



Parc éolien du « Bois de l'Arche » sur la commune de Beauvilliers (28)

Suivi de la mortalité des chiroptères
et des oiseaux



AGENCE CENTRE-OUEST
Conseil et ingénierie pour la nature
et le développement durable

112 rue du Néotim, ZAC des Châtelliers - 45000 Orléans
Tel : 33 (0)2.38.42.12.90 - www.ecosphere.fr

Juin 2016

PRESENTATION DU DOSSIER

Etude réalisée pour :



Matteo CARANDO
Responsable
Management

mcarando@ergrenew.it

ERG Renew

3 boulevard de Sébastopol 75001 PARIS

Tél : +39 33 35 25 06 51

Etude réalisée par :



Coordination générale :

Guillaume VUITTON

Coordination technique et
scientifique :

Guillaume VUITTON

Suivis de mortalité :

*Anouk VACHER, Manon ACQUEBERGE,
Matthieu ESLINE*

Appui scientifique :

Guillaume MARCHAIS, Sébastien ROUE

Rédaction et analyse :

Anouk VACHER

SIG et cartographie :

Laure BOURJOT

Photos de couverture de gauche à droite : Cadavre d'une Noctule commune, Parc du « Bois de l'Arche » (A. Vacher – Ecosphère) et Canard colvert (L. Spanneut – Ecosphère).

Citation recommandée :

Ecosphère, 2016. – Suivi de la mortalité sur le parc éolien du « Bois de l'Arche » (28). Etude réalisée pour le compte d'ERG Renew. 44 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 : ERG Rene

❖ Contexte général et objet de l'étude :

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, 2015) mettent en évidence les espèces les plus sensibles au risque de collisions avec des éoliennes.

Dans ce contexte, la réglementation ICPE impose depuis 2011 un premier suivi dans les trois ans suivant la mise en service d'un parc, puis un suivi tous les dix ans.

Le parc éolien du « Bois de l'Arche », même s'il se situe au sein d'une plaine agricole, est traversé par des flux diffus d'espèces migratrices. Les espèces nicheuses sont également susceptibles d'être impactées.

La mise en place d'un **suivi direct de la mortalité du parc** permet de quantifier l'impact sur les oiseaux et les chauves-souris.

Le bureau d'études Ecosphère a été missionné pour réaliser ce suivi sur le parc éolien du « Bois de l'Arche », situé dans l'Eure-et-Loir (28).

❖ Mission d'Ecosphère :

Dans ce contexte, la mission d'Ecosphère vise à :

- réaliser le suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux trouvés au pied des éoliennes ;
- analyser la sensibilité de ces groupes à la collision avec les pales ;
- préconiser des mesures visant à réduire les risques de collisions.

Sommaire :

PRESENTATION DU DOSSIER	2
1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D'UN SUIVI POST-IMPLANTATION	6
2. LOCALISATION DE L'ETUDE ET CONTEXTE ECOLOGIQUE	6
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PARC DU « BOIS DE L'ARCHE »	6
2.2. CARACTERISTIQUES LOCALES DES EOLIENNES DU PARC EOLIEN	8
2.3. SITUATION VIS-A-VIS DES ZONAGES OFFICIELS DE BIODIVERSITE	9
2.4. SITUATION VIS-A-VIS DE LA TRAME VERTE ET BLEUE DU SRCE	12
2.5. SYNTHESE DES ETUDES ECOLOGIQUES REALISEES DANS LE CADRE DE L'ETUDE D'IMPACT	12
2.5.1. Avifaune	12
2.5.2. Chiroptères	12
2.5.3. Synthèse des enjeux, impacts et mesures	13
3. CARACTERISTIQUES DU PARC ET DES EOLIENNES EN SERVICE	15
3.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN	15
3.2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES EOLIENNES EN SERVICE	15
4. METHODES DE SUIVI ET D'EVALUATION	16
4.1. SUIVI DE MORTALITE	16
4.1.1. <i>Protocole de terrain</i>	16
4.1.1.1. Rayon de détection	16
4.1.1.2. Eoliennes suivies	16
4.1.1.3. Méthode	17
4.1.2. <i>Calendrier de suivi</i>	18
4.1.3. <i>Limites liées au suivi de mortalité</i>	19
4.1.3.1. Limites de détection des cadavres	19
4.1.3.2. Biais liés à l'identification des cadavres	20
❖ Oiseaux	20
❖ Chiroptères	21
4.2. METHODE D'EVALUATION DES NIVEAUX D'ENJEU, DE SENSIBILITE ET DE VULNERABILITE DES ESPECES IMPACTEES	22
4.2.1. <i>Evaluation des niveaux d'enjeu</i>	22
4.2.2. <i>Evaluation de la sensibilité à l'éolien</i>	22
4.2.2.1. Oiseaux	22
4.2.2.2. Chiroptères	24
4.2.3. <i>Evaluation de la vulnérabilité</i>	25
4.3. ESTIMATION DE LA MORTALITE A PARTIR DES RESULTATS BRUTS	26
5. RESULTATS BRUTS	27
5.1. NOMBRE DE CADAVRES RECENSES	27
5.2. DISTANCE AU MAT ET DENSITE DE CADAVRES	30
6. ANALYSE DES RESULTATS	31
6.1. ESTIMATION DE LA MORTALITE	31
6.2. ANALYSE DES RESULTATS POUR LES OISEAUX	33
6.2.1. <i>Description des oiseaux impactés</i>	33
6.2.2. <i>Période de l'année à risque pour les espèces sensibles et/ou impactées</i>	35
6.3. ANALYSE DES RESULTATS POUR LES CHIROPTERES	35
6.3.1. <i>Description des chiroptères impactés</i>	35
6.3.2. <i>Périodes de l'année les plus impactantes</i>	37
6.3.3. <i>Eoliennes les plus impactantes</i>	37
6.4. CONCLUSION DE L'ANALYSE	37
7. IMPACTS ET MESURES	38
BIBLIOGRAPHIE	40

Liste des cartes :

Carte 1 : Localisation du parc de Bois de l'Arche	7
Carte 2 : Zonages réglementaires et d'inventaire (ZNIEFF, Natura 2000).....	11
Carte 3 : Schéma Régional de Cohérence Ecologique.....	14
Carte 4 : Localisation des cadavres d'oiseaux et de chauves-souris	29

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. Il exige de suivre le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres produit par le Syndicat des Energies Renouvelables et France Energie Eolienne, lequel a été reconnu par le Ministère de l'Ecologie en novembre 2015³. Celui-ci est donc pris en compte dans l'analyse des résultats de ce suivi mais pas dans le protocole mis en œuvre courant 2015.

Les méthodologies de ce suivi respectent toutefois 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) en ayant appliqué un protocole standardisé tout du long et avec un intervalle de temps réduit entre chaque passage (7 ou 14 jours).

2. LOCALISATION DE L'ETUDE ET CONTEXTE ECOLOGIQUE

2.1. Situation géographique du parc du « Bois de l'Arche »

Voir la carte n°1 « Localisation du parc du Bois l'Arche ».

Le parc du « Bois de l'Arche » est situé au centre-est du département d'Eure-et-Loir (28) en région Centre-Val de Loire, à un peu plus de 20 km du centre de Chartres. Il est constitué de 5 éoliennes installées sur la commune de Beauvilliers et traversé par la ligne TGV Paris-Le Mans/Tour.

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

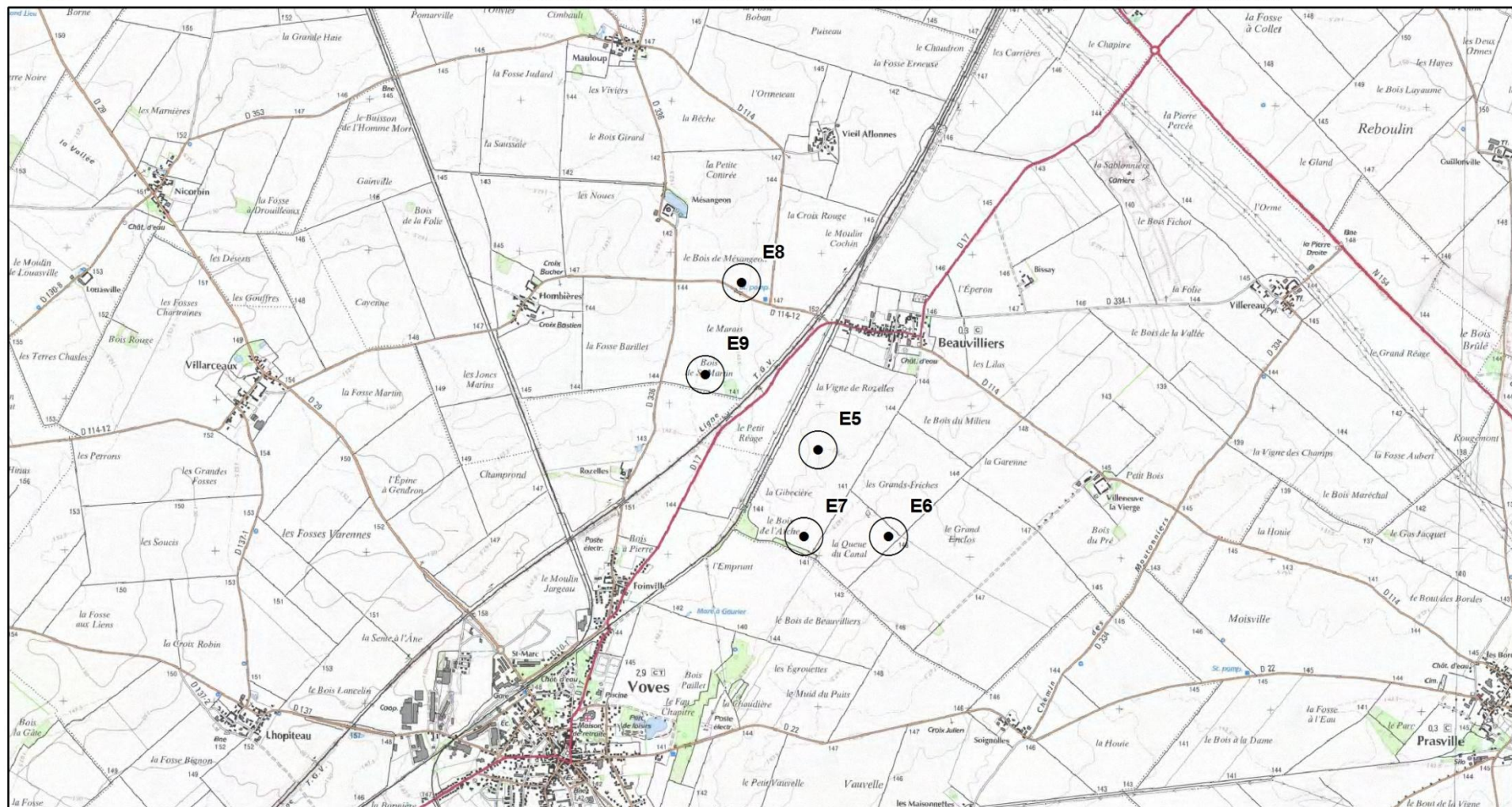
² <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Guide-sur-l-application-de-la,38630.html?onglet=sallelecture>

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

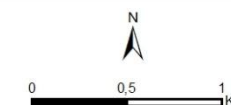
⁴ http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_eolien_15072010_complet.pdf

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

Suivi de mortalité des chiroptères et des oiseaux sur le parc éolien du « Bois de l'Arche » - Commune de Beauvilliers (28)



Eolienne



Ecosphère, ERG Renew,
2016

Source : Fond Scan25 - IGN ©

La voie de chemin de fer se trouve à respectivement 255 m et 655 m des éoliennes 5 et 9. Ce parc s'inscrit dans un contexte d'agriculture intensive de plaine parsemé de quelques petits boisements. Le Bois de l'Arche, constitué de deux entités, est à proximité immédiate au sud de l'éolienne 7 et le Bois de Saint-Martin est localisé à environ 150 m à l'est de l'éolienne 9. La haie du lieu-dit « le Grand Enclos » se trouve à une centaine de mètres à l'est de l'éolienne 6.



