Suivi de la mortalité et du comportement de l'avifaune

Parc éolien d'Echalot

Décembre 2016

collection des études

biotope
faune, flore & environnement

Suivi de la mortalité et du comportement de l'avifaune

Parc éolien d'Echalot

Agence Centre Bourgogne

122-124 rue du faubourg Bannier

45000 Orléans

Tél. : 02 38 61 07 94

e-mail : centrebourgogne@biotope.fr

Citation recommandée	
Version / indice	Version finale
Date	19/12/2016
Nom de fichier	Biotope_2016_MortaliteAvif_Echalot_VF.docx
N° de contrat(s)	Contrat n° 2015814
Maîtrise d'ouvrage	La Compagnie du Vent Le Triade II - Parc d'activités Millénaire II 215, rue Samuel Morse - CS 20756 34967 MONTPELLIER CEDEX 2
Contact maîtrise d'ouvrage	Amélie CLIGNET amelie.clignet@compagnieduvent.com
Responsable projet BIOTOPE	Julien Tranchard, Chef de projet – expert faune jtranchard@biotope.fr

Sommaire

Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques 7

I. Localisation du parc 9

II. Méthodologie appliquée 11

II.1 Equipe de travail 11

II.2 Prospections 11

II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées 16

II.3.1 Etude des habitats 16

II.3.2 Suivi de mortalité 16

II.3.1 Suivi du comportement des oiseaux 20

Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats 24

III. Description des milieux 25

IV. Suivi de la mortalité 30

IV.1 Type d'espèces rencontrées et fréquence des observations 30

IV.1.1 Synthèse 30

IV.1.2 Estimation de la mortalité à l'aide des coefficients correcteurs 33

IV.2 Evaluation des enjeux 35

V. Suivi du comportement des oiseaux 36

V.1 Espèces recensées en période de migration post-nuptiale 36

V.1.1 Effectifs observés lors du suivi 36

V.1.2 Analyse des réactions lors de la migration post-nuptiale 38

V.1.3 Analyse des hauteurs de vol lors de la migration post-nuptiale 39

V.1.4 Espèces rares/menacées présentes en période de migration post-nuptiale 41

V.1.5 Comparaison des résultats obtenus en 2015 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004 lors de la migration post-nuptiale 41

V.2 Espèce recensées en période d'hivernage 43

V.2.1 Effectifs observés lors du suivi 43
V.2.2 Espèces rares/menacées présentes en période d'hivernage 43
V.2.3 Comparaison des résultats obtenus en 2015/2016 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004 lors de la période d'hivernage 46
V.3 Espèces recensées en période de migration pré-nuptiale 46
V.3.1 Effectifs observés lors du suivi 46
V.3.2 Analyse des réactions lors de la migration pré-nuptiale 48
V.3.3 Analyse des hauteurs de vol lors de la migration pré-nuptiale 49
V.3.4 Espèces rares/menacées présentes en période de migration pré-nuptiale 52
V.3.5 Comparaison des résultats obtenus en 2015 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004 lors de la migration pré-nuptiale 52
V.4 Espèces recensées en période de nidification 53
V.4.1 Diversité spécifique en période de reproduction 54
V.4.2 Résultats des points d'écoute réalisés en période de reproduction 54
V.4.3 Espèces rares/menacées présentes en période de reproduction 54
V.4.4 Cas particulier de la Cigogne noire 55
V.4.5 Comparaison des résultats obtenus en 2016 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004 lors de la période de nidification 56

Liste des tableaux, figures et cartes

Tableau 1. Equipe de travail 11

Tableau 2. Dates et conditions météorologiques des suivis de mortalité 11

Tableau 3. Valeurs des seuils de la richesse spécifique, de la densité et de la diversité spécifique 22

Tableau 4. Résultats bruts du suivi mortalité 30

Tableau 5. Proportion de dépouilles par éoliennes 32

Tableau 6. Temps moyen de persistance des cadavres sur l'ensemble des parcs d'Echalot et de Bretelle 33

Tableau 7. Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité 35

Tableau 8. Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc d'Echalot 36

Tableau 9. Liste des espèces observées en période de migration post-nuptiale sur le parc d'Echalot 37

Tableau 10. Liste des espèces patrimoniales observées en période de migration post-nuptiale ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (BIOTOPE, 2015) 41

Tableau 11. Comparaison des espèces migratrices observées en période post-nuptiale entre 2003 et 2015 42

Tableau 12. Liste des espèces observées en période d'hivernage sur le parc d'Echalot 43

Tableau 13. Liste des espèces patrimoniales observées en période d'hivernage sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (BIOTOPE, 2015/2016) 44

Tableau 14. Liste des espèces observées en période de migration pré-nuptiale sur le parc d'Echalot 47

Tableau 15. Liste des espèces patrimoniales observées en période de migration pré-nuptiale sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (BIOTOPE, 2016) 52

Tableau 16. Comparaison des espèces migratrices observées en période pré-nuptiale entre 2003 et 2016 53

Tableau 17. Liste des espèces patrimoniales observées en période de reproduction sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (BIOTOPE, 2016) 55

Tableau 18. Comparaison de la richesse des IPA réalisés à l'identique entre 2003 et 2016 56

Tableau 19. Comparaison des espèces observées en période de nidification entre 2003 et 2016 56

