont plus importantes qu'en France. **Sur le parc du Gâtinais, il ne semble pas y avoir d'éolienne particulièrement impactante et on ne constate pas de lien entre la mortalité et taux de fréquentation moyen par éolienne.**

La première est bien présente sur le parc toute l'année, tandis que la seconde l'est en été et au début de l'automne.

Photo 24 : Noctule commune découverte au pied de l'éolienne E11 (T. Cherpitel - Écosphère)



6.2.2. Périodes de l'année à risque

6.2.2.1. Généralités

Les études réalisées en Amérique du Nord ont montré des pics de mortalité en plein été et jusqu'en automne (Edkins, 2008). Les experts européens font le même constat dénombrant des chauves-souris tuées majoritairement en août et en septembre (Rydell *et al.*, 2012), avec un pic maximal constaté en fin d'été (de la deuxième moitié de juillet à la première moitié de septembre) (Rodrigues *et al.*, 2008) et une baisse de mai à juin (Rydell *et al.*, 2012). Une étude réalisée par la LPO sur 3,5 années de prospection confirme ces tendances : 91 % des individus ont été trouvés entre juillet et octobre et 6 % au mois de mai (LPO, 2006).

6.2.2.2. Analyse des périodes à risques

Les collisions ont toutes eu lieu sur le mois août et la première quinzaine de septembre.

Tableau 16 : Nombre de cas de mortalité de chauves-souris sur le parc par mois (la date prise en compte ici la date de découverte du cadavre)

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Nombre de passages	1	1	1	2	5	3	3
Nombre de cas de mortalité de chiroptères	0	0	0	0	7	3	0

Il convient d'être prudent sur l'analyse de la fréquentation. En effet, **les enregistrements sont effectués depuis le sol et certaines espèces volant à plus de 50 m de haut peuvent ne pas bien être détectées** (voir limites du suivi de fréquentation, chapitre 3.2.2.2). C'est tout particulièrement le cas de la Pipistrelle de Nathusius, volant haut en migration, alors que sa distance maximale de détection se situe entre 25 et 30 m. Les Noctules volent également à haute altitude mais leurs cris permettent de les détecter jusqu'à 100 m pour la Noctule de Leisler et 150 m pour la Noctule commune.

Par ailleurs, **le suivi de fréquentation n'a été réalisé que lors de six nuits réparties sur l'année, il ne constitue qu'une indication globale de l'activité du site**. Certaines nuits très spéciales, comme celle du 4 juillet, sont difficiles à intégrer dans l'analyse (est-ce que cette nuit est représentative de toute une période et donc le reflet d'une forte activité lors de la dispersion des jeunes ou bien est-ce juste une nuit atypique ?). **Aucun cadavre n'a été découvert lors du passage du 4-5 juillet, malgré la très forte activité**, mais plusieurs paramètres doivent être pris en compte. Tout d'abord et surtout, le taux de détection des cadavres était particulièrement faible (0,4 sur une échelle de 0 à 1 ; voir chapitre 7) en raison des cultures non moissonnées. Dans un second temps, un vent moyen (autour de 6 m/s environ au coucher du soleil) soufflait au sol. Ce vent est supérieur en altitude, ce qui peut inciter les chauves-souris à voler plus bas et limite le risque de collision.

Un seul passage pour la recherche de cadavres a été réalisé en juillet, soit une pression d'inventaire qui se révèle insuffisante dans ce cas précis. Fin mai, aucun cadavre n'a été découvert. A cette période, l'activité est faible à très faible sur toutes les éoliennes et ne concerne que très peu d'espèces, pourtant sensibles au risque de collision.

Fin juin, l'activité augmente légèrement ainsi que la diversité. Cette activité est maximale début juillet avec la plupart des espèces du site et une activité quasi permanente de pipistrelle sur toutes les éoliennes suivies. Aucun cas de mortalité n'a pourtant été constaté à cette période.

Tous les cadavres ont été trouvés en août et début septembre, ce qui correspond aux passages migratoires connus de chauves-souris, tout en pouvant également être liés à la fréquentation du parc par des espèces en transit ou en chasse. La fréquentation du parc a cette période est pourtant nettement inférieure à celle de l'été et assez proche de celle du printemps (avec une diversité spécifique plus importante). Les espèces les plus présentes sur le mois de septembre sont les Pipistrelles commune et de Kuhl et la Noctule commune.

On constate donc que le pic d'activité sur le parc ne semble pas correspondre à la période mortifère pour les chauves-souris. Des biais de détection (hauteur de la végétation) ou d'échantillonnage (1 nuit en suivi de fréquentation sur le mois) peuvent être la cause de ces apparentes contradictions.

6.2.3. Influence de l'heure

Les graphiques présentés en pages suivantes permettent de représenter de manière visuelle le gradient d'activité en fonction de l'heure de la nuit, de la période de l'année et des différents groupes d'espèces (Pipistrelles, Sérotules, Murins, Oreillards, etc.).

La nuit du 4 juillet montre une activité quasi permanente et homogène durant les 8 heures de nuit, noyant l'activité des autres nuits (Figure 7). Aussi, l'influence de l'heure est analysée à partir des autres nuits (Figure 8).

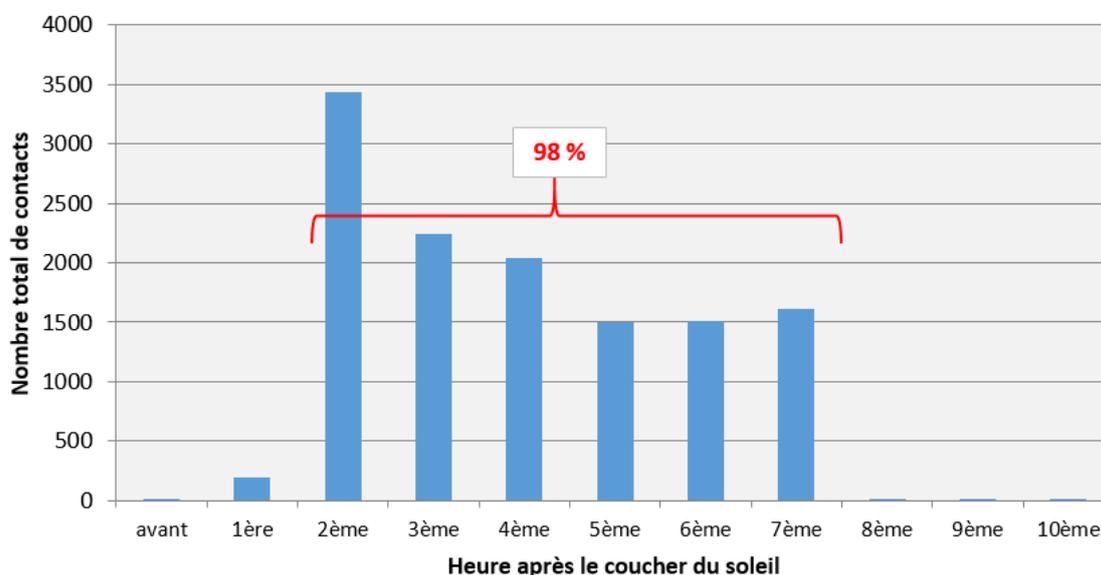


Figure 7 : Répartition horaire de la présence des chiroptères selon l'heure après le coucher du soleil (Nombre total de contacts toutes espèces confondues n = 12 543 sur 6 nuits entières, celle du 4 juillet étant incluse).