Photo 1 : Vue de trois éoliennes du parc de « Bois de l'Arche » depuis l'éolienne 5 (de gauche à droite : éolienne 5, 9 et 8) A. Vacher - Ecosphère

2.2. Caractéristiques locales des éoliennes du parc éolien

Chaque éolienne possède des caractéristiques locales propres. Les cultures entourant les éoliennes ont également évolué au cours de la saison.

Tableau 1 : Caractéristiques locales des éoliennes du parc de « Bois de l'Arche »

Eolienne 5	
Contexte local : isolée Proportion de la plateforme : 20 % Recouvrement hors plateforme : - avril à fin juin : patate / blé - juillet à octobre : patate / chaume - octobre à novembre : betterave / chaume / blé	

Eolienne 6 <u>Contexte local</u> : une haie linéaire se trouve à une centaine de mètre à l'est <u>Proportion de la plateforme</u> : 25 % <u>Recouvrement hors plateforme</u> : - avril à juillet : blé - juillet à novembre : chaume	
Eolienne 7 <u>Contexte local</u> : un boisement linéaire et peu large à moins de 80 m au sud <u>Proportion de la plateforme</u> : 25 % <u>Recouvrement hors plateforme</u> : - avril à août : oignon - août à fin octobre : labour - novembre : blé d'hiver	
Eolienne 8 <u>Contexte local</u> : isolée <u>Proportion de la plateforme</u> : 25 % <u>Recouvrement hors plateforme</u> : - avril à fin juin : orge - juillet à fin octobre : chaume - novembre : betterave	
Eolienne 9 <u>Contexte local</u> : le petit boisement de « Saint-Martin » se trouve à 135 m à l'est <u>Proportion de la plateforme</u> : 25 % <u>Recouvrement hors plateforme</u> : - avril à début juillet : blé - juillet à novembre : chaume et labour	

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

Voir la carte n°2 « Zonages réglementaires et d'inventaire (ZNIEFF, Natura 2000) ».

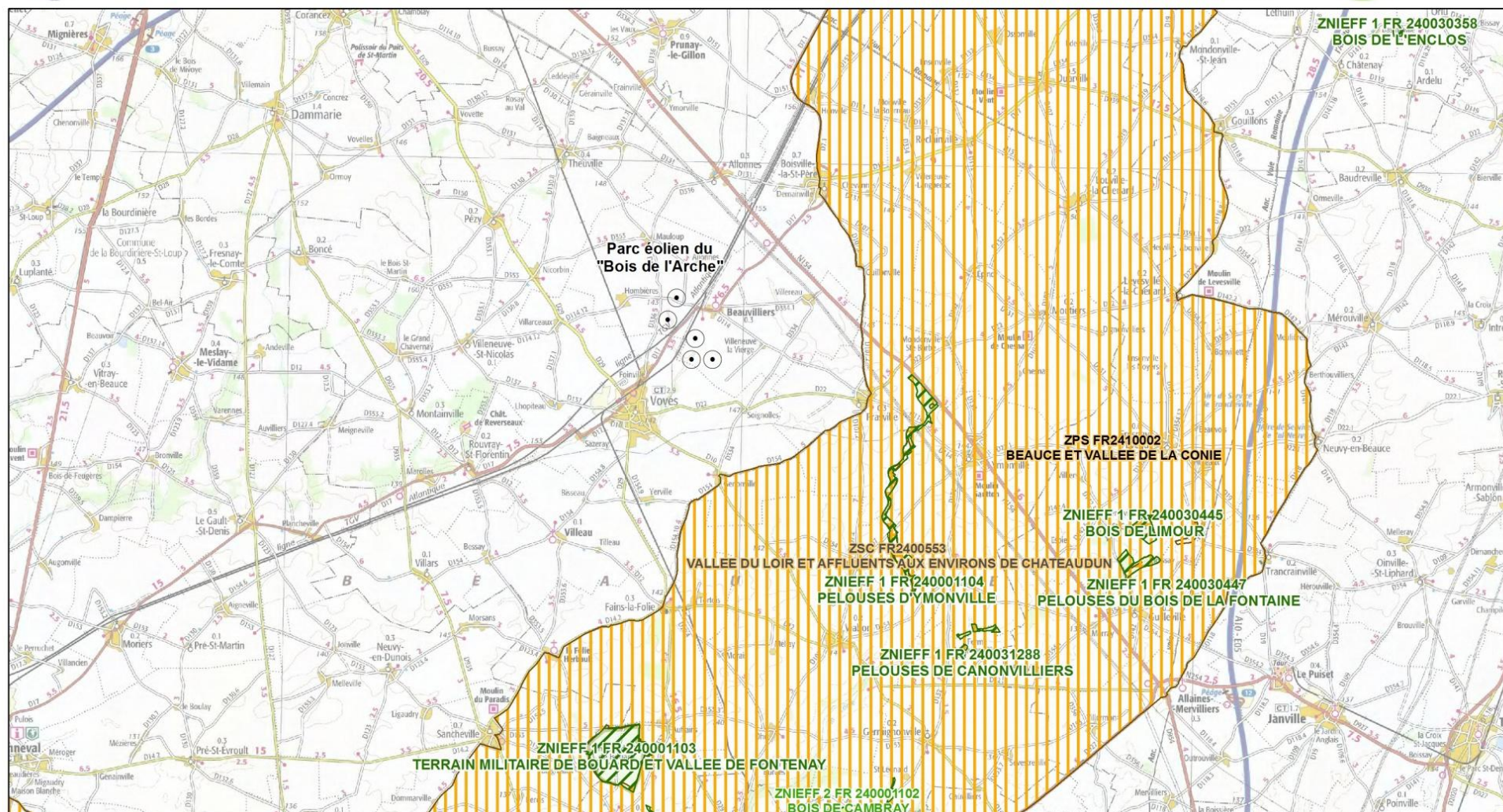
Le parc éolien n'est situé dans **aucun espace naturel protégé** (Parc Naturel National ou Régional, Réserve Naturelle Nationale ou Régionale) **ou géré** (par le Conservatoire d'Espaces Naturels, Espaces Naturels Sensibles).

En ce qui concerne les zonages d'inventaires, aucun ne concerne directement le parc éolien. Néanmoins, il se trouve à environ 4,5 kilomètres à l'ouest d'une Zone Protection Spéciale (ZPS), site Natura 2000 défini au titre de la directive « Oiseaux ». Il s'agit de la ZPS « Beauce et vallée de la Conie » (code FR2410002). Elle a été désignée pour plusieurs oiseaux reproducteurs dans les milieux ouverts (Cedicnème criard, Alouette Calandrelle, Hibou des marais, Busards cendré, des roseaux et Saint-Martin), boisés (Bondrée apivore, Pic noir) et aquatiques (Martin-pêcheur), et pour des espèces migratrices et hivernantes (Faucons émerillon et pèlerin, Pluvier doré, Hibou des marais, Busards Saint-Martin et des roseaux).

Dans un rayon de 10 kilomètres, cinq ZNIEFF et une Zone Spéciale de Conservation (ZSC) ont également été inventoriées :

- la ZNIEFF de type 1 n°240001104 « Pelouses d'Ymonville » est localisée à 5 kilomètres, est constituée d'une vaste ensemble de pelouses favorables au maintien d'une flore et une faune d'intérêt patrimonial ;
- la ZSC « Vallée du Loir et Affluents aux environs de Châteaudun » FR2400553, signalée à un peu plus de 5 kilomètres environ au sud-est, est constituée d'une mosaïque de marais, de rivières, de landes, de pelouses sèches, de forêts et de prairies riche en espèces d'intérêt européen. Une population de chauves-souris hiberne dans les galeries et caves d'anciennes marnières ;
- la ZNIEFF de type 1 n°240030445 « Bois de Limour », située à 12 kilomètres au sud-est, dont le principal intérêt réside dans la présence d'une population assez étendue de *Paeonia mascula* ;
- la ZNIEFF de type 2 n°240030447 « Pelouses du bois de la Fontaine », située à 13 kilomètres au sud-ouest reconnue pour son intérêt botanique ;
- la ZNIEFF de type 2 n° 240031288 « Pelouses de Canonvilliers », localisée à 10 kilomètres au sud-ouest et accueillant huit espèces végétales déterminantes ;
- la ZNIEFF de type 1 n°240001103 « Terrain militaire de Bouard et Vallée de Fontenay » à environ 10 kilomètres au sud. Les pelouses calcicoles de cet espace accueillent notamment une quinzaine d'espèces végétales, des insectes, des amphibiens, des oiseaux déterminants...
- la ZNIEFF de type 2 n°240030358 « Bois de l'enclos » localisée à une quinzaine de kilomètres et reconnue pour son intérêt botanique.

Les descriptions des sites sont issues des bordereaux officiels : fiches ZNIEFF, Formulaires Standards des Données Natura 2000, etc. (source : DREAL Centre-Val-de-Loire).



Eolienne

Zonages réglementaires DREAL

 Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type 2 (ZNIEFF)

 Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type 1 (ZNIEFF)

 Zone de Protection Spéciale (ZPS - Directive Oiseaux)

 Zone Spéciale de Conservation (ZSC - Directive Habitats)



Écosphère, ERG Renew,
2016

Source : Fond Scan100 - IGN ©

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

Voir la carte n°3 « Schéma Régional de Cohérence Ecologique ».

Le parc éolien du « Bois de l'Arche » ne se situe ni dans un réservoir de biodiversité ni dans un corridor écologique (Carte n°3) identifié dans le SRCE, mais se trouve en revanche à environ 3 km à l'ouest d'un réservoir de biodiversité lié aux espaces cultivés. Du fait que les habitats justifiant la reconnaissance du réservoir de biodiversité soient les mêmes que ceux présents au sein du parc, il existe donc un lien fonctionnel entre ceux-ci.

Un autre réservoir concernant les sous-trames des pelouses et lisières sèches avec son réseau de corridors diffus est situé à un peu moins de 5 kilomètres à l'est du parc. Aucun lien fonctionnel n'existe entre le parc du « Bois de l'Arche » et ces corridors.

Les corridors les plus proches appartiennent aux sous-trames herbacées et boisées sont situés respectivement à plus de 8 kilomètres au sud-est.

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

L'étude d'impact a été effectuée par l'association Loiret Nature Environnement (les Naturalistes orléanais) en collaboration avec Eure-et-Loir Nature en 2002, soit il y a 14 ans. Les principaux groupes étudiés sont la flore, l'avifaune et les mammifères terrestres.

2.5.1. Avifaune

47 espèces nicheuses (certaines et possibles) ont été identifiées. La majorité des espèces contactées sont en réalité liées à des milieux autres que ceux présents sur l'espace agricole du site d'étude (bois et villages principalement). Le peuplement nicheur sur le parc est très pauvre, limité à une dizaine d'espèces des milieux ouverts, nichant soit au sol dans les cultures soit dans les haies résiduelles. Quatre espèces patrimoniales se reproduisaient dans le secteur : les Busards Saint-Martin et cendré, l'Alouette calandrelle et le Cochevis huppé.

En migration et en hivernage, peu d'espèces et des effectifs faibles ont été recensées, principalement des espèces de milieux ouverts (Vanneau huppé, Alouette des champs, Pipits, Bergeronnettes...).

2.5.2. Chiroptères

Ce groupe n'a pas fait l'objet d'inventaires spécifiques. Quelques espèces sont toutefois connues aux abords : le Petit Rhinolophe, le Grand murin, l'Oreillard roux et la Pipistrelle commune.