Tableau 20. Résultat des points IPA en période de nidification au niveau du parc éolien d'Echalot (2016) 66

Figure 1. Répartition des habitats au niveau des 4 éoliennes suivies 25

Figure 2. Nombre de cas de mortalité par passage des espèces trouvées mortes 31

Figure 3. Répartition de la mortalité par mois entre août 2015 et avril 2016 et période du cycle biologique correspondante 31

Figure 4. Mortalité par espèces 32

Figure 5. Synthèse des réactions au cours de la période de migration post-nuptiale 2015 38

Figure 6. Synthèse des hauteurs de vol au cours de la période de migration post-nuptiale 2015 39

Figure 7. Synthèse des réactions (une réaction par individu) au cours de la période de migration pré-nuptiale 2016 49

Figure 8. Synthèse des hauteurs de vol au cours de la période de migration pré-nuptiale 2016 49

Carte n°1. Localisation des parcs éoliens de la Bretelle et d'Echalot 10

Carte n°2. Localisation des éoliennes suivies sur le site d'étude 15

Carte n°3. Végétations observées sur les aires d'études 26

Carte n°4. Localisation de l'avifaune en période de migration post-nuptiale 40

Carte n°5. Contacts d'oiseaux remarquables en période d'hivernage 45

Carte n°6. Localisation de l'avifaune en période de migration pré-nuptiale 51

Carte n°7. Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification et résultats de l'analyse des différentes variables des points d'écoute diurne 59

Première partie : Contexte du projet et aspects méthodologiques

Eoliennes du parc d'Echalot. © Biotope, 2015.

Introduction

La Compagnie du Vent est propriétaire d'un parc éolien de 8 machines implantées sur la commune d'Echalot, dans le département de la Côte d'Or (21). Le site d'implantation est un réseau de parcelles cultivées.

Dans le cadre de la réglementation « ICPE », applicable depuis le 1er janvier 2012 aux parcs éoliens et plus particulièrement de l'article 12 de l'Arrêté du 26 août 2011, la Compagnie du Vent a missionné la société BIOTOPE pour réaliser différents suivis : un suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères ainsi qu'un suivi comportemental des oiseaux sur un cycle complet et un suivi de l'activité des chiroptères. Une analyse de l'habitat a également été menée afin de définir son évolution par rapport à l'étude d'impact initiale. Ces suivis ont été réalisés à partir de l'été 2015 jusqu'au printemps 2016.

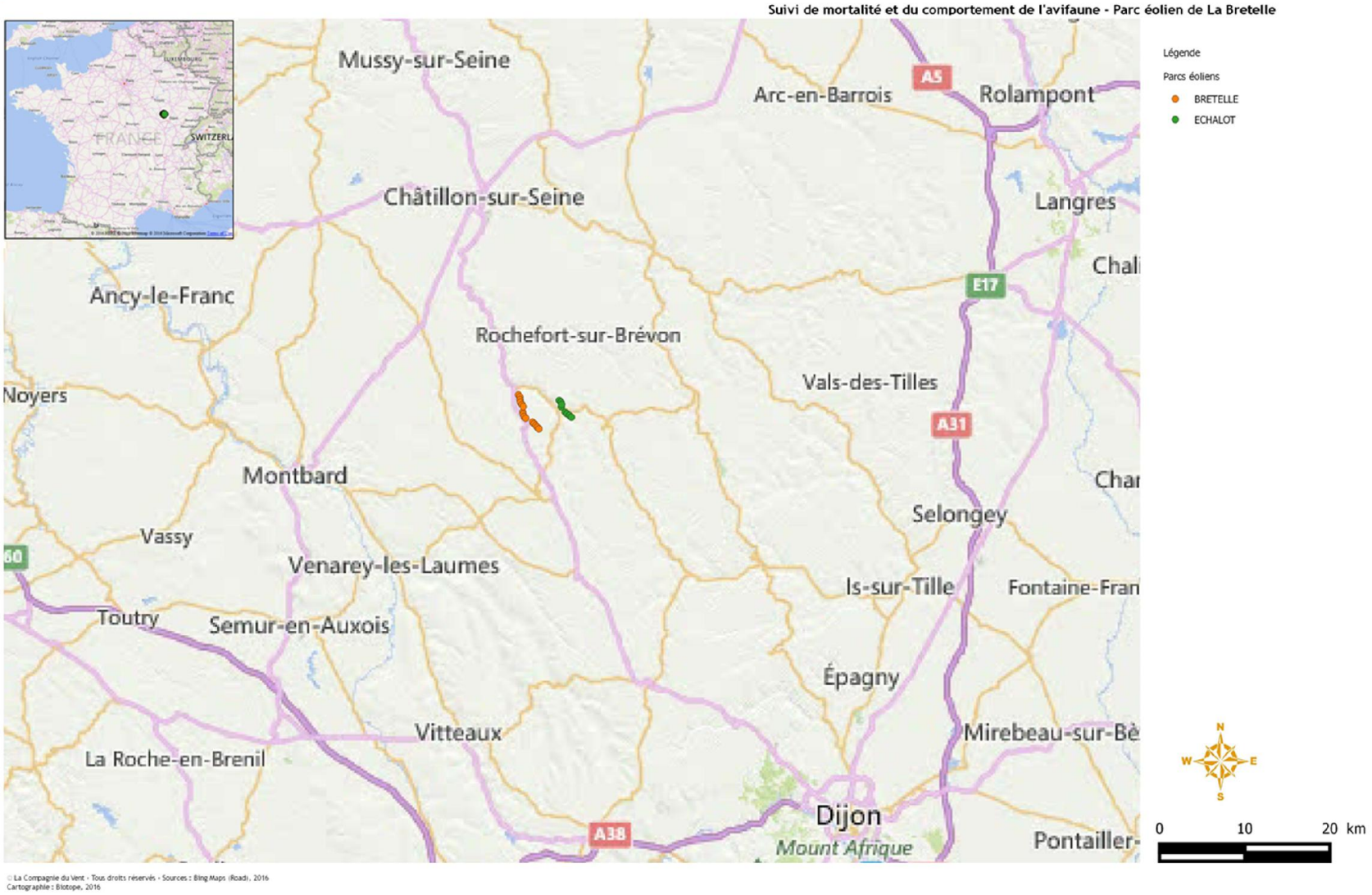
☞ Ce document présente les résultats du suivi habitat, et des suivis du comportement ainsi que de la mortalité de l'avifaune réalisé durant l'année 2015/2016 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est de proposer une évaluation de l'utilisation du site par l'avifaune et des taux de mortalité des oiseaux au sein du parc en exploitation.