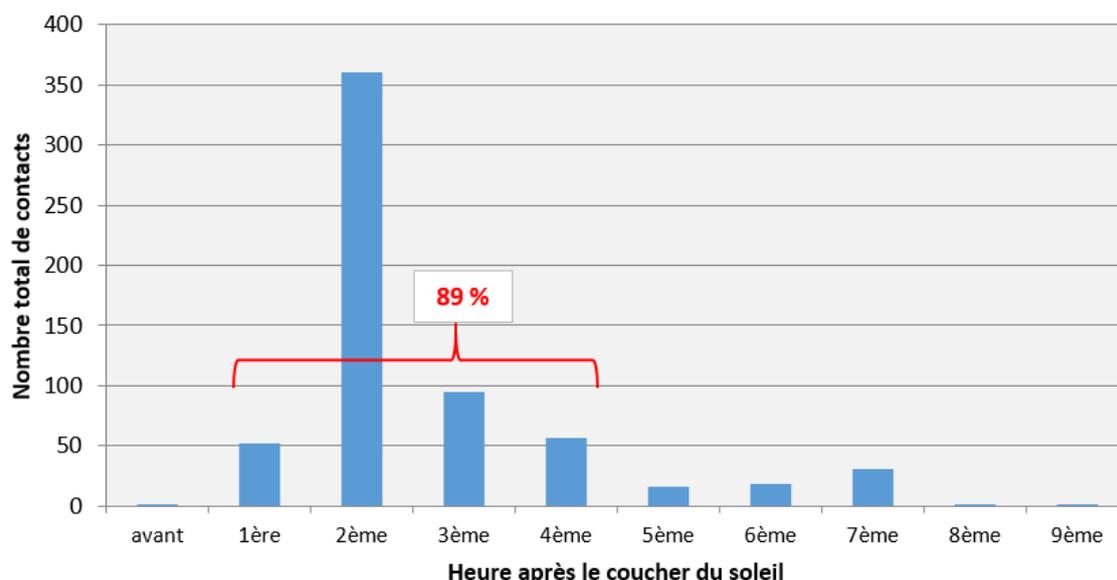


Figure 8 : Répartition horaire de la présence des chiroptères selon l'heure après le coucher du soleil (Nombre total de contacts toutes espèces confondues n = 631 sur 5 nuits entières, celle du 4 juillet étant exclue).

On constate ainsi que l'activité est concentrée pendant les 4 premières heures de la nuit (hors nuit du 4 juillet) :

Proportion de chiroptères contactés sur le parc...

... avant le coucher du soleil	0,2 %
... sur la première heure après le coucher du soleil	8 %
... sur les 2 premières heures après le coucher du soleil	65 %
... sur les 3 premières heures après le coucher du soleil	81 %
... sur les 4 premières heures après le coucher du soleil	89 %
... sur les 5 premières heures après le coucher du soleil	92 %
... sur les 6 premières heures après le coucher du soleil	95 %
... sur les 7 premières heures après le coucher du soleil	100 %
... sur les 8 premières heures après le coucher du soleil	100 %
... sur les 9 premières heures après le coucher du soleil	100 %

Des variations de répartition horaire peuvent être observées entre les différentes espèces.

Chez les noctules, le nombre de contacts total est de 57 pour les six nuits d'enregistrements, avec respectivement **81 % et 95 % lors de la première et des deux premières heures après le coucher du soleil**. Ce schéma de présence reflète celui de la Noctule commune, étant donné sa dominance sur le site. Chez la Pipistrelle de Nathusius, les 68 contacts sont à **91 % pendant les 3 premières heures de la nuit**. Les autres pipistrelles reflètent l'activité globale présentée plus haut.

La répartition horaire des contacts de chauves-souris est peu variable au cours de l'année : l'activité majeure se déroulant pendant les 4 premières heures de la nuit à toutes les périodes d'enregistrement.

6.2.4. Influence des conditions météorologiques

L'analyse de l'influence des conditions météorologiques nécessite un suivi chiroptérologique à long terme et en nacelle. Seule une analyse bibliographique est donc présentée ici.

6.2.4.1. Les précipitations et la température

En général, **la pluie stoppe l'activité des chauves-souris** (Marchais, 2010) ou la diminue au moins fortement (Brinkmann *et al.* 2011). Kerns *et al.* ont montré qu'un nombre important de collisions se produisent quelques jours après de grosses pluies (fronts froids) lorsque la pression de l'air augmente, avec une faible humidité et de faibles vents (Rydell *et al.* 2012).

Concernant la température, l'activité est globalement plus marquée à partir de 16°C (Loiret Nature Environnement, 2009) avec une augmentation de l'activité entre les valeurs comprises entre 10 à 25°C (Brinkmann *et al.* 2011).

La tolérance à la température est cependant variable selon les espèces. La Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune semblent ainsi encore mobiles lors de faibles températures: leur plus basse activité a été mesurée respectivement à 2°C et 1°C (Joiris, 2012). En revanche le groupe des noctules et des sérotines, présentent une plus haute sensibilité à la température avec des seuils de température minimale respectivement de 8°C et 6°C pour le début de l'activité (Joiris, 2012). Les espèces glaneuses semblent être également moins sensibles à la température (Haquart *et al.* 2012). La Pipistrelle commune peut néanmoins montrer une sensibilité à la température différente selon les sites comme l'ont montré les deux études distinctes réalisées par Joiris (2012) d'une part et par Haquart (2012) d'autre part.

Les conditions climatiques ont également un effet indirect sur les chauves-souris puisqu'elles ont **une influence sur les phénomènes d'essaimages d'insectes** pouvant dépendre des facteurs d'insolation, de la température et étant aussi liés à des conditions orageuses.

6.2.4.2. Le vent

La vitesse du vent apparaît comme un facteur clé de régulation de l'activité des chauves-souris en altitude. Des études ont par exemple montré que 94% des contacts sont enregistrés pour des vitesses de vent inférieures à 6m/s (Loiret Nature Environnement, 2009) ou 6,5m/s (Behr *et al.* 2007). Ainsi, **la mortalité est plus élevée en période de faible vent** (Edkins, 2008).

Comme précédemment, il existe des différences de sensibilité selon les espèces. La Pipistrelle commune a une activité très faible si le vent est supérieur à 6 m/s alors que c'est moins le cas pour la Pipistrelle de Nathusius. De même, la Noctule commune peut chasser à proximité d'éoliennes par vent plus fort et se fait tuer à des vitesses de vent plus importantes que la Pipistrelle commune (Rydell *et al.* 2012). **Les grandes espèces telles que les noctules et les sérotines semblent être plus résistantes au vent que les pipistrelles** (Joiris, 2012).

Comme pour la température, la Pipistrelle commune présente **une tolérance au vent variable selon la localisation des zones étudiées** (Joiris, 2012). Ainsi, Joiris a mis en exergue des plages d'activité différentes selon les sites en fonction de la vitesse du vent. Dans les Ardennes, l'activité de cette espèce s'étalait de 0 à 6 m/s alors que dans le Hainaut, elle a été enregistrée jusqu'à 10 m/s. Il est donc difficile de généraliser les affirmations et c'est pourquoi il est demandé d'évaluer la dangerosité des sites au cas par cas.

Alors que l'on s'intéresse généralement aux vitesses de vent moyennes sur un laps de temps donné (habituellement 10 mn), Cryan *et al.* (2014) ont notamment mis en évidence que les chauves-souris s'approchent beaucoup plus des éoliennes lorsqu'elles sont à l'arrêt ou en rotation lente et a récemment mis en garde sur **le risque que pourrait représenter les rafales survenant lors de périodes de vent favorables à la présence des chiroptères**. Cette piste a été étudiée plus en détail sur le site de Lomont (25) où il a été constaté que l'amplitude des vitesses de vent augmente avec la vitesse moyenne des vents (Thauront *et al.* 2015).

On peut ainsi constater que même à des vitesses de vents assez faibles (1 à 4 m/s), des événements allant de 6 à 10 m/s peuvent survenir représentant un facteur de risque majeur pour les chiroptères (Cryan *et al.* 2014) dans le cas où les pales seraient laissées en free-wheeling. En effet, lors de ces rafales, les pales sont entraînées par la force du vent à des vitesses de rotations élevées. Sur le site de Lomont, en considérant que le risque apparaît à 8-9 tours/min, cela concerne 311 contacts de chauves-souris sur 718 détectés en nacelle, soit 43,3% des données. Parmi tous ces contacts, près de 50% ont été enregistrés pour des vents moyens de 2 à 4 m/s (Thauront *et al.* 2015). Au final, près de 150 contacts, donc potentiellement plusieurs dizaines de chauves-souris se trouvaient dans une situation à risque sur la période d'étude puisqu'elles étaient actives lors de faibles vitesses moyennes de vent comprenant des rafales capables d'entraîner les pales à des vitesses de rotation élevées.

6.3. Conclusion sur les impacts et facteurs de risques

6.3.1. Oiseaux

Les **six cadavres d'oiseaux** découverts sur les six éoliennes suivies du parc du Gâtinais sont des passereaux et sont tous **communs et non menacés en Europe, en France et sur les deux régions concernées**. La moyenne brute obtenue est de 1 cadavre d'oiseau par éolienne par an.

Sur ce parc, une période impactante se démarque : il s'agit de la **première quinzaine du mois d'octobre**, correspondant à la période de migration de la plupart des oiseaux, et notamment des passereaux.

Les conditions météorologiques influencent le risque de collision de manière différente selon les groupes d'espèces. Par vent fort, les planeurs (tels que les rapaces) migrent moins que par temps calme et sont donc moins soumis au risque de collision. Par vent opposé au sens de la migration, les passereaux migrateurs réduisent leur altitude de vol et peuvent se retrouver à hauteur de pales.