2.5.3. Synthèse des enjeux, impacts et mesures

Les enjeux écologiques sur ce site sont faibles (biodiversité très faible, forte empreinte de l'agriculture intensive) à modérés (présence de quatre espèces patrimoniales).

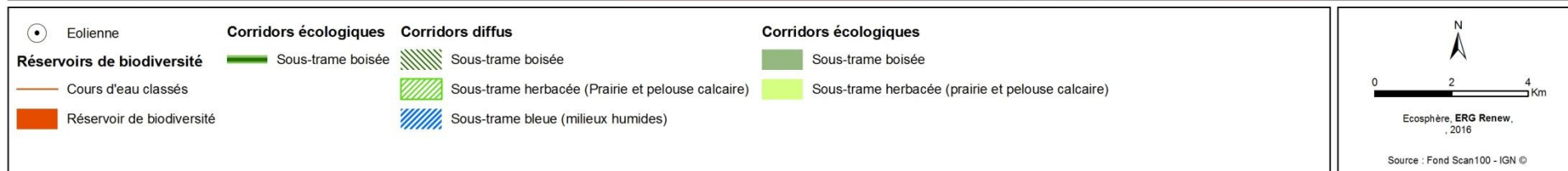
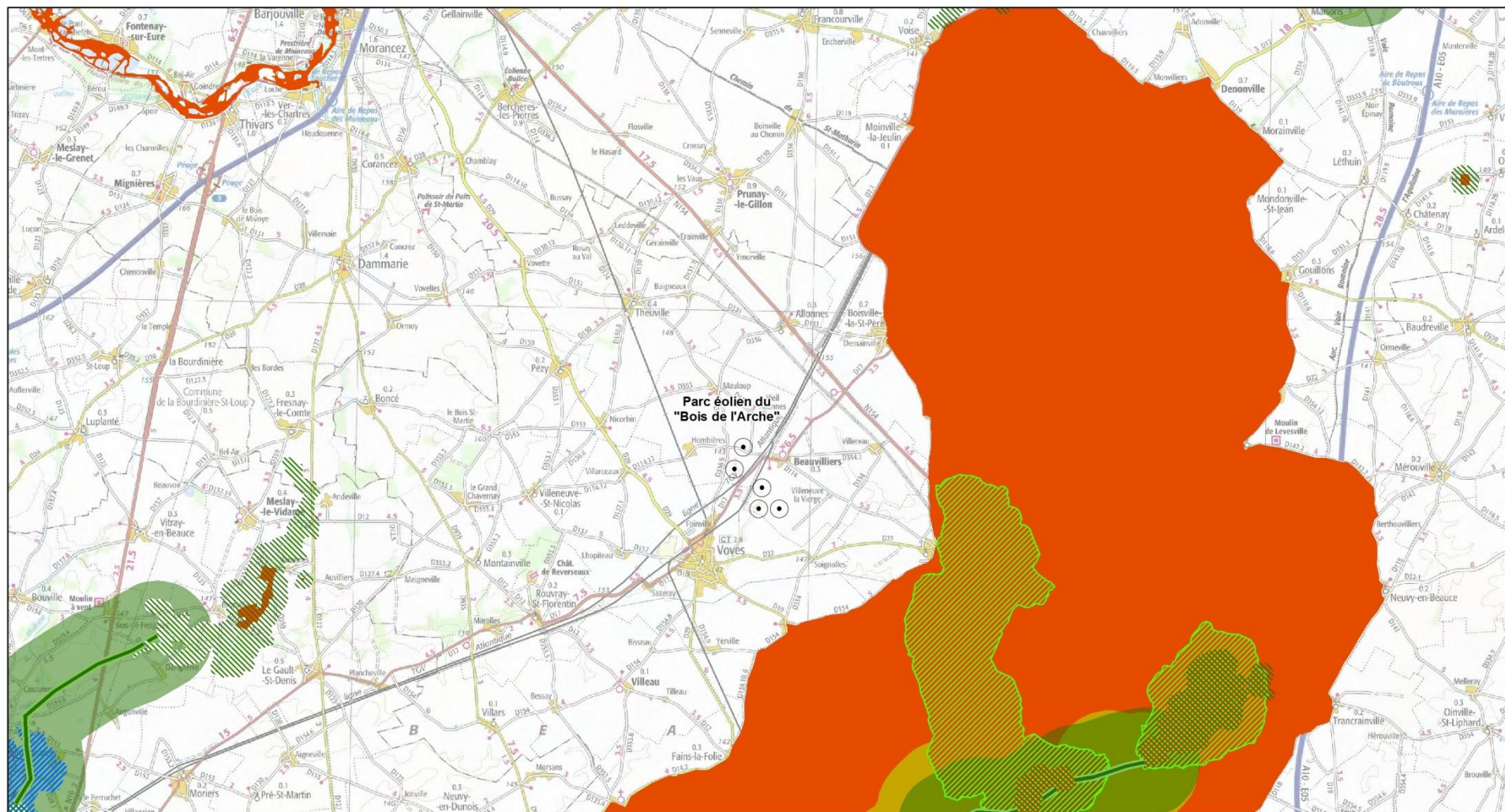
Les impacts en phase travaux consistent en des destructions d'habitats (uniquement des espaces agricoles), des perturbations sonores et mécaniques.

Les impacts en phase exploitation sont des modifications d'habitats, des risques de collisions, un effarouchement visuel et sonore et le cumul de parcs éoliens et de lignes électriques proches, augmentant les risques de mortalité sur ces dernières.

Les mesures proposées sont une optimisation de l'emplacement des éoliennes, l'évitement des périodes de reproduction pour les travaux, une mise en herbe d'une partie des plateformes⁶, un suivi de mortalité durant les premières années et un suivi de la fréquentation.

D'autres mesures ont été proposées sur un secteur plus large : soutien d'actions de suivi et de protections des Busards en Beauce, parrainage de sites gérés par le Conservatoire du Patrimoine naturel de la Région Centre, soutien aux agriculteurs et propriétaires dans des opérations de création de corridors biologiques et l'enterrement de certaines lignes électriques.

⁶ Cette mesure préconisée en 2002 n'est actuellement plus recommandée. Il est aujourd'hui établi que cette mesure favorise d'une part le développement d'insectes, ce qui attire les chiroptères et les oiseaux sur des secteurs à risques, et d'autre part un axe de déplacement dangereux pour ces mêmes espèces.



3. CARACTERISTIQUES DU PARC ET DES EOLIENNES EN SERVICE

3.1. Caractéristiques générales du parc éolien

Le parc éolien du « Bois de l'Arche » est composé de 5 éoliennes mises en service entre mars et avril 2006.

Tableau 2 : Caractéristiques du parc du « Bois de l'Arche »

Parc	Bois de l'Arche
Date de mise en service	Avril 2006
Modèle	Nordex N90/2300
Nombre d'éoliennes	5
Développeur	ERG Renew
Puissance cumulée	11 500 kW
Commune	Beauvilliers (28150)

3.2. Caractéristiques techniques des éoliennes en service

Le modèle Nordex N90/2300KW est utilisé sur le parc du « Bois de l'Arche ».

Tableau 3 : Caractéristiques des éoliennes Nordex N90/2300KW

Modèle	Nordex N90/2300KW
Hauteur du moyeu	80 m
Diamètre du rotor	90 m
Garde au sol	35 m
Zone de balayage du rotor	6 362 m ²
Puissance nominale	11,5 MW
Vitesse de connexion (cut-in wind speed)	3 m/s
Vitesse max d'arrêt (10 min en moyenne)	25 m/s

4. METHODES DE SUIVI ET D’EVALUATION

4.1. Suivi de mortalité

4.1.1. Protocole de terrain

4.1.1.1. Rayon de détection

La mortalité générée par les éoliennes implique des collisions avec les pales (avec contusions, 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 environ 100 mètres des mâts. Néanmoins, ces distances ne concernent qu'une très faible proportion d'individus.

Conformément aux recommandations formulées par Eurobats (Rodrigues et al. 2015), la prospection du terrain s'effectuera 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 permettra par conséquent des comparaisons aisées entre les résultats.



Photo 2 : Faucon crécerelle trouvé à 50 m du mat au niveau de l'éolienne 5 du parc de « Bois de l'Arche »
A. Vacher - Ecosphère

4.1.1.2. Eoliennes suivies

Les cinq éoliennes du parc du « Bois de l'Arche » ont toutes été suivies.

4.1.1.3. Méthode

L'observateur réalise 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 recherche 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.

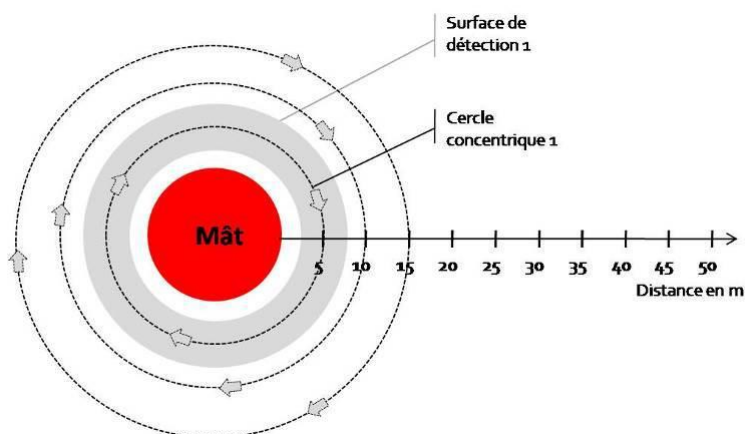


Figure 1 : Schéma des suivis concentriques autour d'un mât
Ecosphère



Photo 3 : Utilisation de SIG embarqué
F. Coulon - Ecosphère

Après avoir identifié (sinon mesuré et photographié) les éventuels cadavres découverts, l'observateur veille à noter leur position (coordonnées GPS, direction et distance par rapport au mât) et leur état (degré de dégradation, type de blessure apparente...). Des mesures complémentaires sont relevées si possible (âge, sexe, état reproductif, temps estimé de la mort...). S'agissant la plupart du temps d'espèces protégées (tous les chiroptères et tous les rapaces, nombreux passereaux), les cadavres sont laissés en place. Un contrôle des emplacements des cadavres est assuré à chaque passage suivant afin de préciser le taux de persistance local.

L'observateur renseigne aussi autant que possible **les conditions météorologiques** (vent, nébulosité...) à chaque passage.

La végétation évoluant au cours de l'année dans le secteur prospectée, **une estimation de la visibilité** est effectuée et associée à une estimation de la surface concernée. Généralement, la plateforme correspond à une visibilité très bonne ; un labour fin 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 4 : Visibilité bonne devant (berme fauchée) à nulle (colza) derrière
A. Vacher - Ecosphère



Photo 5 : Visibilité très bonne (labour fin et plateforme rase)
A. Vacher - Ecosphère



Photo 6 : Visibilité faible dans l'orge où la prospection est seulement possible dans les sillons de l'éolienne 5
A. Vacher - Ecosphère

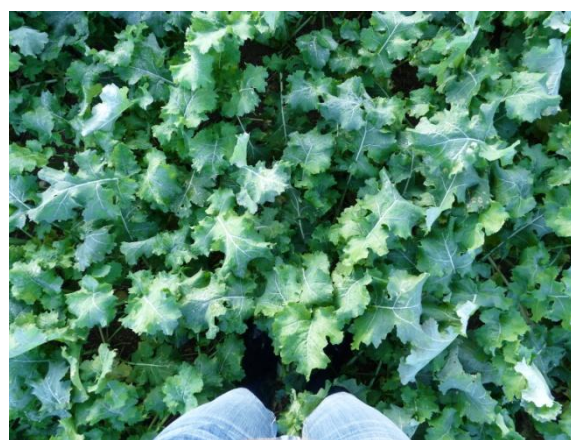


Photo 7 : Visibilité faible à nulle dans le Choux fourrager à partir d'une certaine densité et hauteur sur l'éolienne 8 (ici, environ 30 cm, on ne voit pas ses propres pieds) A. Vacher - Ecosphère

Un exemple de fiche de terrain est disponible en annexe 1.