I. Localisation du parc

Le parc d'Echalot est localisé à environ 45 kilomètres au nord-ouest de Dijon, dans le département de la Côte d'Or (21). Mis en service en septembre 2012, il est composé de 8 éoliennes sur la commune d'Echalot, localisé à l'ouest et au sud-ouest du village, en lisière de forêt. Ces éoliennes sont équipées d'un rotor de 92 mètres de diamètre et d'une tour de 100 mètres de hauteur

Le parc éolien d'Echalot est situé à proximité d'un autre parc éolien de la Compagnie du Vent, il s'agit du parc éolien de La Bretelle.

Eolienne du parc d'Echalot



Carte n°1. Localisation des parcs éoliens de la Bretelle et d'Echalot

II. Méthodologie appliquée

II.1 Equipe de travail

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

Tableau 1. Equipe de travail

Domaines d'intervention	*Agents de BIOTOPE*
Chef de projet – expert fauniste, Récolte des données avifaune et chiroptères, coordination et rédaction de l'étude	Julien TRANCHARD
Chargé d'étude expert botaniste – Cartographie des habitats	Pierre AGOU
Chargé d'études expert fauniste – Récolte des données avifaune et chiroptères	Franck LETERME
Chargé d'études expert fauniste – Récolte des données avifaune et chiroptères	Mickael DEHAYE
Chargé d'études expert fauniste – Récolte des données avifaune et chiroptères	Hélène BAILLAIS

II.2 Prospections

Au total, 17 passages ont été effectués pour le suivi de la mortalité, à raison d'1 passage par semaine d'août à octobre 2015 (13 passages) et d'1 passage par mois d'avril à juillet 2016 (4 passages).

Pour le suivi du comportement des oiseaux, quatre périodes d'activité ont été étudiées : la migration post-nuptiale, l'hivernage, la migration pré-nuptiale et la période de nidification. Ainsi, 3 passages ont été effectués, de septembre à novembre 2015, pour la migration post-nuptiale ; 2 passages, en décembre 2015 et janvier 2016, pour le suivi de l'avifaune hivernante ; 3 passages, en mars et avril 2016, pour la migration pré-nuptiale ; 3 passages, d'avril à juin 2016, pour l'avifaune nicheuse. A ces prospections s'ajoutent des observations opportunistes, réalisées lors de passages sur le site.

Tableau 2. Dates et conditions météorologiques des suivis de mortalité

Numéro de passage	*Dates des inventaires*	*Temps d'observation*	*Conditions météorologiques et commentaires*
Suivi de la mortalité			
1	06/08/2015		Beau temps ; température comprise entre 20 et 32°C ; vent quasi nul
2	14/08/2015		Ciel couvert ; vent moyen de secteur sud ; température supérieure à 15°C
3	18/08/2015		Ciel nuageux ; vent faible de secteur nord ; température supérieure à 20°C
3	19/08/2015		Ciel nuageux ; vent faible de secteur nord-ouest ; température supérieure à 20°C
4	26/08/2015		Ciel clair ; vent faible de secteur sud ; température