En outre, **la fréquentation observée de jour reste faible**. Pour les oiseaux nicheurs dans un premier temps, le parc ne recèle pas d'habitats de fort intérêt écologique et la plupart des espèces observées ne sont pas sensibles au risque de collision. Dans un second temps, les oiseaux migrateurs et hivernants sont globalement peu abondants à traverser le parc, surtout à hauteur de pale (surtout chez les passereaux).

On notera toutefois **la présence de sept espèces vulnérables au risque de collision** selon le protocole national (Ministère de l'Environnement, 2015). Il s'agit de :

- **4 rapaces** : le Busard Saint-Martin, le Faucon crécerelle (vulnérabilité assez forte, présents toute l'année et nicheur sur le parc), le Milan noir et le Faucon hobereau (respectivement vulnérabilité forte et moyenne, nicheurs probables aux abords) ;
- **3 limicoles** : le Vanneau huppé (vulnérabilité moyenne, nicheur sur le parc et présent en halte migratoire), l'Edicnème criard (vulnérabilité moyenne, nicheur sur le parc) et le Courlis cendré (vulnérabilité assez forte, nicheur aux abords).

Cela étant dit, aucun cas de collision n'a été constaté sur le parc du Gâtinais pour toutes ces espèces.

Par ailleurs, les **comportements à risque** sont globalement peu nombreux et concernent surtout le Faucon crécerelle (chasse en zone à risque régulière). Du fait de l'alignement perpendiculaire des éoliennes par rapport à l'axe de migration principal, des **comportements d'évitement** ont également été notés de manière ponctuelle chez la Buse variable (surtout en migration) et pour un groupe de Vanneaux huppés migrateurs. Pour certaines espèces, le **risque de perturbation des territoires** est connu ou supposé par la bibliographie, mais sur le parc du Gâtinais, seuls le Vanneau huppé semble effectivement nicher à distance des éoliennes. Cependant, ces phénomènes sont généralement difficiles à estimer pour beaucoup d'oiseaux et la faible quantité d'habitats favorables sur le parc limite de toute façon l'installation de la plupart des espèces.

6.3.2. Chiroptères

Les **10 cas de mortalité** constatés sur les six éoliennes suivies concernent **les chiroptères réputés les plus sensibles à la collision, à savoir les noctules et les pipistrelles**. La moyenne brute obtenue est de 1,7 cadavre par éolienne et par an, avec une répartition globalement homogène entre les éoliennes.

Tous les cadavres ont été trouvés en **août et début septembre**, ce qui correspond aux passages migratoires connus de chauves-souris, tout en pouvant également être liés à la fréquentation du parc par des espèces en transit ou en chasse. **La fréquentation du parc a cette période est pourtant apparemment inférieure à celle de l'été et assez proche de celle du printemps**. Les espèces les plus présentes sur le mois de septembre sont les Pipistrelles commune et de Kuhl et la Noctule commune. On constate donc que **le pic d'activité sur le parc ne semble pas correspondre à la période mortifère pour les chauves-souris**. Des biais de détection (hauteur de la végétation) ou d'échantillonnage (1 nuit en suivi de fréquentation au sol sur le mois) peuvent être la cause de ces apparentes contradictions.

La répartition horaire des contacts de chauves-souris est peu variable au cours de l'année : l'activité majeure se déroulant pendant les 4 premières heures de la nuit si l'on exclue le 4 juillet, avec une activité quasi permanente toute la nuit.

L'analyse de l'influence des conditions météorologiques nécessite un suivi chiroptérologique à long terme et en nacelle, non réalisé pour cette étude. L'analyse de la bibliographie met en évidence plusieurs faits. Des études ont par exemple montré que **94% des contacts sont enregistrés pour des vitesses de vent inférieures à 6m/s** (Loiret Nature Environnement, 2009) ou **6,5m/s** (Behr *et al.* 2007). **Les grandes espèces telles que les noctules et les sérotines semblent être plus résistantes au vent que les pipistrelles** (Joiris, 2012).

Le niveau d'impact avéré du parc sur les populations de chauves-souris est assez fort selon plusieurs critères :

- environ **5 individus de chiroptères sont impactés par éolienne par an en moyenne** (60 individus par an, et ce durant les 20 années minimum d'exploitation), ce qui n'est pas négligeable mais reste modéré. Cette mortalité locale doit ensuite être intégrée à la mortalité cumulée suprarégionale avec les autres parcs éoliens implantés le long des axes de migration (contribution locale à un effet global sur les populations d'espèces migratrices notamment) ;
- les espèces impactées sont des Pipistrelles communes et des Noctules commune et de Leisler, 3 espèces ayant un niveau de vulnérabilité fort (3,5) selon le protocole national de 2015 ;
- **l'activité moyenne au sol sur le parc n'est pas très importante, à l'exception du mois de juillet**, et est dominée par les pipistrelles.

7. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS

La mortalité réelle de ce parc de 12 éoliennes est estimée à environ 96 cadavres par an en moyenne (toutes espèces confondues), soit environ 8 cadavres par éolienne et par an. Les chiroptères représentent environ 60 cas de mortalité par an en moyenne, soit environ 5 cas par éolienne et par an.

Entouré à l'échelle régionale par trois vallées boisées (de l'Essonne à l'ouest, du Loing à l'est et du Fusain au sud) et par deux grands massifs forestiers (de Fontainebleau au nord-est et la Forêt d'Orléans au sud-ouest), ce parc ne présente toutefois qu'un **impact faible sur les populations européennes d'oiseaux** qui se chiffrent en centaines de milliers de couples nicheurs pour les rapaces, à plusieurs dizaines de millions pour les plus petites espèces.

En revanche, les effectifs européens **des espèces migratrices de chiroptères impactée sur le parc (Noctules de Leisler et commune)**, bien que non précisément connus, se chiffrent au plus à des centaines de milliers d'individus. Les populations de Pipistrelles communes sont plus abondantes que celles des noctules mais restent très inférieures à celles d'oiseaux de taille similaire. De plus, ces mammifères volants vivent généralement bien plus longtemps que les oiseaux et un impact sur des individus adultes est d'autant plus néfaste à l'équilibre des populations. Pour conclure, il est établi que **le parc a un impact assez fort, donc significatif, sur ces trois espèces de chauves-souris** à l'indice de vulnérabilité de l'état de conservation égal à 3,5 selon le protocole national (2015).

Au final, le niveau d'impact avéré permet de justifier des mesures proportionnelles au préjudice de destruction d'espèces protégées et menacées. Le principe de proportionnalité (principe retenu en droit national et européen) permet de justifier le niveau des mesures.

Un niveau d'impact avéré de niveau assez fort implique de protéger au moins 60 % de l'activité des chauves-souris. Le suivi acoustique retenu pour cette étude avec AkuoEnergy avait pour objectif d'étudier l'évolution des cortèges chiroptérologiques au niveau du sol. La définition d'un bridage strictement adapté au parc éolien nécessite un suivi acoustique depuis la nacelle corrélé avec les données météorologiques associées.

Selon nos retours d'expérience, les autres suivis de mortalité couplés à des suivis sur nacelle en région Centre-Val-de-Loire corrélés avec les conditions météorologiques, montrent que pour protéger 60 % de l'activité des chiroptères, plusieurs paramètres de bridage peuvent être mis en place :

- bridage **par vent inférieur à 6 m/s pendant les 5 premières heures après le coucher du soleil** ;
- bridage **par vent inférieur à 5 m/s pendant les 7 premières heures après le coucher du soleil** ;
- ou les intermédiaires entre ces deux possibilités.

Une de ces possibilités de bridage est à mettre en place **pour les 12 éoliennes**, durant **les mois de juillet** (activité exceptionnelle constatée), **août et septembre** (migration, totalité des cas de mortalité détectés).