4.1.2. Calendrier de suivi

Compte tenu de la situation géographique du parc éolien (axe migratoire diffus, éloigné des vallées et des grands boisements) et des recommandations, notamment de la DREAL Centre-Val de Loire, en termes de suivis mortalité (Pratz, 2012), **le suivi de la mortalité a été réalisé d'avril à novembre 2015**. Cette période permet de couvrir l'essentiel des périodes à risque. La période hivernale ne fait pas l'objet de suivis de mortalité en raison des activités quasi-nulles des chiroptères et des stationnements locaux limités en oiseaux de plaine.

L'effort de recherche est variable selon le découpage des périodes de l'année :

- **1^{re} période liée à la migration pré-nuptiale, à la nidification des oiseaux / parturition des chauves-souris et à la dispersion des juvéniles** : du 1^{er} avril au 31 juillet 2015. Il s'agit de périodes relativement accidentogènes pour les passereaux et les chauves-souris : **1 passage toutes les deux semaines**, soit 9 passages ;
- **2^e période liée à la migration post-nuptiale** : du 1^{er} août au 30 novembre 2015. 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 Pipistrelles de Nathusius, sensible 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. Etant donné le faible niveau d'enjeu du site, **1 passage hebdomadaire est réalisé entre le 1^{er} août et le 31 octobre** (13 passages) et **2 passages supplémentaires sont effectués en novembre**, soit 15 passages au total.

Tableau 4 : Date et fréquence des passages

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Date des passages	9 avril 22 avril	6 mai 21 mai	3 juin 17 juin 30 juin	16 juillet 29 juillet	5 août 13 août 19 août 27 août	3 sept 10 sept 16 sept 24 sept	1 oct 7 oct 14 oct 21 oct 28 oct	12 nov 26 nov
Fréquence des passages	Toutes les deux semaines	Toutes les deux semaines	Toutes les deux semaines	Toutes les deux semaines	Toutes les semaines	Toutes les semaines	Toutes les semaines	Toutes les deux semaines

Un **total de 24 passages** a été par conséquent organisé en 2015 pour ce suivi.

4.1.3. Limites liées au suivi de mortalité

4.1.3.1. 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, céréales) ne permettent pas toujours le cheminement d'un observateur ;
- **l'occupation du sol**. En effet, certaines cultures sont si denses qu'elles ne permettent pas l'accès au sol, cachant 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 (différents degrés d'expérience dans la détection) ;
- **la disparition des cadavres** est plus ou moins rapide selon l'abondance des charognards, les habitats proches et la durée depuis 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.

Ces limites sont des paramètres clés pour estimer la mortalité des chauves-souris et des oiseaux, au travers d'analyses statistiques.

4.1.3.2. Biais liés à l'identification des cadavres

Malgré l'état de décomposition ou de fragmentation de certains cadavres, l'ensemble des individus ou plumiers 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.

Dans certain cas, le cadavre a été prédaté et seules les plumes restent. Elles possèdent pour la plupart des caractéristiques particulières permettant de spécifier l'individu. Les ouvrages et site internet suivants peuvent aider à l'identification :

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



Photo 8 : Cadavre de Roitelet non identifié trouvé sous une éolienne

A. Vacher - Ecosphère

❖ Chiroptères

Guides et clés d'identification consultés :

- ✓ Arthur L. & Lemaire M. 2015. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope. 544p.
- ✓ Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe, par Dietz & von Helversen (2004) ;
- ✓ Clé morphologique et clé des crânes présentes dans le guide : Mammifères de Suisse : clés de détermination, par Marchesi, Blant et Capt (Fauna Helvetica, 2011).

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 généralement d'identifier les Pipistrelles de Nathusius et de Kuhl, et ponctuellement les Pipistrelles commune ou pygmée.

La clé des crânes de Fauna Helvetica permet 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 pour les Pipistrelles commune et pygmée (Dietz & von Helversen, 2004). Compte tenu de la législation en vigueur relative aux espèces animales protégées (cf. articles L411-1 et L411-2 du code de l'Environnement), aucun prélèvement de cadavre n'a été effectué ; seules des manipulations in-situ ont été réalisées par les observateurs à la loupe et des photos les plus précises possibles ont été prises pour réaliser des compléments d'analyses au bureau.



Photo 9 : Mesure de l'avant-bras sur une Pipistrelle commune trouvée sous l'éolienne 8
Ecosphère

4.2. Méthode d'évaluation des niveaux d'enjeu, de sensibilité et de vulnérabilité des espèces impactées

4.2.1. Evaluation des niveaux d'enjeu

Les inventaires menés dans le cadre de l'étude débouchent sur une **définition** et une **hiérarchisation des enjeux écologiques**.

Le niveau d'enjeu des espèces reproductrices inventoriées est défini en fonction de leur vulnérabilité et de leur rareté au niveau régional. Le niveau d'enjeu des espèces migratrices inventoriées est défini en fonction de leur vulnérabilité au niveau européen (oiseaux) ou national (chiroptères)⁷.

Globalement, une espèce en danger critique (CR sur la liste rouge) aura un niveau d'enjeu très fort, une espèce en danger (EN) aura un niveau d'enjeu fort, une espèce vulnérable (VU) un niveau d'enjeu assez fort, une espèce quasi-menacée (NT) un niveau d'enjeu moyen et une espèce en préoccupation mineure (LC) un niveau d'enjeu faible. Des ajustements ciblés peuvent avoir lieu sur la base notamment de la rareté régionale ou infrarégionale des espèces, de la taille et de l'état de conservation de la population concernée ou de son habitat au sein de la zone d'étude. La fonctionnalité de la zone d'étude pour l'espèce est également prise en compte : reproduction, alimentation, repos, transit, etc.

Cinq niveaux d'enjeu sont ainsi définis :

Très fort

Fort

Assez fort

Moyen

Faible

4.2.2. Evaluation de la sensibilité à l'éolien

4.2.2.1. Oiseaux

L'évaluation du niveau de sensibilité des oiseaux au risque de collision avec les éoliennes est effectuée à partir :

- du **nombre de cas de collision** connus à ce jour en Europe ;
- de la **taille des populations** présentes dans ces pays, ainsi que du statut des individus impactés ;
- de caractéristiques locales de sites particulièrement mortifères.

Cette sensibilité est donc attribuable à l'échelle de l'espèce et localement des populations, et non pas à l'échelle de l'individu. En sachant que toutes les espèces font au moins l'objet d'une sensibilité minimale, seules les espèces à sensibilité significative sont considérées ici.

⁷ La liste rouge européenne étant relativement ancienne (2007), l'enjeu spécifique des chiroptères est basé sur la vulnérabilité à l'échelle nationale (liste rouge France). En région Centre, seules **trois espèces** sont concernées : la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler (toutes les 3 quasi-menacées, soit un enjeu moyen).

Toutes les espèces d'oiseaux ayant été impactées par les éoliennes du parc ont fait l'objet d'une **analyse bibliographique concernant l'existence ou non de cas de collisions** avec les machines (d'après Dulac, 2008 ; Dürr, 2002 ; Hötter *et al.* 2004). Les espèces impactées ont été extraites et ont fait l'objet d'une évaluation de l'importance du **risque brut de collision par rapport aux populations** (cas de mortalité en Europe, proportion impactée...).

En effet, certaines études bibliographiques traitant de la mortalité pluriannuelle des oiseaux au pied d'éoliennes dans plusieurs pays européens permettent de connaître les différents degrés de sensibilité des espèces. Le principe est le suivant : plus les cas de mortalité sont nombreux, plus les espèces concernées sont dites sensibles au risque de collision avec des éoliennes.

Néanmoins, ces taux de mortalité ont plus ou moins d'impact sur les espèces si l'on tient compte des niveaux de population dans les pays européens. Par ailleurs, afin de limiter l'extrapolation simpliste, le niveau d'impact est estimé d'après les données provenant des pays pour lesquels nous détenons le maximum de précision. Ainsi, par exemple, le niveau d'impact sur les populations sera bien plus élevé pour le Milan royal (320 cas de collision en Allemagne pour une population nationale d'environ 12 000 couples ; BirdLife International, 2015) que pour la Mouette rieuse (511 cas connus à ce jour en France, Belgique, Pays-Bas et Allemagne pour une population nicheuse de 315 000 couples dans ces pays).



Photo 2 : La Buse variable, souvent impactée par les éoliennes, mais abondante

S. Sibley – Écosphère

D'autres facteurs sont pris en compte, tels que la localisation des cas de collision. Certaines espèces sont en effet fortement touchées sur un site particulier et très peu ailleurs. On peut citer le cas des Sternes (3 espèces) dans le port de Zeebrugge (Belgique), où un parc éolien est installé devant la colonie de reproduction. La mortalité locale (203 cas) représente 99 % du total européen.

Quatre classes de sensibilité brute ont ainsi été mises en place selon l'importance du nombre de victimes de collisions au regard des tailles de populations :

1. **Sensibilité très forte = collisions nombreuses au regard de la population.** Sont comprises dans cette catégorie les espèces d'oiseaux présentant plusieurs dizaines de cas de collisions, représentant une proportion significative de leur population : Milan royal, Pygargue à queue blanche, Vautour fauve ;
2. **Sensibilité forte = collisions assez nombreuses au regard de la population.** Y figurent des espèces d'oiseaux pour lesquelles quelques dizaines de cas sont enregistrés, ne représentant toutefois pas une proportion élevée de leur population : Milan noir, Faucon pèlerin, Balbuzard pêcheur, Hibou grand-duc...

3. **Sensibilité moyenne = collisions peu nombreuses au regard de la population.** Entrent deux types d'oiseaux dans cette catégorie. Premièrement, des espèces communes (Goéland argenté, Faucon crécerelle, Buse variable...) concernées par plusieurs centaines de cas. Deuxièmement, des espèces plus rares ou à répartition restreinte, mais dont les cas de collision se comptent à l'unité ou par quelques dizaines au plus (Cigogne noire, Faucon hobereau, Busard des roseaux...). Dans les deux cas, le maintien de leurs populations n'est pas remis en question à l'échelle européenne ;

4. **Sensibilité faible = collisions très peu nombreuses au regard de la population.** Il s'agit

d'espèces d'oiseaux dont les cas de collision sont anecdotiques à l'échelle de leur population. On relève dans cette catégorie des espèces abondantes pour lesquelles il peut y avoir plus de 100 cas de collision (Canard colvert, Martinet noir, Alouette des champs...). Le Roitelet triple-bandeau, par exemple, est souvent victime de collisions (101 cadavres au 1^{er} juin 2015 - Dürr, 2015) mais la population européenne est très importante (4 à 7 millions de couples selon



Photo 31 : Roitelet triple-bandeau
S. Sibley

BirdLife International, 2015), ce qui justifie sa sensibilité faible. Il s'agit également d'autres espèces pour lesquelles les cas de collision sont occasionnels (Grue cendrée, Œdicnème criard, Busard Saint-Martin, Grand Cormoran...) ou aucun cas de collision n'est connu : Grande Aigrette, Grimpereau des jardins, Mésange huppée...

4.2.2.2. Chiroptères

Pour les chiroptères, l'évaluation est adaptée du principe défini pour les oiseaux. Les principales différences sont dues à des méconnaissances sur plusieurs éléments, notamment les niveaux des populations européennes (très imprécis pour les chauves-souris) et les modifications comportementales en migration (hauteur de vol élevée), qui imposent de séparer les périodes de vol.

L'évaluation du niveau de sensibilité des oiseaux au risque de collision avec les éoliennes est effectuée à partir :

- du **nombre de cas de collision** connus à ce jour en Europe ;
- de la **fréquence des contacts entre 25 et 50 m et supérieurs à 50 m** ;
- du **comportement** à certaines périodes de l'année.