Tableau 2. Dates et conditions météorologiques des suivis de mortalité			
Numéro de passage	***Dates des inventaires***	***Temps d'observation***	***Conditions météorologiques et commentaires***
			comprises entre 10 et 20°C
5	02/09/2015		Brouillard jusqu'en milieu de matinée puis beau temps avec passages nuageux ; température comprise entre 12 et 19°C ; vent faible de secteur nord-ouest
6	09/09/2015		Beau temps avec quelques passages nuageux ; température comprise entre 16 et 22°C ; vent faible de secteur est/nord-est
7	15/09/2015		Temps nuageux avec quelques gouttes de pluies ; température comprise entre 13 et 17°C ; vent moyen à fort de secteur sud-ouest
7	16/09/2015		Temps pluvieux ; température comprise entre 17 et 21°C ; vent moyen à fort de secteur sud
8	21/09/2015		Nuageux avec averse de pluie ; vent faible de secteur nord-ouest ; température entre 7 et 15°C
8	22/09/2015		Ciel couvert avec averse de pluie ; vent moyen de secteur sud ; température comprise entre 10 et 15°C
9	02/10/2015		Beau temps ; température comprise entre 8 et 19°C ; vent faible de secteur est
10	07/10/2015		Ciel couvert avec averse de pluie ; vent moyen de secteur sud ; température comprise entre 10 et 15°C
11	13/10/2015		Brouillard avec bruine ; vent moyen de secteur nord-ouest ; température comprise entre 7 et 10°C
12	20/10/2015		Brouillard en début de matinée puis beau temps avec quelques passages nuageux à partir de 10h30 ; température comprise entre 6 et 11°C ; vent faible de secteur nord-est
13	28/10/2015		Ciel couvert avec pluie ; vent faible de secteur nord ; température entre 10 et 15°C
14	13/04/2016		Ciel couvert avec averses de pluie, vent faible de secteur nord, température comprise entre 9 et 15°C
15	18/05/2016		Ciel couvert avec averses de pluie, vent moyen de secteur sud-ouest, température comprise entre 8 et 19°C
16	14/06/2016		Ciel couvert avec pluie, vent moyen de secteur sud-ouest, température comprise entre 14 et 19°C
17	13/07/2016		Ciel couvert, vent moyen de secteur ouest, température comprise entre 14 et 19°C
Suivi de l'activité des oiseaux			
1 : Avifaune migration post-nuptiale	03/09/2015	2h30	Temps brumeux puis alternance nuages éclaircies ; température comprise entre 12 et 17°C ; vent faible de secteur nord/nord-est

Tableau 2. Dates et conditions météorologiques des suivis de mortalité			
Numéro de passage	***Dates des inventaires***	***Temps d'observation***	***Conditions météorologiques et commentaires***
1 : Avifaune migration post-nuptiale	04/09/2015	2h	Beau temps ; température comprise entre 16 et 20°C ; vent quasi nul de secteur nord-ouest
Avifaune migration post-nuptiale : observations opportunistes réalisées lors du suivi de la mortalité	16/09/2015	-	Temps pluvieux ; température comprise entre 17 et 21°C ; vent moyen à fort de secteur sud
2 : Avifaune migration post-nuptiale	30/09/2015	3h	Beau temps ; température comprise entre 8 et 18°C ; vent modéré de secteur est
Avifaune migration post-nuptiale : observations opportunistes réalisées lors du suivi de la mortalité	02/10/2015	-	Beau temps ; température comprise entre 8 et 19°C ; vent faible de secteur est
3 : Avifaune migration post-nuptiale	06/11/2015	3h	Temps nuageux avec par moment des passages de bruine jusqu'en milieu de matinée ; température comprise entre 10 et 15°C ; vent faible de secteur sud/sud-ouest
1 : Avifaune hivernante	15/12/2015	4h15	Temps nuageux ; température comprise entre 7 et 9°C ; vent faible de secteur sud/sud-ouest
2 : Avifaune hivernante	19/01/2016	4h15	Brouillard ; température comprise entre 2 et 3°C ; vent quasi nul tourbillonnant
1 : Avifaune migration pré-nuptiale	03/03/2016	5h	Averses très nombreuses de pluies et de neige mêlées ; température comprise entre 2 et 4°C ; vent modéré avec des rafales de vent moyennes de secteur nord-ouest
2 : Avifaune migration pré-nuptiale	15/03/2016	7h15	Beau temps puis ciel se voilant au fil de la journée ; température comprise entre 0 et 11C ; vent faible de secteur nord-est
3 : Avifaune migration pré-nuptiale	04/04/2016	6h30	Temps pluvieux avec de très nombreuses averses ; température comprise entre 2 et 5°C ; vent modéré avec des rafales de vent moyennes de secteur sud/sud-ouest
1 : Avifaune nicheuse	26/04/2016	8h	Temps nuageux jusqu'à 10h15 puis averses régulières le reste du temps ; température comprise entre 4 et 8°C ; vent faible avec des rafales de vent moyennes de secteur ouest/sud-ouest
2 : Avifaune nicheuse	19/05/2016	8h15	Temps couvert avec passages d'averses ; température comprise entre 6 et 10°C ; vent faible de secteur ouest
3 : Avifaune nicheuse	06/06/2016	7h30	Brouillard jusqu'à environ 10h puis nuageux avec des éclaircies. A partir de 12h30 averses orageuses ; température comprise entre 15 et 24°C ; vent faible de secteur sud-ouest

© La Compagnie du Vent - Tous droits réservés - Sources : ©IGN GeoFla® (2013),
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n°2. Localisation des éoliennes suivies sur le site d'étude

II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées

II.3.1 Etude des habitats

Sur site, du fait du nombre important de machines (8), le suivi a été réalisé sur la moitié du parc. Les 4 éoliennes ont été choisies en fonction de leurs localisations et également de manière à suivre une machine sur deux (cf. carte 2)

Sur le terrain, la végétation (par son caractère intégrateur synthétisant les conditions de milieux et le fonctionnement de l'écosystème) est considérée comme le meilleur indicateur pour l'identification d'un habitat naturel. Dans ce document, un code et un nom sont attribués à chaque habitat décrit.