En conformité avec l'article 12 de l'arrêté modifié du 26 août 2011, **un second suivi environnemental sera réalisé avant 2026**. Au vu de la présence d'espèces de haut niveau de vulnérabilité (notamment la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius) et d'un impact considéré comme significatif, **ce suivi intégrera selon le protocole national de 2015 :**

- **des écoutes en altitude sur nacelle** (idéalement deux nacelles, une première côté ouest et une seconde côté est), permettant d'**affiner au mieux le bridage afin de limiter les pertes de production tout en assurant une réduction efficace des risques de collision**. Il sera réalisé **entre le 1^{er} avril et le 31 octobre** (avril et mai pour la migration printanière, juin et juillet pour la période de reproduction et août à octobre

pour la migration). **La fréquentation sera corrélée avec les données météorologiques en altitude.** Les paramètres de vitesse de vent, de distribution horaire de l'activité et de période de l'année pourront ainsi être affinés. Par ailleurs, de nouveaux paramètres, tels que la température et la pression atmosphérique, pourront être incorporés aux conditions de bridage. **En attendant que le prochain suivi en nacelle ne soit réalisé, un des schémas de bridage précédemment préconisé doit être mis en œuvre pour être en conformité avec la réglementation** (afin d'éviter la destruction intentionnelle d'espèces protégées). Par ailleurs, cette mesure de réduction bénéficiera indirectement aussi aux oiseaux, tels que certains passereaux migrant la nuit à cette période ;

- **un suivi de mortalité** s'attachant notamment à comparer la mortalité avant et après la mise en place de la régulation. **Les 6 éoliennes suivies en 2016 seront de nouveau suivies selon un protocole au moins équivalent** (idéalement au moins 24 à 28 passages entre avril et octobre, sur la base du protocole national de 2015). Par ailleurs, **les plateformes des autres éoliennes** (environ 20 % de la surface de prospection) seront également prospectées de manière rapide afin de compléter l'évaluation de l'impact réel.

BIBLIOGRAPHIE

ALBOUY S., CLEMENT D., JONARD A., MASSE P., PAGES J.-M. & NEAU P. 1997. <i>Suivi ornithologique du parc Éolien de Port-la Nouvelle : Rapport final</i> . Abiès, Géokos consultants, LPO Aude, novembre 1997. 66 p.
ALBOUY S., DUBOIS Y. & PICQ H. 2001. <i>Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (AUDE)</i> . Abiès, LPO Aude, octobre 2001. 55 p.
ALBOUY S. 2010. Suivis de l'impact éolien sur l'avifaune et les chiroptères exemples de parcs audois (11). Présentation lors du colloque éolien à Reims les 15, 16 et 17 septembre 2010. ADEME, MEEDDM, SER/FEE, LPO. 31 p.
ALCADE J.T., 2003. Impacto de los parques eolicos sobre las poblaciones de murcielagos – <i>Barbastela</i> 2 : 3-6.
ALERSTAM T. 1990. <i>Bird Migration</i> . Cambridge University Press, Cambridge, UK.
Site internet : www.alulawebiste.com .
AHLEN et al., 2007. <i>Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia</i> . Report 5571, July 2007. Swedish Environmental Protection Agency. Bromma, Sweden. 37 p.
ARNETT B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities – <i>Bats and Wind Energy Cooperative</i> , 44p.
ARNETT E. B., BAERWALD E. F., MATHEWS F., RODRIGUES L., RODRIGUEZ-DURAN A., RYDELL J., VILLEGAS-PATRACA R. & VOIGT C. C. 2016. Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. In <i>Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world</i> (C. C. Voigt and T. Kingston, eds.). Springer-Verlag, Berlin.
ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2015. <i>Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse</i> . Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze. MNHN, Paris, 2 ^{ème} éd. 544 p.
AULAGNIER S., HAFFNER P., MITCHELL-JONES A. J., MOUTOU F. & ZIMA J., 2008. <i>Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient</i> . Delachaux & Niestlé, Paris, 272 p.
BACH L, BACH P. & TILLMANN M. 2011(a). What does bat activity inside the forest tell us about the activity above the canopy? A method for sensing bat activity at proposed wind plans in forest. 1p.
BACH L, BACH P. & NIERMANN I. 2011(b). Impact of wind speed on the activity of bats. In: NINA Report 693 Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, 2011. p. 59.
BAERWALD E.-F., D'AMOURS G.-H., KLUG B.-J. & BARCLAY R.M.R. 2008. <i>Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines</i> . <i>Current Biology</i> 18(16) : 695-696.
BARATAUD M. 2015. <i>Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse</i> . Biotope, Mèze; MNHN, Paris, 344 p.
BARRIOS L. & RODRIGUES A. 2004. <i>Behavioral and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines</i> . <i>Journal of Applied Ecology</i> 41, 72-81.
BEHR O, EDER D, MARCKMANN U, METTE-CHRIST H, REISINGER N, RUNKEL V. & VON HELVERSEN O. 2007. Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Schlagopfern – Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald. <i>Nyctalus</i> (N.F.) 12 (2/3): 115-127
BERNARDINO J. ET AL. 2011. Enhancing Carcass Removal Trials at Three Wind Energy Facilities in Portugal. Portuguese Wildlife Society. In: <i>Wildlife Biologie Practice</i> , 2011 Décembre 7(2): 1-14.
BERNARDINO J., BISPO R., COSTA H. & MASCARENHAS M. 2013. Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. <i>New Zealand Journal of Zoology</i> 41(1) : 63-74.
BEUCHER Y., KELM V., ALBESPY F., GEYELIN M., NAZON L. & PICK D. 2013. <i>Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12). Suivi pluri annuel des impacts sur les chauves-souris</i> . Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2011). 111p.
BEVANGER K. et al. 2010. <i>Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (Bird-Wind). Report on findings 2007-2010</i> . NINA Report 620.
BIRDLIFE, 2004. <i>Birds in Europe. Population Estimates, Trends and Conservation Status</i> . BirdLife International, 374 p.
BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. Detailed regional assessment and species account from the European Red List of Birds. [on line : http://www.birdlife.org/datazone/species/]
BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. <i>European Red List of Birds</i> . Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.

BISPO R. ET AL., 2011. A web based application to estimate wildlife fatality: from the bias correction factors to the corrected fatality estimates. In: NINA Report 693 Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, 2011. p. 13

BRINKMANN R, BEHR O, KORNER-NIEVERGELT F, MAGES J, NIERMANN I. & REICH M. 2011. Zusammenfassung der praxisrelevanten Ergebnisse und offene Fragen. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisions-risikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Cuvillier Verlag, Göttingen 2011. Pp.425-453.

BROWN R., FERGUSON J., LAWRENCE M., LEES D. & CUISIN M., 1989. *Reconnaître les plumes, les traces et les indices des oiseaux*. Bordas, Paris, 232 p.

CADE T.J. 1994. *Industry research : kenetech windpower*. In : proceeding of the national avian-wind power planning meeting, Denver, Colorado, july 1994. 179 p.

CAMINA A. 2012. Bat fatalities at wind farms in northern Spain — lessons to be learned. In: Acta Chiropterologica, Volume 14, Number 1, June 2012 , pp. 205-212(8) Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences.

CARL G., THELANDER C.G. & RUGGES D.L. 2001. *Examining relationships between bird risk behaviours and fatalities at the altamont wind resource area : a second year's progress report*. In : proceeding of the national avian-wind power planning meeting, Carmel, California : 5-14.

CONDUCHE N. et al., 2012. *Suivis des impacts sur les chiroptères d'un parc éolien dans l'Aisne (02)*. Écosphère/Écothème, Saint-Maur-des-Fossés, France. 42p., en cours

CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPEENNES - 1979 - Directive 79/409/CEE du 2 avril 1979 concernant la conservation des Oiseaux sauvages (Directive "Oiseaux"). *Journal Officiel des Communautés européennes* du 25 avril 1979.

CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPEENNES - 1992 - Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des Habitats naturels ainsi que de la Faune et de la Flore sauvages. *Journal Officiel des Communautés européennes* N° L 206/7 du 22 juillet 1992.

CORNUT J. & VINCENT S. 2010. Suivi de la mortalité des chiroptères sur 2 parcs éoliens du sud de Rhône-Alpes. LPO Drôme. 32 p. http://www.sfepm.org/pdf/Rapport_suivieolien2010_RhoneAlpes.pdf

CRYAN P, GORRESEN P, HEIN C, SCHIRMACHER M, DIEHL R, HUSO M, HAYMAN D., FRICKER P, BONARCORSO F, JOHNSON D, HEIST K. & DALTON D. 2014. Behavior of bats at wind turbines – PNAS, 111, 42 6 p. + supporting information 10.1073/pnas.1406672111

DAHLFORS, S. 2006. http://www.sofnet.org/apps/nyheter/las_mer.asp?NewsID=1754.

DEMONGIN L. 2015. Guide d'identification des oiseaux en main. Les 250 espèces les plus baguées en France. Beauregard-Vendon.

DIETZ & VON HELVERSEN. 2004. Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe.

DIETZ C., VON HELVERSEN O. & NILL D., 2009. *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord*. Delachaux & Niestlé, Paris, 400 p.

DODELIN B. 2002. Identification des Chiroptères de France à partir de restes osseux. Fédération Française De Spéléologie.