Cette sensibilité est donc attribuable à l'échelle de l'espèce et localement des populations, et non pas à l'échelle de l'individu. En sachant que toutes les espèces font au moins l'objet d'une sensibilité minimale, seules les espèces à sensibilité significative sont considérées ici.

Les classes de sensibilité brute sont effectivement basées sur le nombre de cadavres repérés à l'échelle nationale et européenne, et les hauteurs de vol maximales connues à ce jour pour ces espèces. Rappelons que l'altitude de vol recensée peut être sous-estimée par la faible distance de détection des ultrasons pour certaines espèces (30 m environ pour les Pipistrelles par exemple). Ces données permettent de relativiser la fiabilité de la hauteur de vol connue. Les totaux de collisions proviennent des données compilées par Tobias Dür⁸ (mise à jour en décembre 2015) et de celles publiées par Eurobats⁹ :

- la **Pipistrelle de Nathusius** et la **Noctule commune** présentent une sensibilité brute très forte ;
- la **Noctule de Leisler** et la **Pipistrelle commune** ont une sensibilité brute forte ;
- la **Sérotine commune** ainsi que les **Pipistrelles pygmée et de Kuhl** ont une sensibilité assez forte ;
- les Murins, les Oreillards et la Barbastelle sont faiblement sensibles (si la garde au sol est supérieure à 40 m, moyenne dans les autres cas) ;
- les Rhinolophes ne sont pas considérés comme sensibles.

4.2.3. Evaluation de la vulnérabilité

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

Cette vulnérabilité définit l'intensité du suivi à mettre en œuvre en cas d'impact résiduel significatif.

Tableau 5 : Indice de vulnérabilité de l'état de conservation des espèces

Enjeux de conservation	Sensibilité à l'éolien				
	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.

⁸ <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

⁹ http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no6_english.pdf

4.3. Estimation de la mortalité à partir des résultats bruts

Le paramètre clés 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 impacté par les pales soit retrouvé. Cette probabilité est fonction :

- **de la surface réellement contrôlée (a)**
- **du taux de persistance des carcasses (p) ;**
- **de l'efficacité du chercheur (d).**

Pour une aire prospectée totalement, la manière apparemment la plus simple consiste, à estimer cette probabilité comme étant le produit de l'efficacité des contrôleurs et du taux de disparition des cadavres ($b=p*d$). C'était l'approche utilisée par la première méthode développée au début des années 90 (Winkelmann 1989), 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 notamment 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 approches. 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 temps de persistance courts et des intervalles de recherche supérieurs à 7 jours (Korner-Nievergelt et *al.*, 2011).

Les indices de persistance et d'efficacité des observateurs n'ont pas été testés sur le parc de Bois de l'Arche. **Des coefficients correcteurs moyens, extraits de diverses publications et s'approchant des conditions locales (un contexte agricole intensif du nord de la France) permettront d'estimer la mortalité réelle à partir des résultats bruts.**

5. RESULTATS BRUTS

5.1. Nombre de cadavres recensés

Sur les 5 éoliennes suivies du parc, **un total de 13 cadavres a été trouvé dont 9 oiseaux et 4 chauves-souris** (voir la carte 4).

Les 9 oiseaux touchés par les éoliennes sont des espèces probablement locales et reproductrices (Canard colvert : 2 cadavres, Etourneau Sansonnet : 1 cadavre, Faucon crécerelle : 1 cadavre), des migrateurs (Roitelet indéterminé : 2 cadavres, Passereau indéterminé : 1 cadavre,) ou des hivernants probables (Etourneau sansonnet : 1 cadavre). Le cadavre de canard restant est trop ancien pour estimer la période de collision.

Les 4 chauves-souris touchées par les éoliennes sont aussi des espèces probablement locales et reproductrices (Noctule de Leisler : 1 cadavre, Pipistrelle commune : 1 cadavre) ou des migrateurs (Pipistrelle de Nathusius : 2 cadavres). On constate que seuls deux groupes de chauves-souris sont impactés : les pipistrelles et les noctules, avec des espèces réputées sensibles et à enjeu national.

Tableau 6 : Synthèse des cadavres recensés sur le parc du « Bois de l'Arche »

N° de l'éolienne	Date de découverte du cadavre	Espèce	Distance au mat (m)	Etat	Enjeu régional (reproduction)	Enjeu européen (oiseaux) ou national (chiroptères)	Sensibilité brute de l'espèce au regard de la taille de la population
5	05/08/2015	Faucon crécerelle	50	Reproductrice ou migratrice	Faible	Faible	Moyenne
	13/08/2015	Pipistrelle commune	35	Reproductrice probable	Faible	na	Forte
	14/10/2015	Passereau sp.	50	na	na	na	na
	26/11/2015	Etourneau sansonnet	24	Hivernant	Faible	Faible	Faible
6	29/07/2015	Noctule de Leisler	35	Reproductrice ou migratrice	Moyen	Moyen	Forte
	03/09/2015	Pipistrelle de Nathusius	50	Migratrice	na	Moyen	Très forte
	14/10/2015	Roitelet sp.	23	Migrateur	na	Faible à moyenne	Faible
8	21/05/2015	Etourneau sansonnet	45	Reproducteur	Faible	na	Faible
	21/05/2015	Canard colvert	45	Reproducteur	Faible	na	Faible
	4/09/2015	Pipistrelle de Nathusius	11	Migratrice	na	Moyen	Très forte
9	21/05/2015	Canard sp	15	na	na	na	na
	05/08/2015	Canard colvert	47	Reproductrice ou migratrice	Faible	Faible	Faible
	10/09/2015	Roitelet sp	45	Migrateur	Faible	Faible à moyenne	Faible

na : non applicable

Sur les 13 cadavres, **11 cadavres (soit 84,5 %)** ont été trouvés alors que la visibilité était de très bonne à bonne. Un cadavre a été trouvé en visibilité moyenne et un autre en visibilité mauvaise.

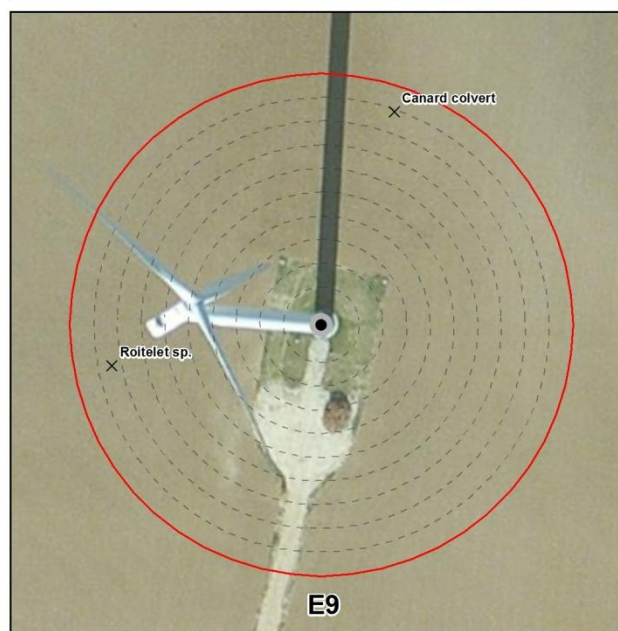
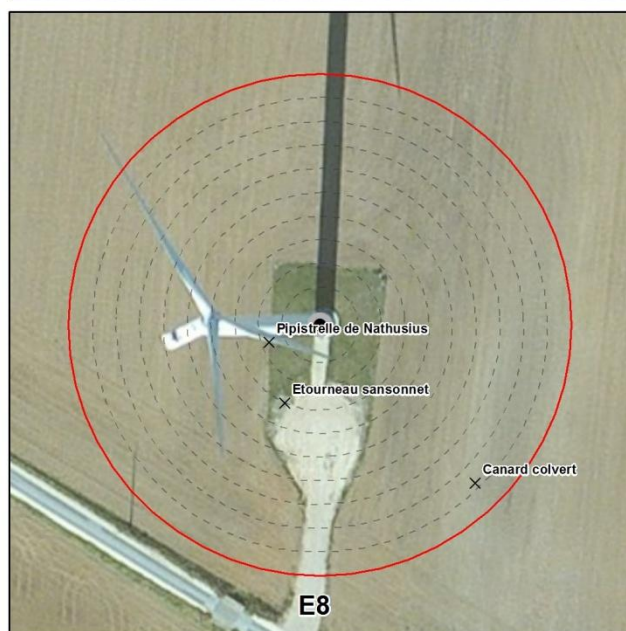
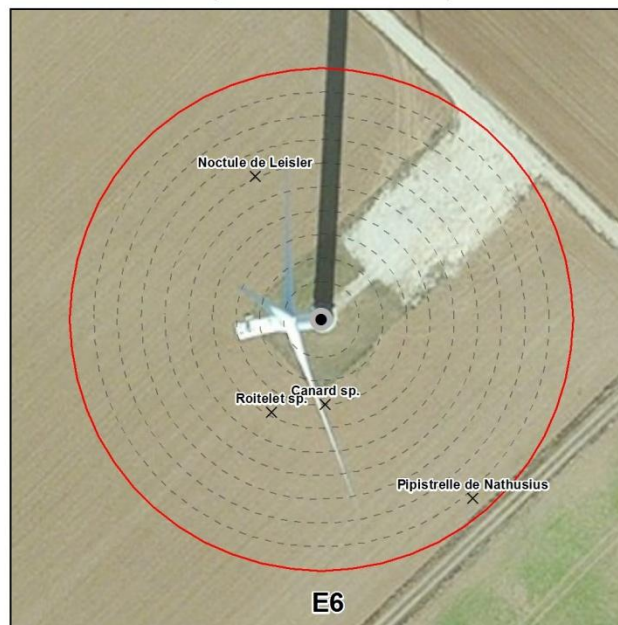
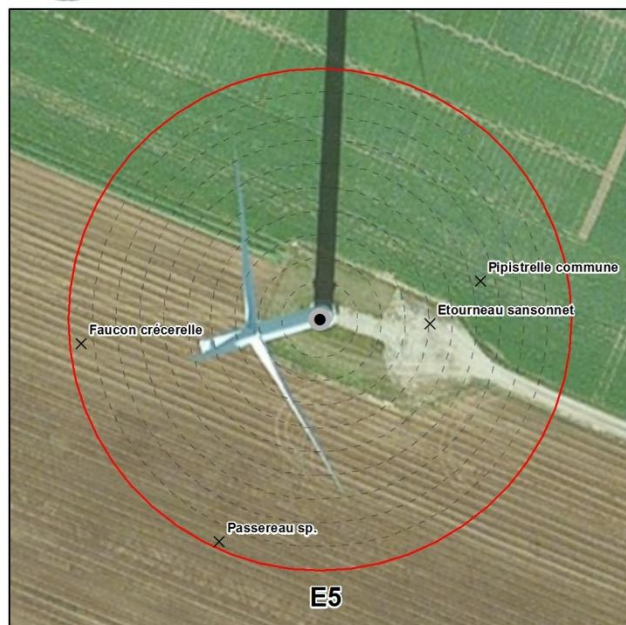
Sans corrections statistiques, les chiffres moyens de 1,8 oiseaux et de 0,8 chiroptère par éolienne et par an sont obtenus pour les machines de ce parc. Les éoliennes sont toutes impactantes excepté la 7.

On ne constate aucun lien entre le nombre de cadavres et l'isolement des machines : l'éolienne la plus impactante (éolienne 5 avec 4 cadavres) est une des plus isolée de toutes trames arborées ou arbustives. Par ailleurs, près de la moitié (5 ou 6 sur 13) des espèces impactées sont des migrateurs qui ne suivent pas les infrastructures paysagères lors de leurs déplacements migratoires.