NB : Pour les habitats naturels et semi-naturels, la nomenclature utilisée est celle de CORINE biotopes, référentiel de l'ensemble des habitats présents en France et en Europe.
La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée dans cette étude est celle de la Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France (BDNFF, consultable et actualisée en ligne sur le site www.tela-botanica.org).
Les habitats naturels d'intérêt communautaire listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE (dite directive « Habitats-Faune-Flore ») possèdent également un code spécifique : le libellé EUR28 dans cette étude.

L'expertise de terrain a eu pour but de cartographier les habitats patrimoniaux présents sur le site selon la typologie Corine Biotopes. Un relevé phytocoenotique (= liste d'espèces végétales) a été réalisé par grand type de milieu cartographié. Une reconnaissance floristique des structures de végétation homogènes a ainsi été menée sur l'ensemble de l'aire d'étude afin de les rattacher à la typologie CORINE biotopes à l'aide des espèces végétales caractéristiques de chaque groupement végétal. Les espèces protégées, patrimoniales et invasives ont été prospectées dans le même temps que l'expertise des habitats naturels. Des relevés phytosociologiques ont été réalisés dans les différents milieux présents.

La cartographie des habitats a utilisé les fonds IGN scan25 et l'orthophotographie aérienne, couplés au Système d'Information Géographique Q-GIS.

II.3.2 Suivi de mortalité

Sur site, du fait du nombre important de machines (8), le suivi a été réalisé sur la moitié des machines. Les 4 éoliennes ont été choisies en fonction de leurs localisations et également de manière à suivre une machine sur deux (cf. carte 2)

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

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

Suivi de mortalité : recherche par transects circulaires

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

Ce protocole présente plusieurs avantages par rapport aux suivis traditionnels :

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

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

Pour assurer le maintien de la distance à l'éolienne, l'opérateur tient une corde entourée autour de l'éolienne, à la longueur souhaitée (50 m, 45 m, 40 m, etc.).

Ainsi, pour chaque éolienne, nous avons parcouru 1 730 mètres de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.

Pour chaque cadavre découvert, une fiche de synthèse récapitulant les informations suivantes a été rédigée :

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

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

★ *Limites méthodologiques*

Il est important de préciser que l'efficacité du suivi de la mortalité est fortement dépendante du type de recouvrement végétal sous les éoliennes : les milieux cultivés hauts et denses (type tournesol, blé et maïs) sont incompatibles.

Les suivis de mortalité par recherche de cadavres au sol représentent actuellement la technique la plus régulièrement mise en œuvre. Toutefois, cette technique est soumise à de nombreux biais

(capacités de détection de l'observateur, taux de disparition des cadavres par prédation) qui requièrent la définition de coefficients correcteurs à différentes périodes de l'année sous peine de rendre potentiellement inexploitables les données issues de ce suivi.

Détermination des coefficients correcteurs

La détermination de coefficients correcteurs ajustés selon les périodes de l'année constitue le principal élément permettant d'exploiter de façon fiable les résultats des suivis de mortalité par recherche de cadavres.

La réalisation de tests de détermination de l'efficacité de l'observateur et de prédation (charognage) permet d'analyser les résultats de façon pertinente.

Le nombre total estimé de chauves-souris et d'oiseaux tués par les éoliennes est égal au nombre corrigé d'individus trouvés morts moins ceux dont la cause de la mort n'est pas liée aux éoliennes. La probabilité de trouver un animal dont la mort n'est pas liée à l'éolienne est infime (sauf pour les oiseaux en période de chasse) et ne sera pas utilisée.
Des coefficients de correction d'erreur sont déterminés au préalable et mis à jour à plusieurs reprises au cours de la mission. Ils permettent d'intégrer **l'efficacité de la découverte des cadavres** ainsi que les paramètres liés aux **phénomènes de prédation**. Ces coefficients de correction sont essentiels pour tirer des informations scientifiquement recevables du suivi de mortalité. **En l'absence de coefficients robustes, aucune conclusion ne peut être envisagée quant à la mortalité effective engendrée par le parc éolien.**

☞ Les formules utilisées dans les suivis menés sont :

Winkelmann : <u>Nestimé = (Na – Nb)/(P x Z x O x D)</u>

Na : nombre total d'individus trouvées morts

Nb : nombre d'individus tués par autre chose que les éoliennes

P : temps de disparition d'un cadavre

Z : taux de découverte, variable en fonction du couvert végétal

O : surface prospectée ou nombre d'éoliennes surveillées (pour exprimer les résultats par unité de surface ou par éolienne)

D : nombre de jours de recherche.

La détermination des coefficients d'erreur P et Z est délicate. En effet, ils varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, accoutumance des prédateurs, couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, taille des cadavres, …).

Erickson : <u>N estimé = (Na-Nb) * I / (tm x Z)</u>

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours)

tm: Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

Jones et Huso : <u>N estimé = (Na-Nb) / (a*Z*ê*P)</u>

a : coefficient de correction surfacique

ê : coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à (Min I : Î) / I.

*Formule de Jones : P = e-0,5*I/tm*

Formule de Huso : P = tm (1-e-I/tm)/I*

★ *Détermination de Z : Test d'efficacité de l'observateur*

Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année. Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur.

Deux tests de détermination de l'efficacité de l'observateur ont été réalisés : un au mois d'août et un au mois de septembre.