DUBOIS Ph.-J., LE MARECHAL P., OLIOSSO G. & YESOU P., 2008. *Nouvel inventaire des oiseaux de France*. Delachaux et Niestlé, Paris, 558 p.

DULAC P., 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. *Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon – Nantes*. 106 p.

DÜRR T. 20156. *Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe*. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Situation à septembre 2016.

DÜRR T. 2016. *Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe*. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Situation à septembre 2016.

ECOSPHERE, 2012. *Projet d'implantation d'un parc éolien en Dordogne (24) : Étude chiroptérologique en altitude sur mât de mesure d'août à octobre 2012*. Écosphère, Saint-Maur-des-Fossés, France. 38p.

ECOSPHERE. 2013. *Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions*. Rapport de stage de L. Jung et document interne actualisé.

ECOSPHERE. 2014. Liste des Oiseaux nicheurs de la région Centre-Val de Loire et statut de rareté - *Document interne actualisé*.

ECOSPHERE. 2014. Liste des Mammifères de la région Centre-Val de Loire et statut de rareté - *Document interne actualisé*.

ECOTHEME. 2012. Suivis des impacts sur les chiroptères du parc éolien de la Picoterie. 31 p.

EDKINS M. 2008. *Impacts of wind energy development on birds and bats: looking into the problem*. Prepared for: fpl energy, Juno beach, Florida. 44p.

ERICKSON, W.P., M.D. STRICKLAND, G.D. JOHNSON, AND J.W. KERN. 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III. National Wind Coordinating Committee, c/o RESOLVE, Inc., Washington, D.C.

ERICKSON W. P. et al. 2001. *Avian collision with wind turbines : a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United states.* National Wind Coordinating Committee.

FAUNA HELVETICA. 2011. Mammifères de Suisse : clés de détermination : clé morphologique et clé des crânes de chiroptères.

FIERS, V., GAUVRIT, B., GAVAZZI, E., HAFFNER, P. & MAURIN, H. 1997 - *Statut de la faune de France métropolitaine : statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques.* M.N.H.N. / I.E.G.B.- Service du Patrimoine Naturel / R.N.F. / Ministère de l'Environnement. Paris : 225 pp.

FRAIGNEAU C. 2014. Reconnaître facilement les plumes, Delachaux & Niestlé.

GOVERNEUR P. & JOUET F. 2012. Les éoliennes en mer, questions – réponses. éd. Le cherche midi, Lonrai.

HAGEMEIJER W. J. & BLAIR M. J. (coord.), 1997. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance.* Poyser, London, 920 p.

HAQUART A. et al, 2012. *Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien.* Biotope, Bourges. 54p.

HEDENSTRÖM A. & RYDELL J. 2012. *Effect of wind turbine mortality on noctula bats in Sweden : predictions from a simple population model.* Biology Department Lund University, Sweden. 11p.

HÖTKER H., THOMSEN K.-N. & KOSTER H., 2004. *Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen.* NABU, 80 p.

HÖTKER H. et al. 2006. *Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation.* Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

HUSO M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics* 22 : 318-329.

JOIRIS E. 2012. *High altitude bat monitoring.* Preliminary results Hainaut & Ardennes. CSD Ingenieurs. 69p.

JONES G. & VAN PARIJS S. 1993. Bimodal echolocation in Pipistrelle bats: are cryptic species present? *Proceedings of the Royal Society Lond. B.* 251, 119-125. doi: 10.1098/rspb.1993.0017

JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K. & PARSONS K. 2009. Scoping and method development report. Determining the potential ecological impact of wind turbine bat populations in Britain. University of Bristol and Bat Conservation Trust. 158 p.

KERNS J. & KERLINGER P., 2004. A study of bird and bat collision fatalities at the mountaineer wind energy center, Tucker County, West Virginia : Annual report for 2003 – FPL Energy and Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee, 39p.

KIPPEURT L., 2012. *Volet avifaune et chiroptères de l'étude d'impact pour l'implantation d'un parc éolien sur le territoire de la communauté de communes du secteur de Dompierre (88).* Biotope 107p.

KÖRNER-NIEVERGELT F., KÖRNER-NIEVERGELT P., BEHR O., NIERMANN I., BRINKMANN R. & HELLRIEGEL B. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology.* NKV 17: 350-363.

KORNER-NIEVERGELT F., BRINKMANN R, NIERMANN O. & BEHR O. 2013. Estimating Bat and Bird Mortality Occuring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. *PLoS ONE* 8(7) : e67997.

KRONE O. T. et al. 2009. *White-tailed Sea Eagles and wind power plants in Germany – preliminary results. Birds of Prey and Wind farms : Analysis of problems and possible solutions.* Documentation of an international workshop in Berlin 21-22 oct 2008. (H. Hötker, red) s. 44-49. NABU, Berlin.

LOIRET NATURE ENVIRONNEMENT. 2009. Suivi ornithologique et chiroptérologique des parcs éoliens de Beauce. France. 6 p.

LUCAS M. de. et al. 2004. *The effects of a wind farm on birds in a migration point : the Strait of Gibraltar.* *Biodiversity and Conservation* 13, 395-407.

MAMMEN U. K. et al. 2009. *Interactions of Red Kites and wind farms : results of radio telemetry and field observations. Birds of Prey and Wind Farms : Analysis of problems and possible solutions.* Documentation of an international workshop in Berlin 21-22 oct 2008. (H. Hötker, red) s. 14-21. NABU, Berlin.

MARCHEAIS G. 2010. Expérience d'utilisation du système de télétransmission des données 'anabat' sur mâts de mesure d'un site d'étude de projet éolien. Séminaire Éolien et Biodiversité. Écosphère. Reims. 13p.

MARCHAIS G., 2011. <i>Projet d'implantation d'un parc éolien sur les communes de Saint-Civran, Chazelet et Sacierges-Saint-Martin. Rapport sur le suivi de l'activité chiroptérologique en hauteur (avril – octobre 2011).</i> Écosphère, Saint-Maur-des-Fossés, France. 49p.
MARCHESI, BLANT ET CAPT. 2011. Clé morphologique et clé des crânes présentes dans le guide : Mammifères de Suisse : clés de détermination. Fauna Helvetica.
MATHEWS F. 2011. National Bats and Wind Turbines Project. University of Exeter. 25p.
MENU H. ET POPELARD J-B. 1987. Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des Vespertilionines de l'ouest européen. Le Rhinologue, bulletin de la coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris. N°4. Museum d'Histoire Naturelle de Genève.
MERLE S. 2010. Migration et hivernage de la Grue cendrée (<i>Grus grus</i>) en Bourgogne, et dans la Nièvre en particulier Rev. sci. Bourgogne-Nature n°11, 145-150.
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER (MEEDDM), 2010. Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens. MEEDDM – DREAL – SER – MNHN – ONF – LPO – ADEME, Actualisation 2010, p. 187 - www.developpement-durable.gouv.fr
MNHN & UICN, 2008. <i>Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine.</i> Paris, 14 p.
NEWTON I. & LITTLE B. 2009. <i>Assessment of wind-farm and other bird casualties from carcasses found on a Northumbrian beach over an 11-year period.</i> Bird Study 56, 158-167.
NIERMANN I., BRINKMANN R., KÖRNER-NIEVERGELT F. & BEHR O. 2011. Systematische Schlagopfersuche-Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In : BRINKMANN R., BEHR O., NIERMANN I. & REICH M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 40-115, Cuvillier Verlag, Göttingen.
OSBORN R., DIETER C.D., HIGGINS K.F. & USGAARD R.E. 1998. <i>Bird Flight Characteristics Near Wind Turbines in Minnesota.</i> American Midland Naturalist, 139 (1) : 29-38.
PEDERSEN M.B. & POULSEN E. 1991. <i>En 90 m/2 Mw vindmøllens indvirkning på fuglelivet - Fugles reaktioner på opførelsen og idriftsættelsen af Tjæreborgmøllen ved Det Danske Vadehav.</i> Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser. 38 p. (résumé en anglais).
PERCIVAL, S.M. 2001. Assessment of the effects of offshore wind farms on birds. Ecology consulting. 66 p.
PERTHUIS A., 2002. <i>L'avifaune de la région Centre-Val de Loire : synopsis des connaissances.</i> Recherches Naturalistes en Région Centre-Val de Loire, 11 : 17-30.
PETTERSON J. 2005. <i>Havsbaseade vindkraftverks inverkan på fågillivet i södra Kalmarsund.</i> Energimyndigheten, Stockholm.
PRATZ, 2012. <i>Note relative à la réalisation et au financement des suivis réglementaires de mortalité des parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire.</i>
QUAINTENNE G., BROSSAULT P., 2013. <i>Les oiseaux nicheurs rares et menacés en France en 2012.</i> Ornithos 20-6. LPO.
RASRAM L, et al. 2009. <i>Effect of wind farms on population trend and breeding success of Red Kites and other birds of prey. Birds of prey and Wind farms : Analysis of problems and possible solutions.</i> Documentation of an international workshop in Berlin 21-22 oct 2008. (H. Hötker, red) s. 22-25. NABU, Berlin.
REGION CENTRE. 2012. Schéma régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie du Centre : Annexe Schéma Régional Éolien. 64 p.
REGION ILE-DE-FRANCE. 2012. Schéma Régional Éolien Ile-de-France. 86 p.
RICO P. & LAGRANGE H. 2011. <i>Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint Martin de Crau-13).</i> Biotope. 39 p.
RICO P. & LAGRANGE, H. 2016. Étude de l'activité et de la mortalité des chiroptères sur plusieurs parcs éoliens par trajectographie acoustique, imagerie thermique et recherché de cadavres au sol – Contribution aux évaluations des incidences sur l'environnement. Présentation orale et Powerpoint, 16èmes Rencontres nationales "chauves-souris" de la SFEPM, Muséum de Bourges, 25 mars 2016, http://www.sensofife.com/wp-content/uploads/2015/05/Bourges_2016_SOL.pdf
ROCAMORA, G. & YEATMAN-BERTHELOT, D. – 1999 – <i>Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation.</i> Société d'Études Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux. Paris : 560 p.
RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., GOODWIN J. & HARBUSCH C., 2008. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series No. 3 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 55 pp.
RODRIGUES L. et al. 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication series n°6. Revision 2014. PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 133 pp. Disponible sur : http://www.eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/pubseries_no6_english.pdf