Tableau 7 : Synthèse du nombre de cadavres

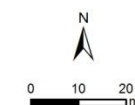
Parc éolien	Nombre de cadavres	Nombre de cadavres moyen par éolienne	
		2,6 cadavres par éolienne	1,8 oiseau par éolienne 0,8 chiroptères par éolienne
Bois de l'Arche	13		

A titre comparatif, le parc éolien de Bois Bigot situé à environ 5 kilomètres au nord, et dont le suivi de mortalité a été réalisé en parallèle de celui du parc de Bois de l'Arche, a totalisé 3 cadavres (2 oiseaux et 1 chiroptère).



Bois de l'Arche

- Eolienne
- Cadavre
- Zone de prospection (rayon de 50 m)
- Cercles concentriques espacés de 5 m



Ecosphère, ERG Renew,
2016

Source : Fond Orthophoto - BING ©

5.2. Distance au mat 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, Ecothème 2012, & Lagrange 2011, etc.).

Sur le parc suivi, le faible nombre de cadavres découverts restreint l'analyse. Toutefois, on observe que pour les oiseaux, deux classes de distance se distinguent : 15-25m (4 cadavres) et 45-55m (5 cadavres). Pour les chiroptères, il n'y a pas de classes de distance où le nombre de cadavres découvert soit supérieur aux autres.

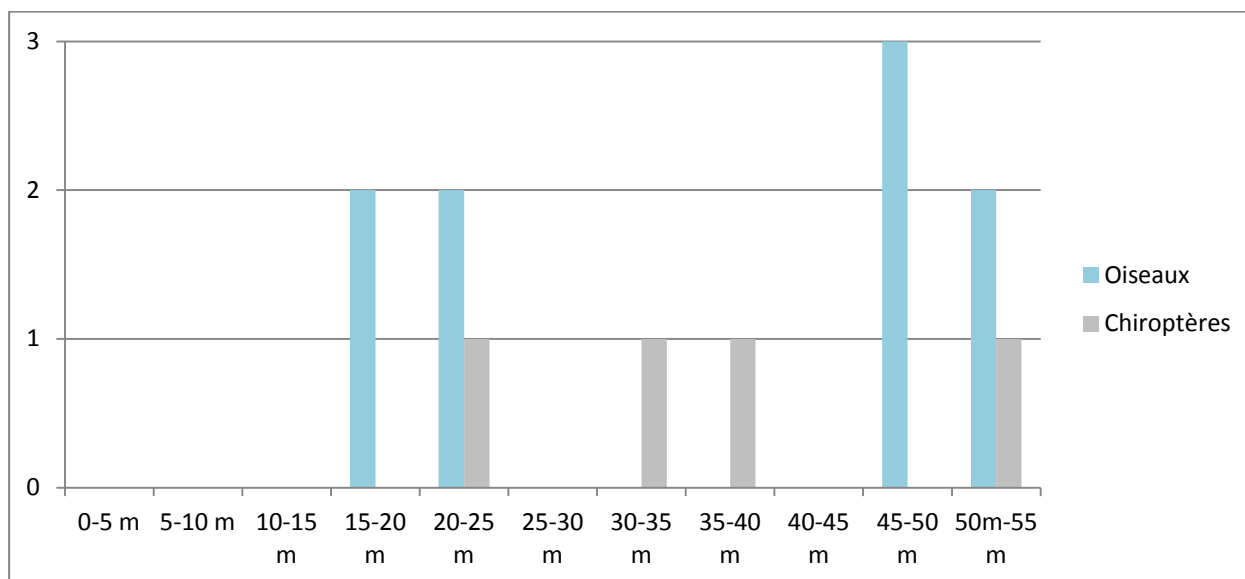


Figure 1 : Répartition du nombre de cadavres de chiroptères et d'oiseaux en fonction de la distance au mât

6. ANALYSE DES RESULTATS

6.1. Estimation de la mortalité

Selon le Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres :

- en cas d'impact faible ou non significatif, seules les données brutes sont analysées ;
- en cas d'impact significatif, les données brutes sont étudiées ainsi que les modèles d'estimation de la mortalité par extrapolation des données.

Avec 13 cadavres trouvés en 24 passages effectués sur sept mois de suivi (dont un est très probablement antérieur au début du suivi), l'impact du parc du Bois de l'Arche constitué de 5 éoliennes est considéré comme moyen sur les populations d'oiseaux et de chauves-souris. Les données brutes ont donc été corrigées à l'aide de coefficient afin d'estimer la mortalité annuelle.

Sur la base d'études similaires en France, nous proposons :

- pour les **chauves-souris**, deux coefficients de correction afin d'établir une fourchette avec une limite basse et une haute des mortalités estimées : **2,6 et 7,5** (cf. tableau 8 ci-dessous).
- pour les **oiseaux**, un **coefficient moyen de 3** à partir des résultats du suivi des parcs éolien en Vendée par la LPO¹⁰.

¹⁰ Données 2008-2009 du parc « Benet » de 5 éoliennes situées en plaine obtenues avec méthodes Huso & Jones. Source : LPO Vendée, 2013. Retour sur 10 années de suivi de mortalité en Vendée. Deuxième séminaire national sur l'énergie éolienne et la protection de la biodiversité. Présentation, 27 p. http://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/presentation_seminaire_sansfg.pdf

Tableau 8 : Résultats de mortalité de chauves-souris issus d'autres parcs éoliens en France

Références	Résultats bruts	Nombre d'éoliennes	Durée de la période de suivi (en mois)	Fréquence des passages (nbr de prospections/semaine)	Taux de persistance (p)	Taux de détection (d)	Mortalité par éolienne pour une année					Mortalité moyenne par éolienne pour une année (Jones, Huso)	Nombre de cadavres trouvés/éolienne/an (non corrigé)	Coefficient multiplicateur moyen Jones/Huso	Coefficient multiplicateur moyen Korner
							Winkelmann	Erickson	Jones	Huso	Korner				
Site A ¹¹	42	5	4,25	2	0,56	0,732	33,73	25,05	36,78	34,21	57,76	35,50 ± 1,82	13,83	<u>2,57</u>	<u>4,18</u>
Site B ¹² (éolien ne 1)	9	1	5,5	2	0,65	0,865	20,38	13,24	32,05	28,23	31,16	30,14 ± 2,70	11,45	<u>2,63</u>	<u>2,72</u>
Site B ¹¹ (éolien ne 2)	32	1	5,5	2	0,37	0,972	111,6 8	97,72	134,4 9	108,2 2	252,2 3	121,36 ± 18,58	40,73	<u>2,98</u>	<u>6,19</u>
Site C ¹¹	4	1	5,5	2	0,40	0,720	17,68	10,42	14,78	13,52	38,26	14,15 ± 0,89	5,09	<u>2,78</u>	<u>7,52</u>

Les résultats bruts sont ainsi corrigés et donnent les valeurs estimées suivantes :

- **Chauves-souris** : 0,8 cadavres par éolienne en moyenne correspond ainsi à **des moyennes comprises entre 2,1 et 6 par éolienne par an** ;
- **Oiseaux** : 1,8 cadavre par éolienne en moyenne correspond ainsi à **5,4 par éolienne par an**.

¹¹ Beucher Y et al., 2011. Parc éolien de Castelnau-Pegayrols (12). Suivi d'impacts post-implantation sur les chauves-souris. Bilan de campagne des 2ème et 3ème année d'exploitation (2009-2010). Exen et KJM Conseil. 92 p.

¹² Cornut J. et Vincent S., 2010. Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme, Saint-Marcel-les-Valence. 43p.

6.2. Analyse des résultats pour les oiseaux

6.2.1. Description des oiseaux impactés

Les neuf oiseaux touchés par les éoliennes sont soit des espèces probablement locales et reproductrices, soit des migrateurs. Pour deux des neuf cas de mortalité (un canard indéterminé. et un passereau indéterminé), il est impossible d'identifier l'espèce et donc de préciser leur statut.

En période de reproduction, trois espèces ont été impactées : un Etourneau sansonnet, un Faucon crécerelle et deux Canards colverts. Il s'agit d'**espèces communes, sans sensibilité particulière à l'éolien et touchées de manière très occasionnelle excepté pour le Faucon crécerelle (sensibilité moyenne)**.

En période de migration, entre deux et trois espèces ont été impactées. Il s'agit d'un Etourneau sansonnet et de deux Roitelets non identifiés.

L'analyse de ces cas de mortalité est détaillée dans le tableau ci-dessous

Tableau 9 : Caractéristiques des oiseaux impactés

Espèce	Période	Statut LR	Nbr de cas	Niveau de sensibilité de l'espèce	Contexte et fréquentation locale	Niveau de vulnérabilité
 Etourneau sansonnet	Reproduction	LC	1	Espèce moyennement impacté en Europe (163 cas de mortalité constaté en Europe au 2 juin 2015), ce qui est très faible au regard des tailles de population (28 800 à 52 400 milliers de couples estimés en Europe en 2015 par BirdLife International). Son niveau de sensibilité est faible (niveau 0).	Un premier individu a été trouvé au niveau de l'éolienne 8 et le deuxième sur la plateforme de l'éolienne 5. Ces éoliennes ne sont pas particulièrement proche d'un village ou situé sur un couloir local de déplacement.	1
	Migration		1			
 Faucon crécerelle	Reproduction	LC	1	Espèce omniprésente et possédant de forts effectifs (409 à 603 milliers de couples estimés en Europe en 2015 par BirdLife International), mais également impactée de manière régulière (414 cas de mortalité constaté en Europe au 2 juin 2015), ce qui justifie son niveau de sensibilité moyenne (niveau 3) . L'individu a pu être identifié comme étant un mâle.	Cette espèce a été trouvée en limite du périmètre suivi de l'éolienne 5. Elle est fréquemment observée à proximité du parc et niche aux abords proches.	2,5

Espèce	Période	Statut LR	Nbr de cas	Niveau de sensibilité de l'espèce	Contexte et fréquentation locale	Niveau de vulnérabilité
 Canard colvert	Reproduction	LC	2	Espèce omniprésente et possédant de forts effectifs (2 850 à 4 610 milliers de couples estimés en Europe en 2015 par BirdLife International), mais également impactée de manière régulière (274 cas de mortalité constaté en Europe au 2 juin 2015). Son niveau de sensibilité est faible (niveau 2).	Les deux individus ont été trouvés à deux mois et demi d'intervalle au niveau des éoliennes 8 et 9. Ces éoliennes sont localisées entre les zones humides de Mésangeon, Rozelles et Beauvilliers. Des individus ont également été observés en alimentation dans les chaumes à proximité.	2
 Roitelet indéterminé	Migration	LC	2	Les Roitelets triple-bandeau et huppé sont des espèces moyennement impactées en Europe (respectivement 101 et 99 cas de mortalité constaté en Europe au 2 juin 2015), ce qui est faible au regard des tailles de population (R.triple-bandeau : 4 180 à 7 110 milliers et R. huppé : 20 000 et 37 000 milliers de couples estimés en Europe en 2015 par BirdLife International). Leurs niveaux de sensibilité est faible (niveau 1).	Deux individus de cette ou ces espèce(s) ont été trouvés les 9 septembre et 14 octobre 2015, probablement lors d'un vol migratoire. Aucun axe de déplacement particulier n'a été identifié pour cette ou ces espèce(s). Elle n'exploite par ailleurs pas les caractéristiques paysagères lors de la migration	1,5

6.2.2. Période de l'année à risque pour les espèces sensibles et/ou impactées

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. **Il n'y a pas d'évidence claire sur un risque éolien variable en fonction des saisons si l'on réfléchit dans la globalité des oiseaux, au contraire des chauves-souris. L'altitude 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.** L'altitude est souvent inférieure en automne (1 000 m rarement dépassés), à celle du printemps où les passereaux volent entre 1 000 et 2 000 m et régulièrement jusqu'à 3 000m (Zucca, 2015).