Les tests se sont déroulés de la façon suivante :

- Réalisation des tests en parallèle à un passage sur site pour le suivi mortalité (recherche de cadavres) ;
- Mise en place, par l'opérateur en charge du test, de **10 leurres par éolienne x 3 éoliennes** ciblées par le suivi de mortalité, tôt le matin avant le lancement des opérations de contrôle mortalité avec localisation GPS de chaque leurre ;
- Utilisation de **leurres non organiques** (pas de risques de disparition) ;
- Le choix des 3 éoliennes sélectionnées pour le test est aléatoire. L'opérateur en charge du suivi de mortalité (l'observateur « testé ») ne connaît pas les 3 éoliennes « tests » ni la date du test ;
- Réalisation, selon le protocole habituel, par l'observateur en charge du suivi des contrôles de mortalité par transects circulaires. L'opérateur doit noter et localiser les leurres ;
- Contrôle par l'opérateur en charge du test, à la fin du suivi de mortalité, du nombre de leurres découverts, récupération des leurres ;
- Calcul des taux de l'efficacité de détection par éolienne.

Exemple : Le nombre de leurres découverts par rapport au nombre total de leurres déposés constitue le taux de découverte. Si l'observateur en charge des suivis en retrouve 8/10 : Z=0,8.

Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche : morceaux de chambre à air noire

★ *Détermination de P : Test de prédation*

Il vise à estimer la vitesse de disparition des cadavres sur le site (pas d'apport de cadavres sur le site) entre les passages de suivi, de façon à estimer le nombre de cadavres que l'observateur est susceptible de trouver sur site.
Le taux de prédation est déterminé en fonction du temps écoulé.

Une période de tests de prédation a été réalisée sur 7 jours : entre le 07/09/2015 au 14/09/2015.

Les tests se sont déroulés de la façon suivante :

- Réalisation du test de prédation par l'opérateur en charge du suivi de mortalité.
- Installation, lors d'un passage « suivi de mortalité », de 30 cadavres d'animaux de petite taille (jeunes rats). Pointage GPS des cadavres installés. 3 éoliennes testées (10 sous chaque éolienne).
- Visite de contrôle tous les jours, tôt le matin, pendant une semaine (une demi-journée).
- Contrôle par l'opérateur de la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus chaque matinée.

Exemple : Si, sur 10 cadavres, 2 disparaissent en 1 semaine, on a P=0,2 pour 1 semaine.

II.3.1 Suivi du comportement des oiseaux

Plusieurs passages ont été réalisés afin d'effectuer les observations d'oiseaux sur un cycle complet.

★ ***Suivi en période migratoire***

Pour ce suivi, deux points d'observation ont été définis lors de la migration post-nuptiale et quatre lors de la migration pré-nuptiale. Ces différents points ont été placés de manière à bénéficier d'un champ de vision large tout en permettant d'avoir une bonne visibilité des éoliennes suivies.
Lors du suivi de la migration, les points d'observation ont été utilisés durant l'ensemble de la période de suivi. La durée d'observation par point est d'une heure au minimum.

Au total, 6 jours de suivi visuel ont été réalisés en période migratoire en 2015/2016 (3 jours en migration post-nuptiale et 3 jours en migration pré-nuptiale). Les dates ont été définies afin de cibler les espèces sensibles aux éoliennes :

- les passereaux ;
- les Turdidés et Alaudidés ;
- les Rapaces ;
- les Grues cendrées.

Par ailleurs, les observations opportunistes réalisées lors du suivi de la mortalité ont été notées et prises en compte dans l'analyse.
Le suivi s'effectue à poste fixe. L'observateur se rend sur le point prédéfini pour le lever du jour de manière à apprécier le passage des espèces matinales (voire des migrateurs nocturnes ayant prolongé leur déplacement). Le comptage continue jusqu'à ce que la migration se calme fortement (variable selon les jours). Le suivi a été engagé, dans la mesure du possible, lorsque les conditions de visibilité étaient suffisamment bonnes (pas de brouillard, pas de pluie) pour permettre un recueil de données fiables.
Chaque contact avec un oiseau ou un groupe d'oiseaux migrateurs est noté. Différentes variables sont reportées sur le carnet de terrain :

- l'espèce ;
- le nombre d'individus ;
- l'heure ;
- l'altitude (inférieure = en dessous des pales de l'éolienne, égale = à hauteur des pales de l'éolienne, supérieure = au-dessus des pales de l'éolienne) ;

- le point de passage exact et la direction prise sur un fond cartographique ;
- si l'oiseau réagit ou pas à la présence des éoliennes (comportement de panique : explosion du groupe, cris…) ;
- le type de réaction : plongeon, contournement, prise de hauteur, demi-tour, … ;
- les éventuelles collisions.

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

○ *Analyse des résultats*

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

○ *Limites de la méthode*

Ce type de suivi ne constitue pas un inventaire exhaustif des différentes espèces pouvant survoler le parc éolien en période migratoire. Il donne un aperçu à un instant T des mouvements migratoires sur le site. De plus, il ne permet pas d'évaluer les modifications de trajectoires réalisées par les oiseaux très en amont du parc éolien. En effet, il est bien connu que les oiseaux repèrent les parcs éoliens à grande distance et peuvent donc réaliser une modification de leur trajectoire jusqu'à plusieurs kilomètres avant d'arriver sur le parc éolien. Ainsi, seules les manœuvres d'évitement engagées à proximité immédiate du parc sont susceptibles d'être détectées par l'observateur.
L'observateur est installé au niveau du parc éolien, de manière à pouvoir avoir, dans la mesure du possible, une vue d'ensemble de celui-ci. Cependant, la capacité de détection des oiseaux décroit avec l'éloignement, et ce, d'autant plus rapidement que l'espèce est de petite taille. Les mouvements localisés aux extrémités du parc éolien sont donc moins bien suivis et repérés que ceux concernant la partie centrale de celui-ci.