RYDELL J, ENGSTROM H, HEDENSTROM A, KYED LARSEN J, PETERSSON J & GREEN M. 2012. The effect of wind power on birds and bats. Report 6511. Swedish Environmental Protection Agency. 152p.

SANTOS S.M., CARVALHO F. & MIRA A. 2011. How long do the dead survive on the road ? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys. PLoS ONE 6(9): e25383.

STRICKLAND MD, ARNETT EB, ERICKSON WP, JOHNSON DH, JOHNSON GD, ET AL. 2011. Comprehensive guide to studying wind energy/wildlife interactions. National Wind Coordinating Collaborative website. Available: http://www.nationalwind.org/assets/publications/Comprehensive_Guide_to_Studying_Wind_Energy_Wildlife_Interactions_2011_Updated.pdf

SVENSSON L., GRANT P., MULLARNEY K. & ZETTERSTRÖM D, 2010. *Le guide ornitho*. Delachaux & Niestlé, Paris, 2^e édition, 447 p.

SOCIETE FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFERES (S.F.E.P.M.) - 1984 - Atlas des Mammifères sauvages de France - Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, 229 pp.

THELANDER C.G. & RUGGES D.L. 2001. Examining Relationships between Bird Risk Behaviours and Fatalities at the Altamont Wind Resource Area : a Second Year's Progress. Report. In : PNAWPPM IV, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California, May 2001 : 5-14.

THIOLLAY J.-M. & BRETAGNOLLE V., 2004. *Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation*, Delachaux et Niestlé, Paris. 176p.

Thauront M., D'Agostino R. & Marchais G. 2015. Expertise chiroptères et suivi de mortalité - Parcs éoliens Lomont – Pays de Montbeliard. Écosphère. 63 pages.

TORONTO RENEWABLE ENERGY CO-OPERATIVE. 2000. Wind Turbine environmental assessment. Vol. 1 : Screening document. Toronto Renewable Energy Co-operative, April 2000.

YEATMAN-BERTHELOT, D. & JARRY, G., 1994. *Nouvel Atlas des Oiseaux nicheurs de France, 1985-1989*. Société Ornithologique de France, Paris 776 p.

WINKELMAN, J.E. 1985. Impact of medium-sized wind turbines on birds : a survey on flight behaviour, victims and disturbance. Netherlands Journal of Agricultural Science 33 : 75-78.

ZUCCA M. 2015. *La migration des oiseaux : comprendre les voyageurs du ciel*. Guide Nature. Editions Sud-Ouest. Mai 2015. 352p.

ANNEXE 1 : CALENDRIER DU SUIVI DE MORTALITE

L'ensemble des fiches de terrain est disponible sur demande.

Date(s) des passages	Observateur
21/04/2016	Manon ACQUEBERGE
24/05/2016	
22-23/06/2016	Thomas CHERPITEL
04-05/07/2016	
26/07/2016	
03/08/2016	
09/08/2016	Elodie BRUNET
16/08/2016	Thomas CHERPITEL
26/08/2016	
30/08/2016	
05/09/2016	
22/09/2016	
29/09/2016	
06-07/10/2016	Georgie GIRAUDEAU
14/10/2016	
21/10/2016	

ANNEXE 2 : CALENDRIER ET CONDITIONS METEOROLOGIQUES DES SUIVIS DE FREQUENTATION ORNITHOLOGIQUE ET CHIROPTEROLOGIQUE

Date des passages	Conditions météorologiques
21/04/2016	(midi) : 20°C, fortement nuageux, vent nul
23/05/2016	(nuit) : coucher du soleil à 21h32, 10°C à 20h, ciel couvert, vent moyen
24/05/2016	(midi) : 15°C, totalement couvert, vent de force 2
22-23/06/2016	22 juin (midi) : 28°C, faiblement nuageux, vent de force 2 (soir) : coucher du soleil à 21h58, nuit chaude (18 à 20°C), faiblement nuageux, vent de force 3
04-05/07/2016	4 juillet (midi) : 20°C, fortement nuageux, vent de force 3 (soir) : coucher du soleil à 21h53, nuit fraîche (10 à 12°C), totalement nuageux, vent de force 3 à 4
26/07/2016	(midi) : 25°C, faiblement nuageux, vent de force 3
03/08/2016	(midi) : 22°C, fortement nuageux, vent de force 4
09/08/2016	(midi) : 25°C, faiblement nuageux, vent de force 2
16/08/2016	(midi) : 29°C, faiblement nuageux, vent de force 2
26/08/2016	(midi) : 28 °C, faiblement nuageux, vent de force 1
30/08/2016	(midi) : 27°C, faiblement nuageux, vent de force 3
05/09/2016	(midi) : 24°C, totalement couvert, vent de force 1
22/09/2016	(midi) : 23°C, moyennement nuageux, vent de force 1 (soir) : coucher du soleil à 19h47, minimum de 9°C en soirée, moyennement nuageux, vent de force 1
29/09/2016	(midi) : 25°C, moyennement nuageux, vent de force 4
06-07/10/2016	(midi) : 13°C, ciel dégagé, vent de force 3 d'ouest (soir) : coucher de soleil à 19h18, de 4 à 16°C sur la journée, ciel dégagé en début de nuit, se couvre progressivement, vent faible
14/10/2016	(midi) : 10°C, fortement nuageux, vent de force 2 d'est (soir) : coucher de soleil à 19h02, de 9 à 12°C sur la journée (11°C à minuit), très couvert, quelques averses en tout début de nuit, vent faible
21/10/2016	(midi) : 11°C, totalement nuageux, vent de force 2 de nord-ouest

ANNEXE 3 : OISEAUX FREQUENTANT LE PARC EOLIEN

Listes d'espèces établies principalement à partir des prospections réalisées sur le parc sur les **23-24 mai, 22-23 juin, 4-5 juillet, 5 septembre, 6-7 et 21 octobre 2016**.

Les espèces sont classées par ordre alphabétique du nom français. Plusieurs abréviations sont régulièrement utilisées dans le champ « Remarques » : individu (ind.), chanteur (ch.) et immature (imm.).

1. RARETE ET STATUT DES ESPECES NICHEUSES D'ILE-DE-FRANCE ET EN REGION CENTRE-VAL DE LOIRE

1.1. Statut des espèces nicheuses

Directive 2009/147/CE du Parlement Européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages (directive « Oiseaux »).

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

Liste rouge européenne : d'après BirdLife International, 2015. *European Red List of Birds*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Protection nationale : liste des espèces protégées à l'échelle nationale en vertu de l'arrêté du 29 octobre 2009 (publié au J.O. du 5 décembre 2009) modifié par l'arrêté du 21 juillet 2015.