Sur le parc du Bois de l'Arche, deux périodes mortifères se démarquent : le mois de mai en pleine saison de nidification, et fin juillet jusqu'à mi-octobre, période étalée de migration et de dispersion des individus. Un seul cas isolé est noté en novembre.

Tableau 10 : Date et nombre des cas de mortalité d'oiseaux sur le parc du Bois de l'Arche

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Date de découverte des cadavres d'oiseaux	-	21 mai	-	29 juillet	5 août (2) 13 août (1)	3 sept (2) 10 sept (1)	14 oct	26 nov
Nombre de cas de mortalité d'oiseaux	0	3	0	1	3	3	2	1

6.3. Analyse des résultats pour les chiroptères

6.3.1. Description des chiroptères impactés

Les quatre chiroptères touchés par les éoliennes sont soit des espèces probablement locales et reproductrices, soit des migrateurs.

En période de reproduction, une espèce banale a été impactée : la Pipistrelle commune.

Une incertitude concerne la Noctule de Leisler trouvée fin juillet, il peut s'agir d'un individu reproducteur localement ou d'un jeune inexpérimenté en dispersion.

En période de migration, deux individus de la même espèce ont été impactés : la Pipistrelle de Nathusius.

Tableau 111 : Caractéristiques des chiroptères impactés en période de migration

Espèce	Période	Statut LR	Nbre de cas	Niveau de sensibilité de l'espèce	Contexte et fréquentation locale	Niveau de vulnérabilité
 Pipistrelle commune	Reproduction	LC	1	La Pipistrelle commune est fortement sensible à l'éolien (niveau 4) (1337 cadavres recensés en Europe au 1 ^{er} juin 2015, vols très réguliers au-delà de 50 m). C'est la seule autre espèce découverte sur le parc voisin du « Bois Bigot » lors du suivi 2015.	Le cadavre a été trouvé au pied de l'éolienne 5 le 13 août 2015. Cette éolienne n'est pas particulièrement proche d'un village ou situé sur un couloir local de déplacement.	3
 Noctule de Leisler	Repro/ Migra	NT	1	La Noctule de Leisler est fortement sensible à l'éolien (niveau 3) (412 cadavres au 1er juin 2015) avec des vols à hauteur de pale très réguliers en période de migration et de reproduction.	Un individu a été trouvé le 29 juillet 2015, au niveau de l'éolienne 6. Cet individu est impacté sur le parc de Vieux Moulin, parc le plus proche d'un petit boisement pouvant abriter cette espèce en reproduction. Il peut s'agir d'un individu se reproduisant localement ou erratique.	3
 Pipistrelle de Nathusius	Migration	NT	2	La Pipistrelle de Nathusius est très fortement sensible à l'éolien (niveau 4) (863 cadavres au 1er juin 2015) avec des vols à hauteur de pale très réguliers en période de migration.	Les 2 cadavres appartenant à cette espèce ont été trouvés au niveau des éoliennes 6 et 8, les 3 et 4 septembre 2015. En migration, cette espèce n'utilise pas les contraintes paysagères pour définir sa trajectoire, mais ce secteur semble plus particulièrement fréquenté et/ou accidentogène.	3,5

6.3.2. Périodes de l'année les plus impactantes

Les études réalisées en Amérique du Nord ont montré des pics de mortalité en plein été et jusqu'en automne (Edkins, 2014). 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 LPO¹³ 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. Les dates auxquelles les cas de mortalité ont été trouvés correspondent aux données et conclusions issues de la bibliographie : 29 juillet, 13 août, 3 et 4 septembre.

6.3.3. Éoliennes les plus impactantes

Les espèces à enjeu impactées (Noctule Leisler et Pipistrelle de Nathusius) ont été découvertes au pied des éoliennes 6 et 8 seulement. Elles sont situées aux extrémités latérales ouest et est du parc, soit les plus éloignées de l'autoroute et les premières en arrivant du nord-est (sens de la migration automnale).

6.4. Conclusion de l'analyse

A raison de 24 passages effectués dans des conditions permettant la détection des cadavres au sol sur la majeure partie des abords immédiats des éoliennes, **un total de 13 cas de mortalité a été trouvé au pied des 5 machines suivies entre le 9 avril et le 26 novembre 2015**, soit des moyennes estimées avec corrections statistiques de 5,1 cadavres d'oiseaux par éolienne par an et de 2,1 à 6 cadavres de chauves-souris.

Sur l'ensemble du parc, on ne constate aucun lien entre le nombre de cadavres et l'isolement des machines vis-à-vis des infrastructures paysagères. Par ailleurs, une bonne part des espèces impactées sont des migrateurs qui ne suivent pas les haies et bosquets lors de leurs déplacements migratoires.

Les neuf oiseaux impactés sur le parc étudié sont des espèces communes globalement peu sensibles au risque de collision (Etourneau sansonnet, Canard colvert, Roitelets). Seul le **Faucon crécerelle** y est moyennement sensible (indice de vulnérabilité de 3).

Concernant les chiroptères, il s'agit principalement d'espèces rares en Beauce¹⁴ et fortement sensibles à l'éolien, la **Pipistrelle de Nathusius** et la **Noctule de Leisler** (indice de vulnérabilité de 3,5) ; la Pipistrelle commune (indice de vulnérabilité de 3) étant très fréquente.

¹³ LPO Vendée, février 2008. Impacts du parc éolien de Bouin sur les oiseaux et les chauves-souris : bilan de 5 années de suivi. 7 p. http://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/doc-de-syntha-se_1281025189.pdf

¹⁴ Direction Régionale de l'Environnement Centre, 2005. Etude des enjeux faunistiques et paysagers liés à l'installation de parcs éoliens en Beauce. Institut d'Ecologie Appliquée et Cabinet Laurent Couasnon. 196 p.

Deux périodes principales de sensibilité peuvent être mises en avant :

- mai pour les oiseaux reproducteurs locaux ;
- fin juillet à mi octobre pour les oiseaux et chauves-souris migrants/trices .

Les deux éoliennes impactant les espèces à enjeux en période de migration sont **la 8 à l'extrémité ouest et la 6 à l'extrémité est.**

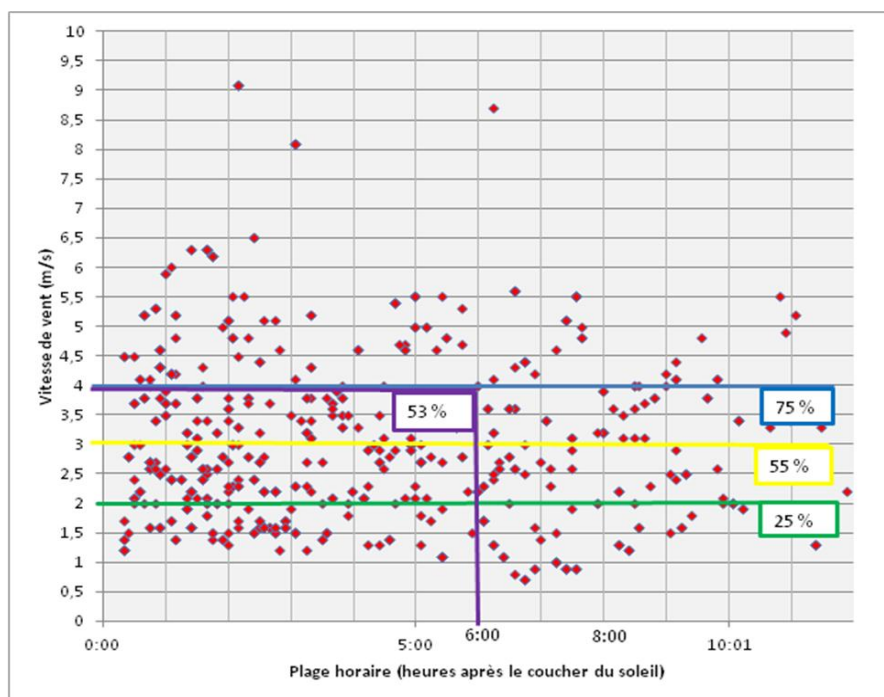
7. IMPACTS ET MESURES

A l'évidence, ce parc ne présente ainsi qu'un **impact faible sur les populations européennes d'oiseaux** qui se chiffrent en centaines de milliers de couples nicheurs pour les rapaces (Faucon crécerelle notamment) à plusieurs dizaines millions pour les plus petites espèces (Roitelet, Etourneau).

En revanche, les effectifs européens **des deux espèces migratrices de chiroptères (Pipistrelle de Nathusius et Noctule de Leisler)**, bien que non précisément connus, se chiffrent au plus à des centaines de milliers d'individus. Les nombres moyens de cadavres constituent ainsi une proportion de populations de l'ordre de 10 fois plus importante pour les chauves-souris que pour les oiseaux. Par ailleurs, ces mammifères volants ont un renouvellement de génération bien plus faible que les oiseaux (seulement 1 à 2 jeunes /an pour un couple contre 4 à 10 en moyenne). Par conséquent, il est considéré que **le parc a un impact modéré mais significatif sur les deux espèces de chauves-souris à l'indice de vulnérabilité 3,5.**

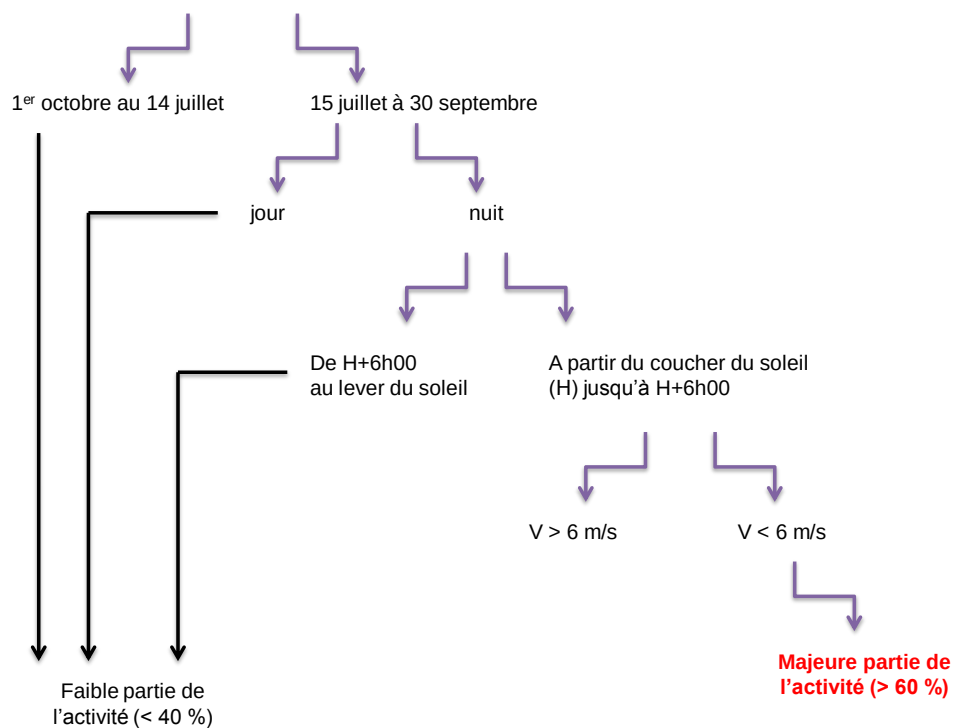
En conformité avec le protocole national 2015, un suivi acoustique dans deux nacelles des cinq éoliennes (chacune de part et d'autre de l'A11) sera réalisé sur les trois saisons d'observations (printemps, été, automne). Il permettra de connaître les plages horaires des pics de fréquentation du parc par les chauves-souris et les vitesses de vent (et/ou les vitesses de rotation des pales) au moment de leur passage dans la zone de rotation des pales. Ainsi, **un programme de régulation ajusté à ce parc pourra être formulé.**

En parallèle, **les éoliennes 6 & 8 feront l'objet d'une régulation par défaut le temps que ce programme de régulation, élaboré à partir des données ainsi recueillies, soit validé.** Sur la base de la bibliographie spécialisée (Arnett et al., 2009 ; Arnett et al., 2013) et de nos expériences sur ce type d'habitat du nord de la France (Conduche et al., 2012 ; Ecosphère, 2013 & 2015 ; Marchais, 2011), il est proposé un arrêt des deux machines de **mi-juillet à fin septembre seulement sur les 6 premières heures de la nuit et pour des vitesses de vent moyennes inférieures à 6 m/s.**



Exemple de distribution des données de chauves-souris à hauteur de nacelle en fonction du vent et de l'heure de la nuit

Période d'activité des chauves-souris en hauteur (40 m ou plus)



Programme de régulation des éoliennes basé sur la bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

ALBOUY S., CLEMENT D., JONARD A., MASSE P., PAGES J.-M. & NEAU P. 1997. *Suivi ornithologique du parc Éolien de Port-la Nouvelle : Rapport final*. Abiès, Géokos consultants, LPO Aude, novembre 1997. 66 p.

ALBOUY S., DUBOIS Y. & PICQ H. 2001. *Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (AUDE)*. 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 – Barbastela 2 : 3-6.

ALERSTAM T. 1990. *Bird Migration*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

AHLEN et al., 2007. *Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia*. 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 – Bats and Wind Energy Cooperative, 44p.

ARNETT, E., JOHNSON G., ERICKSON W. & HEIN C. – 2013 - A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 38 p.

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2015. *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. 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. *Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Delachaux & Niestlé, Paris, 272 p.

BAERWALD E.-F., D'AMOURS G.-H., KLUG B.-J. & BARCLAY R.M.R. 2008. *Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines*. Current Biology 18(16) : 695-696.

BARATAUD M. 2015. *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse*. Biotope, Mèze; MNHN, Paris, 344 p.

BARRIOS L. & RODRIGUES A. 2004. *Behavioral and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines*. Journal of Applied Ecology 41, 72-81.

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*. New Zealand Journal of Zoology. Volume 40, Issue 1. pages 63-74.

BEVANGER K. et al. 2010. *Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (Bird-Wind). Report on findings 2007-2010*. NINA Report 620.

BEUCHER Y., KELM V., ALBESPY F., GEYELIN M., NAZON L. & PICK D. 2013. *Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12). Suivi pluri annuel des impacts sur les chauves-souris*. Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2011). 111p.

BIRDLIFE, 2004. *Birds in Europe. Population Estimates, Trends and Conservation Status*. 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. *European Red List of Birds*. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.

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.

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.

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

CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES - 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 EUROPÉENNES - 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. <i>Journal Officiel des Communautés européennes</i> 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.
DAHLFORS, S. 2006. http://www.sofnet.org/apps/nyheter/las_mer.asp?NewsID=1754 .
DIETZ & VON HELVERSEN. 2004. Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe.
DIETZ C., VON HELVERSEN O. & NILL D., 2009. <i>L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord</i> . Delachaux & Niestlé, Paris, 400 p.
DUBOIS Ph.-J., LE MARECHAL P., OLIOSSO G. & YESOU P., 2008. <i>Nouvel inventaire des oiseaux de France</i> . 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. <i>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</i> . 106 p.
DÜRR T., 2001. Flermäuse als Opfer von Windkraftanlagen – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10, 182.
DÜRR T., 2002. Eoliennes et Chauves-souris. <i>Nyctalus</i> , n°8 2002, cahier 2, p 115-118.
DÜRR T. 2015. <i>Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe</i> . Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Situation au 1er juin 2015.
DÜRR T. 2015. <i>Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe</i> . Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Situation au 1er juin 2015.
ECOSPHERE, 2012. <i>Projet d'implantation d'un parc éolien en Dordogne (24) : Etude chiroptérologique en altitude sur mât de mesure d'août à octobre 2012</i> . Ecosphère, Saint-Maur-des-Fossés, France. 38p.
ECOSPHERE. 2013. <i>Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions</i> . 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 - <i>Document interne actualisé</i> .
ECOSPHERE. 2014. Liste des Mammifères de la région Centre-Val de Loire et statut de rareté - <i>Document interne actualisé</i> .
ECOSPHERE, 2015. Expertise chiroptères et suivi de mortalité des parcs éoliens de Lomont et Pays de Montbéliard (25) pour EPR. Ecosphère, agence nord-est, Strasbourg, France. 65 p.
ECOTHEME. 2012. Suivis des impacts sur les chiroptères du parc éolien de la Picoterie. 31 p.
EDKINS, 2014. Impact of wind energy development on birds and bats : looking into the problem. Prepared for FPL Energy. 45 p. https://www.researchgate.net/publication/238723871_IMPACTS_OF_WIND_ENERGY_DEVELOPMENTS_ON_BIRDS_AND_BATS_LOOKING_INTO_THE_PROBLEM
ERICKSON W. P. et al. 2001. <i>Avian collision with wind turbines : a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United states</i> . 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 - <i>Statut de la faune de France métropolitaine : statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques</i> . M.N.H.N. / I.E.G.B.- Service du Patrimoine Naturel / R.N.F. / Ministère de l'Environnement. Paris : 225 pp.
HAGEMEIJER W. J. & BLAIR M. J. (coord.), 1997. <i>The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance</i> . Poyser, London, 920 p.
HAQUART A. et al., 2012. <i>Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mât de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien</i> . Biotopie, Bourges. 54p.
HEDENSTRÖM A. & RYDELL J. 2012. <i>Effect of wind turbine mortality on noctula bats in Sweden : predictions from a simple population model</i> . Biology Department Lund University, Sweden. 11p.
HÖTKER H., THOMSEN K.-N. & KOSTER H., 2004. <i>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</i> . NABU, 80 p.
HÖTKER H. et al. 2006. <i>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</i> . Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

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

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.

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.

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.

MARCAIS G., 2011. *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)*. Ecosphère, Saint-Maur-des-Fossés, France. 49p.

MNHN & UICN, 2008. *Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine*. Paris, 14 p.

NEWTON I. & LITTLE B. 2009. *Assessment of wind-farm and other bird casualties from carcasses found on a Northumbrian beach over an 11-year period*. Bird Study 56, 158-167.

OSBORN R., DIETER C.D., HIGGINS K.F. & USGAARD R.E. 1998. *Bird Flight Characteristics Near Wind Turbines in Minnesota*. American Midland Naturalist, 139 (1) : 29-38.

PEDERSEN M.B. & POULSEN E. 1991. *En 90 m/2 Mw vindmølle indvirkning på fuglelivet - Fugles reaktioner på opførelsen og idriftsættelsen af Tjæreborgmøllen ved Det Danske Vadehav*. 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. *L'avifaune de la région Centre-Val de Loire : synopsis des connaissances*. Recherches Naturalistes en Région Centre-Val de Loire, 11 : 17-30.

PETTERSON J. 2005. *Havsbaserade vindkraftverks inverkan på fågellivet i södra Kalmarsund*. Energimyndigheten, Stockholm.

PRATZ, 2012. *Note relative à la réalisation et au financement des suivis réglementaires de mortalité des parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire*.

QUAINTENNE G., BROSSAULT P., 2013. *Les oiseaux nicheurs rares et menacés en France en 2012*. Ornithos 20-6. LPO.

RAMEAU, J.C., MANSION, D. & DUME, G., 1989. *Flore Forestière Française ; guide écologique illustré ; vol.1 : plaines et collines*. IDF, DERF et ENGREF - Dijon, 1785 pp.

RASRAM L, et al. 2009. *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*. Documentation of an international workshop in Berlin 21-22 oct 2008. (H. Hötker, red) s. 22-25. NABU, Berlin.

RICO P. & LAGRANGE H. 2011. *Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint Martin de Crau-13)*. Biotope. 39 p.

ROCAMORA, G. & YEATMAN-BERTHELOT, D. – 1999 – *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation*. Société d'Etudes 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 Secrétariat, 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 Secrétariat, Bonn, Germany, 133 pp.

SOCIETE FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFERES (S.F.E.P.M.) - 1984 - *Atlas des Mammifères sauvages de France* - Société Française pour l'Etude 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. <i>Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation</i> , Delachaux et Niestlé, Paris. 176p.
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. <i>Nouvel Atlas des Oiseaux nicheurs de France, 1985-1989</i> . 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. <i>La migration des oiseaux : comprendre les voyageurs du ciel</i> . Guide Nature. Editions Sud-Ouest. Mai 2015. 352p.

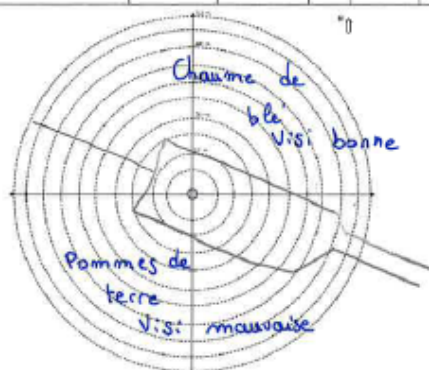
ANNEXE 1 : EXEMPLE DE FICHE DE TERRAIN UTILISE LORS DES SUIVIS DE MORTALITE

L'ensemble des fiches de terrain est assemblé au sein d'une base de données disponible sur demande.

FICHE DE TERRAIN		BEAUVILLIERS		Suivi de mortalité	
Date : 29/07/15	N° éolienne : 5	Heure de début et fin : 15h40 - 16h22		Observateur : AV	

T°C : 19°C Vent (Beaufort) : 0 1 2 3 4 5 6 7 8
 Couv. Nuag. : Nulle Fble Moy Fte Totale Pluie : Nulle Brouillard Crachin Petite averse Grosse averse Pluie continue

N° cadavre	Espèce	Age (ad - imm - juv)	Sexe (M - F - ?)	Etat du cadavre			N° point GPS	N° photo	Distance à l'éolienne	Commentaires : redécouverte...
				Frais	En décomp*	Sec				



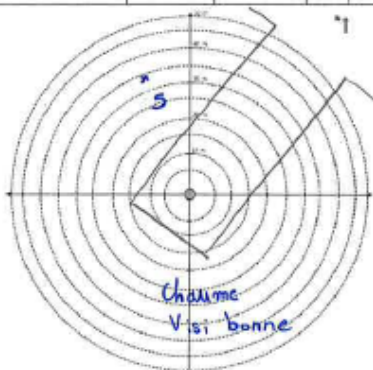
Taux de prospection : 85 %

Sur le schéma, noter les couvertures végétales avec la visibilité (en général : plateforme = TB, labour fin/végétation rase = B, labour grossier/végétation assez couvrante = M, végétation dense avec quelques zones au sol visibles = Fb, aucune visibilité au sol = nulle) et l'emplacement des cadavres.

FICHE DE TERRAIN		BEAUVILLIERS		Suivi de mortalité	
Date : 29/07/15	N° éolienne : 6	Heure de début et fin : 16h46 - 17h18		Observateur : AV	

T°C : 19°C Vent (Beaufort) : 0 1 2 3 4 5 6 7 8
 Couv. Nuag. : Nulle Fble Moy Fte Totale Pluie : Nulle Brouillard Crachin Petite averse Grosse averse Pluie continue

N° cadavre	Espèce	Age (ad - imm - juv)	Sexe (M - F - ?)	Etat du cadavre			N° point GPS	N° photo	Distance à l'éolienne	Commentaires : redécouverte...
				Frais	En décomp*	Sec				
n°5	Noctule de Leisler	—	—		✓				34m	



Taux de prospection : 100 %

Sur le schéma, noter les couvertures végétales avec la visibilité (en général : plateforme = TB, labour fin/végétation rase = B, labour grossier/végétation assez couvrante = M, végétation dense avec quelques zones au sol visibles = Fb, aucune visibilité au sol = nulle) et l'emplacement des cadavres.