3 : espèces inscrites à l'article 3 pour lesquelles la destruction, la perturbation des individus et des sites de reproduction et de repos sont interdits ainsi que le transport et le commerce

4 : espèces inscrites à l'article 4 pour lesquelles la destruction, la perturbation, le transport et le commerce des individus sont interdits

Cet arrêté du 29/10/2009 modifie substantiellement les dispositions applicables aux oiseaux protégés, en ajoutant notamment la notion de protection des habitats : « sont interdites [...] 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, [...] pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques ». Les oiseaux nicheurs sont répartis sur la quasi-totalité des habitats terrestres et une attention devra être portée non seulement sur les sites de nid réguliers, mais également sur les zones d'alimentation et de repos.

Liste rouge nationale : d'après MNHN, Comité français UICN, LPO, SEOF et ONCFS, 2008. *Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine*.

Liste rouge régionale Ile de France : d'après BIRARD J., ZUCCA M., LOIS G. et Natureparif, 2012. *Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs d'Île-de-France*. Paris. 72 p.

Liste rouge régionale Centre-Val de Loire : *Liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre* (validée au CSRPN en novembre 2013).



Sensibilité au risque de collision : l'évaluation de la sensibilité se base sur le Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2015). La sensibilité est donc définie comme le rapport entre le nombre de cas de collision connus et le nombre minimal de couples nicheurs en Europe. On notera que c'est bien l'Europe au sens biogéographique qui est prise en compte dans l'estimation des tailles de populations. Les valeurs référencées dans le protocole national semblent basées sur des estimations anciennes (2004) dans l'Europe des 27, qui exclut des états comme la Suisse, la Norvège ou la Russie (une partie des nicheurs de ces pays traversent annuellement la France).

Indice de vulnérabilité : Selon le protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2015), la définition des indices de vulnérabilité est le résultat du croisement entre l'enjeu de conservation d'une espèce au niveau régional, national ou européen et sa sensibilité avérée à l'activité des parcs éoliens.

1.2. Définition de la rareté des espèces nicheuses en Ile-de-France et en région Centre-Val de Loire

La liste des espèces nicheuses et l'estimation de la rareté ont été établies à partir du maillage de l'Atlas des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (<http://www.atlas-ornitho.fr/>). La rareté est obtenue via le nombre de mailles par espèce, pondéré le cas échéant par la taille du territoire et par des données quantitatives.

2. LISTE DES ESPECES NICHEUSES DANS UN RAYON DE 500 M AUTOUR DES EOLIENNES DU PARC : 23 ESPECES

Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	LRE	PN	LRN	LR Centre-Val de Loire	Rareté régionale Centre-Val de Loire	LR Ile-de-France	Rareté régionale Ile-de-France	Sensibilité à la collision avec les éoliennes	Indice de vulnérabilité de l'état de conservation	Remarques (localisation, nombre d'individus, état de la station...)
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>		LC		LC	NT	TC	LC	TC	Faible	< 2	
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	C	Faible	< 2	
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>		LC	x	LC	LC	AC	LC	C	Faible	< 2	
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>		LC	x	NT	NT	C	LC	AC	Faible	≤ 2	
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Ann. I	NT	x	LC	NT	AC	VU	R	Moyenne	3	Présent sur toute la période du suivi avec quelques individus observés à quasi-chaque passage, en chasse sur une grande partie de l'emprise du parc. Probablement 2 nids à proximité des éoliennes E1 (au nord-est) et au nord d'E11. Probablement un couple à 1km au sud de l'éolienne E6 et E7 (lieu-dit "la Croix à la Blonde"). Jusqu'à 3 individus observés en migration en automne.
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>		LC		LC	LC	AC	NT	AC	Faible	≤ 2	Quelques nicheurs dispersés sur le parc.
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>		LC			NA	INT	LC	INT	Faible	< 2	
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>		LC	x	LC	LC	C	LC	AC	Forte	3	Nicheur dans le petit boisement au sud d'E6. Observé à quasi-chaque passage. L'espèce fréquente le bas des éoliennes comme en témoigne de nombreuses pelotes de rejection trouvés à leurs pieds (E3, E4, E6, E7, E12...) et des observations directs d'individus posés sur les escaliers des éoliennes.
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	Nicheuse dans le petit boisement au sud d'E6.
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>		LC	x	NT	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>		LC	x	VU	NT	C	NT	C	Faible	< 2	
Merle noir	<i>Turdus merula</i>		LC		LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	Nicheur dans le petit boisement au sud d'E6.
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	Nicheuse dans le petit boisement au sud d'E6.
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i>		LC	x	LC	LC	AC	LC	C	Faible	< 2	Nicheuse dans le petit boisement au sud d'E6.
Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Ann. I	LC	x	NT	LC	AC	NT	R	Moyenne	2,5	3 couples au nord-est d'E6, au sud d'E4 et au sud d'E3.
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>		LC		LC	NT	C	LC	C	Faible	≤ 2	Quelques couples disséminés sur le parc : à proximité d'E11, au sud d'E6 et au nord d'E7.

Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	LRE	PN	LRN	LR Centre-Val de Loire	Rareté régionale Centre-Val de Loire	LR Ile-de-France	Rareté régionale Ile-de-France	Sensibilité à la collision avec les éoliennes	Indice de vulnérabilité de l'état de conservation	Remarques (localisation, nombre d'individus, état de la station...)
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>		LC		LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	Nicheur dans le petit boisement au sud d'E6. 1 cadavre découvert fin avril.
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	Nicheur dans le petit boisement au sud d'E6.
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	Nicheur dans le petit boisement au sud d'E6. Observé ponctuellement en migration. 1 cadavre découvert mi-octobre.
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>		VU		LC	LC	C	NT	C	Faible	≤ 2	Nicheur dans le petit boisement au sud d'E6.
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>		VU		LC	VU	AC	VU	R	Faible	2,5	4 couples : à l'est d'E1, au nord d'E8, au nord d'E5 et à proximité d'E11 Quelques petits regroupements début juillet au sud du parc (une vingtaine et une quarantaine, à moins de 500 m), et regroupements plus importants en automne avec vols migratoires (maximum de 180 individus)

3. LISTE DES ESPECES NICHEUSES AUX ABORDS : 14 ESPECES

Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	LRE	PN	LRN	LR Centre-Val de Loire	Rareté régionale Centre-Val de Loire	LR Ile-de-France	Rareté régionale Ile-de-France	Sensibilité à la collision avec les éoliennes	Indice de vulnérabilité de l'état de conservation	Remarques (localisation, nombre d'individus, état de la station...)
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>		LC	x	LC	LC	C	LC	AR	Moyenne	2	Fréquente peu le parc, mais nicheuse aux abords. Quelques individus observés toute l'année sur le parc, pas de migration active de constatée.
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>		LC		LC	LC	C	LC	C	Faible	< 2	
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>		LC		LC	LC	TC	LC	C	Faible	< 2	

Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	LRE	PN	LRN	LR Centre-Val de Loire	Rareté régionale Centre-Val de Loire	LR Ile-de-France	Rareté régionale Ile-de-France	Sensibilité à la collision avec les éoliennes	Indice de vulnérabilité de l'état de conservation	Remarques (localisation, nombre d'individus, état de la station...)
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>		VU		VU	EN	R	NA	NRR	Faible	3	Le couple connu du secteur a été contacté le 23/05/2016 sur une parcelle humide en jachère au sud de la ferme "L'Avenir" (à 1 km à peine au nord-ouest de l'éolienne E12). Aucun individu n'a été revu lors des passages suivants. La nidification n'est pas confirmée en 2016. En 2004, un couple nicheur donne 3 jeunes au nord de la ferme des Vaneaux. Des oiseaux sont à nouveau observés en 2006 (comm. pers. Joël Savry). Depuis 2010, il a niché régulièrement sur le secteur. En 2015, un couple était présent sur une autre parcelle à 250 m à l'est, au sud de la ferme des Vaneaux (comm. pers. Jaime Crespo). Nidification irrégulière à 3 km au sud du parc, dans le Marais de Sceaux et Mignerette (site Natura 2000). Espèce méconnue en Ile-de-France au moment de la validation de la LRR (statut Non Applicable par manque d'information). A ce jour, cette espèce apparaît plutôt en danger critique d'extinction dans la région, avec cet unique secteur où la reproduction s'effectue ponctuellement.
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>		LC		LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>		LC	x	LC	NT	AC	NT	R	Moyenne	2,5	1 individu traverse le parc fin-mai. Nicheur probable dans la vallée du Fusain
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>		LC	x	LC	LC	AC	LC	AR	Moyenne	2	Ponctuel sur le parc (passage)
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	Observée en migration. 1 cadavre découvert mi-octobre.
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>		LC	x	LC	LC	C	LC	AC	Faible	< 2	Nicheur au sud du parc, le long de la vallée du Fusain (Sceaux-du-Gâtinais).
Martinet noir	<i>Apus apus</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	1 - 1,5	3 cadavres découverts entre fin juin et début août.
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	Ann. I	LC	x	LC	VU	AR	VU	TR	Forte	3,5	Nicheur probable aux abords (probablement dans la vallée du Fusain), ou erratique. Fréquente très ponctuellement le parc (observé en chasse au sud des éoliennes E8 et E9 le 23/05, également observé en vol en direction de l'est, entre les éoliennes E3 et E4, le 22/06)
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>		LC	x	LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>		LC		LC	LC	TC	LC	TC	Faible	< 2	

4. LISTE DES AUTRES ESPECES UNIQUEMENT MIGRATRICES, HIVERNANTES OU ERRATIQUES : 16 ESPECES

Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	LRE	PN	LRN	Sensibilité à la collision avec les éoliennes	Indice de vulnérabilité de l'état de conservation	Remarques (localisation, nombre d'individus, état de la station, critères d'ajustement du niveau d'enjeu sur le site...)
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>		LC	x	NT	Faible	1,5	En migration active.
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>		LC		LC	Faible	1 - 1,5	En erratisme (dans les mouillères).
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	En migration active.
Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	1 individu en halte migratoire mi-octobre.
Goéland leucopnée	<i>Larus michahellis</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	En erratisme dans les cultures.
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>		LC		LC	Faible	1 - 1,5	En migration active.
Gros-bec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	Quelques individus dans le bois fin octobre.
Mésange noire	<i>Periparus ater</i>		LC	x	NT	Faible	1 - 1,5	Contactée dans le petit boisement au sud d'E6 (quelques conifères) le 26/08.
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>		LC	x	LC	Moyenne	2	En erratisme dans les cultures.
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	En erratisme / dispersion dans le petit boisement au sud d'E6.
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	En migration active.
Roitelet à triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	4 cadavres découverts mi-octobre. Pas d'autre contact.
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	Quelques individus dans le bois mi-octobre.
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	Deux individus en halte mi-octobre.
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>		LC	x	NT	Faible	1,5	En halte migratoire.
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>		LC	x	LC	Faible	1 - 1,5	En migration active.

ANNEXE 4 : CHIROPTERES FREQUENTANT LE PARC EOLIEN

Liste établie principalement à partir des prospections sur le parc du Gâtinais réalisées le 23 mai, le 22 juin, le 4 juillet, le 22 septembre, le 6 octobre et le 14 octobre 2016.

1. RARETE ET STATUT DES ESPECES DES REGIONS CENTRE-VAL DE LOIRE ET ILE-DE-FRANCE

Protection nationale : arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ; cette protection concerne les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces.

Espèces déterminantes de ZNIEFF en région Centre-Val de Loire : d'après DREAL Centre - Val de Loire, 2012. *Guide des espèces et milieux déterminants en région Centre*. http://www.donnees.centre.developpement-durable.gouv.fr/znieff-2/Guide_habitats_especes.pdf.

Espèces déterminantes de ZNIEFF en région Ile-de-France : d'après CSRPN IdF & DIREN IdF., 2002. *Guide méthodologique pour la création de ZNIEFF en Ile-de-France*. Cachan, éditions Direction régionale de l'environnement d'Ile-de-France. 208 p.

Liste rouge nationale : d'après MNHN, Comité français UICN, SFEPM & ONCFS., 2008. *Liste rouge des Mammifères de France métropolitaine*.

Liste rouge Centre-Val de Loire : réalisée selon la méthodologie et la démarche de l'UICN, validée en CSRPN en novembre 2013.

Liste rouge Ile-de-France : réalisée par Naturparif et validée en CSRPN en 2015.

Directive « Habitats » n° 92/43/CEE du Conseil du 21/05/92 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (JOCE du 22/07/1992).

Annexe II : « espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation ». Espèces prioritaires : « espèces pour lesquelles la Communauté porte une responsabilité particulière sur leur conservation, compte tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle ».

Annexe IV : « espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte ».

La rareté en région Centre-Val de Loire est établie d'après « SFEPM, 1984. Atlas des Mammifères sauvages de France. S.F.E.P.M., Paris, 299p » corrigé par des données récentes publiées : cas des chiroptères avec Sologne Nature Environnement, 2009 : Plan d'actions Chiroptères en région Centre, 2009-2013 ; http://www.centre.ecologie.gouv.fr/Études/PNA/PRA_chiropteres_Centre.pdf.

La rareté en Île-de-France est établie d'après « SFEPM, 1984. Atlas des Mammifères sauvages de France. S.F.E.P.M., Paris, 299p » et « BIOTOPE, 2011. Plan régional d'actions en faveur des chiroptères en Île-de-France 2012-2016. DRIEE, Paris, 153p. ».



2. LISTE DES ESPECES CONTACTEES SUR LE PARC : 9 ESPECES

Les espèces sont classées par ordre alphabétique du nom français.

Nom français	Nom scientifique	LRE	Dir.Hab. (Ann. II)	Dir.Hab. (Ann. IV)	PN	LRN	LR Centre- Val de Loire	Rareté régionale Centre-Val de Loire	LR IdF	Rareté régionale Ile-de- France	Sensibilité à la collision avec les éoliennes	Indice de vulnérabilité de l'état de conservation
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	VU	x	x	x	LC	NT	AC	CR	TR	Faible	3
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	LC	x	x	x	LC	LC	AC	VU	R	Faible	2,5
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	LC		x	x	LC	LC	AC	LC	AC	Faible	1,5
Murin indéterminé	<i>Myotis sp</i>	-		x	x	-	-	-	-	-	Faible	-
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	LC		x	x	NT	NT	AC	NT	AC	Très forte	3,5
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	LC		x	x	NT	NT	AR	NT	AR	Très forte	3,5
Noctule indéterminée	<i>Nyctalus sp</i>	-		x	x	NT	NT	-	-	-	Indéterminée	-
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC		x	x	LC	LC	TC	NT	TC	Très forte	3,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC		x	x	LC	LC	C	LC	AC	Forte	2,5
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	-		x	x	LC/NT	LC / NT	C	LC / NT	-	Indéterminée	-
Pipistrelle commune / de Nathusius	<i>Pipistrellus pipistrellus/nathusii</i>	-		x	x	LC/NT	LC / NT	C	NT	-	Indéterminée	-
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	LC		x	x	NT	NT	R	NT	AR	Très forte	3,5
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	LC		x	x	LC	LC	C	VU	AC	Moyenne	3
Sérotine commune / Noctules	<i>Eptesicus serotinus / Nyctalus sp.</i>	-					LC / NT		NT / VU	-	Indéterminée	-

ANNEXE 5 : RESULTATS DES INVENTAIRES CHIROPTEROLOGIQUES

Nombre de contacts de chauves-souris triés par date, par éolienne et par espèce.

	23/05/2016					22/06/2016					04/07/2016					22/09/2016					06/10/2016					14/10/2016					Total général
	E1	E6	E8	E11	Total	E1	E6	E8	E11	Total	E1	E6	E8	E11	Total	E1	E6	E8	E11	Total	E1	E6	E8	E11	Total	E1	E6	E8	E11	Total	
Barbastelle d'Europe					0					0					0				1	1					0					0	1
Grand Murin					0					0					0			2		2					0					0	2
Murin de Natterer					0					0			1		1					0					0					0	1
Murin sp.					0					0	8				8					0					0					0	8
Noctule commune					0	1			3	4	38				38		2	5	2	9					0					0	51
Noctule de Leisler			2		2					0					0	1			2	3					0					0	5
Noctule sp.					0				1	1					0					0					0					0	1
Pipistrelle commune	50	25	47	1	123	37	78	42	53	210	3341	1064	3504	1323	9232	32	23	63	26	144	44		40	11	95					0	9804
Pipistrelle commune / de Nathusius	1				1		1		1	2	86	20	42	1	149	1				1					0					0	153
Pipistrelle de Kuhl				1	1	1	1			2	1299	143	15	4	1461	2		9		11					0					0	1475
Pipistrelle de Kuhl / Nathusius					0					0	941		1		942					0				2	2					0	944
Pipistrelle de Nathusius					0	1				1	34	1	27	1	63		1	1	2	4					0					0	68
Sérotine commune					0	3	3	3		9	5		8	5	18					0			1		1					0	28
Sérotule					0			1		1					0			1		1					0					0	2
Total général	51	25	49	2	127	43	83	46	58	230	5752	1228	3598	1334	11912	36	26	81	33	176	44	0	41	13	98	0	0	0	0	0	12543