★ *Suivi en période de reproduction*

Deux techniques de prospection complémentaires ont été utilisées au cours de cet inventaire :

- L'écoute des chants nuptiaux et cris des oiseaux à partir de parcours réalisés sur l'ensemble du secteur d'étude, dans les différents milieux naturels présents (technique des Indices Ponctuels d'Abondance dits IPA). Cette méthode d'inventaire qualitatif est valable principalement pour les passereaux. L'observateur note tous les contacts auditifs et visuels qu'il peut effectuer. Au total, 11 points d'écoute de ce type ont été définis aux abords du parc éolien d'Echalot en prenant soin de balayer l'ensemble des milieux présents. Un tableau en annexe reprend les informations des IPA réalisés ;
- Pour les oiseaux ne se détectant pas par le chant (rapaces et grands échassiers essentiellement), une prospection visuelle classique a été réalisée. Celle-ci a notamment ciblé les lisières de boisements afin de détecter la présence éventuelle de rapaces nicheurs.

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

○ *Analyse des résultats*

Dans le but d'estimer l'intérêt avifaunistique, une analyse des points d'écoute a été réalisée. Lors de cette analyse, trois critères patrimoniaux ont été choisis :

- la richesse spécifique (S), qui correspond au nombre d'espèces différentes observées sur chaque point ;
- la densité (D), qui représente le nombre total de couples nicheurs par point, toutes espèces

confondues (un individu, quelle que soit son espèce, compte ainsi pour 0,5) ;

- l'indice de diversité spécifique de Shannon (H') (voir ci-dessous).

La description la plus complète d'une communauté animale nécessite de connaître sa richesse (nombre et identité des espèces) et sa structure (abondance et arrangement des espèces les unes par rapport aux autres).
À cette fin, le recours à un indice de diversité spécifique, comme celui de Shannon, permet de décrire en une seule valeur synthétique la diversité biologique associée à un peuplement donné ou un écosystème.
L'indice de Shannon est calculé à l'aide de la formule suivante :

$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \ln p_i$	Avec i : une espèce du milieu d'étude S = Nombre total d'espèces (richesse spécifique) pi = Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude, qui se calcule de la façon suivante : pi = ni/N ni : Nombre d'individus pour l'espèce i N = Effectif total des individus de toutes espèces confondues

On peut considérer que la diversité d'un peuplement est le nombre moyen de contacts qu'un individu quelconque arrivant dans le milieu aura avec un individu d'une autre espèce, avant de rencontrer un individu de la sienne. C'est donc une mesure des niches écologiques occupées auxquelles il se heurte. Ainsi, plus H' est élevé, plus la compétition interspécifique potentielle est forte, et donc plus l'écosystème est diversifié et stable.
À partir de cette analyse, il a donc été possible de réaliser une carte synthétique de l'intérêt des points d'écoute, qui représente les trois critères précédemment cités (cf. carte 7). Pour chacun de ces critères (S, D et H'), des seuils ont été établis (par la méthode des seuils de Jenks) afin de caractériser les niveaux d'intérêt. Ils sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 3. Valeurs des seuils de la richesse spécifique, de la densité et de la diversité spécifique

Niveau d'intérêt	*Code couleur*	*Richesse spécifique (Nombre d'espèces)*	*Densité (Nombre de couples nicheurs/point)*	*Indice de diversité (Indice de Shannon)*
Très faible		≤ 5	≤ 9	≤ 1,88
Faible		> 5 et ≤ 13	> 9 et ≤ 14	> 1,88 et ≤ 2,88
Moyen		> 13 et ≤ 20	> 14 et ≤ 19	> 2,88 et ≤ 3,57
Fort		> 20	> 19	> 3,57

L'intérêt principal de l'utilisation d'une méthode standardisée, comme les points d'écoute, réside dans le fait que les données récoltées pourront servir dans le cadre du suivi biologique de l'avifaune du parc éolien d'Echalot. En effet, cette mesure d'accompagnement permet d'estimer à plus ou moins long terme l'impact du projet sur les communautés aviaires.
Enfin, une comparaison avec les résultats de l'étude d'impact est réalisée, notamment sur les effectifs et sur la localisation des couples nicheurs d'espèces remarquables.

- ***Limites de la méthode***

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

★ ***Suivi en période hivernale***

Deux passages ont été effectués entre début décembre 2015 et fin janvier 2016, afin d'estimer les effectifs des espèces hivernantes, et d'en évaluer le comportement sur l'aire d'étude (utilisation de l'espace, déplacement entre les parcelles, distance aux éoliennes, etc.).
L'analyse spatiale des stationnements en fonction de l'occupation du sol, de l'assolement et de la distance aux éoliennes renseigne sur les facteurs dynamiques influençant la répartition des oiseaux.
Pour ce faire, l'observateur a effectué 4 points d'observation fixes, permettant une vue dégagée sur l'ensemble du parc éolien. Chaque point d'observation était d'une durée de 1h minimum. Toute observation ou contact avec l'avifaune hivernante a été reportée :

- Distance vis-à-vis du parc éolien ;
- Type de déplacement (local, vol direct, vol de prospection…) ;
- Hauteur de vol par rapport aux pales (au-dessus, en-dessous…) ;
- Comportement vis-à-vis des éoliennes (évitement, au travers…).

o ***Limites de la méthode***

Les dates d'inventaires sont calées de manière à prendre en considération la majeure partie des espèces d'oiseaux susceptibles d'occuper ou de survoler le site. Néanmoins, le passage effectué ne permet pas de tenir compte de toutes les espèces.

Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats

III. Description des milieux

L'ensemble des éoliennes du parc d'Echalot sont localisées au sein de parcelles agricoles. Entre août et octobre 2015, les sols des cultures étaient majoritairement composés de cultures fauchées, de semis ou de sol nu.
Dans un rayon de 300 mètres autour des cultures, d'autres habitats sont également présents. On trouve principalement des boisements, dont essentiellement des hêtraies.
Sur les 4 éoliennes suivies, 3 éoliennes sont situées à tout juste 50 m des lisières des boisements.

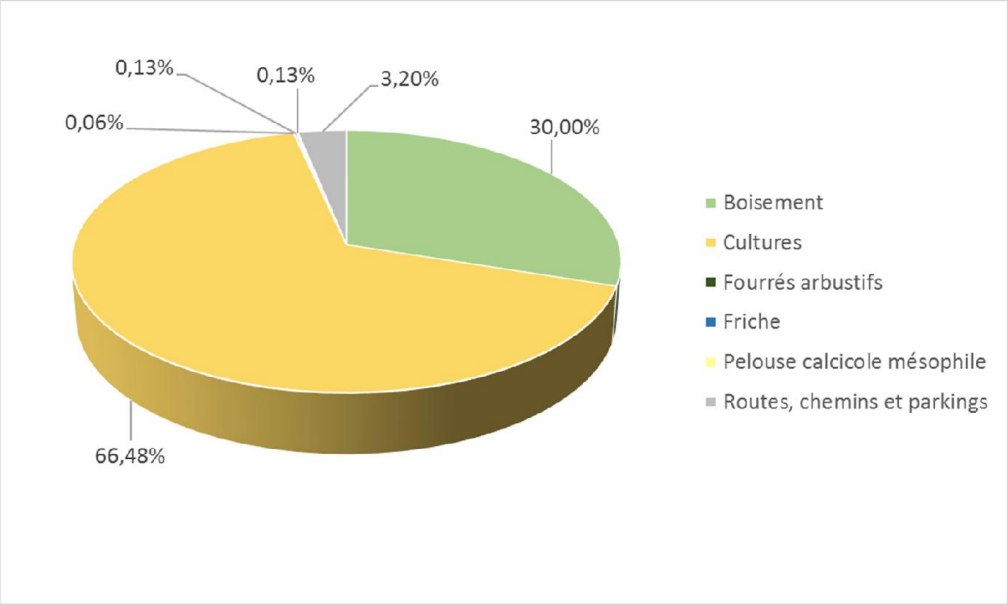


Figure 1. Répartition des habitats au niveau des 4 éoliennes suivies

Paysage de cultures en août 2015 sur le parc d'Echalot

Eolienne en lisière de boisement (environ 50m)

© La Compagnie du Vent - Tous droits réservés - Sources : ©IGN GeoFla® (2013),
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n°3. Végétations observées sur les aires d'études

La végétation observée permet de distinguer les habitats suivants :
NB : on parlera ici d'habitat humide et non de zone humide car aucune étude pédologique n'a été effectuée.

Boisements

Il s'agit ici de hêtraies
Code Corine Biotope : 41.1
Natura 2000 : oui (Libellés EUR28 9150 et 9130)
Habitat humide : non
Part de la surface totale en 2015: 28,85%

Description : Forêts dominées par Fagus sylvatica
Evolution depuis 2004 : La part de forêt n'a pas changé depuis 2004.
Intérêt écologique : on y trouve un cortège d'espèces forestières communes, telles que le Grosbec casse noyau, le Merle noir, le Pinson des arbres, le Pic vert, le Pic épeiche, etc. En 2016, deux espèces patrimoniales ont été observées nicheuse : la Tourterelle des bois et le Pouillot siffleur. La Cigogne noire n'a pas été observée mais est connue pour nicher aux alentours, en forêt de Jugny. Ces milieux peuvent à la fois être des zones de chasse, de transit, et fournir des gîtes pour les chiroptères.

Grandes Cultures

Code Corine Biotope : 82.11
Natura 2000 : non
Habitat humide : non
Part de la surface totale en 2015: 66,48%

Description : Céréales et autres cultures sur de grandes surfaces non interrompues dans les paysages ouverts d'openfields.
Evolution depuis 2004 : Au total environ un peu plus de 3 ha (-3,18%) ont été perdus depuis 2003 pour faire les routes et les zones de levages.
Intérêt écologique : Espaces peu favorables à l'avifaune qui y est peu diversifiée. Seules quelques espèces utilisent ce milieu pour nicher ou comme zone de chasse : Alouette lulu, Alouette des champs, Pigeon ramier, Pigeon Colombin, Busard Saint-Martin, Milan noir, Milan royal.

Fourrés arbustifs

Code Corine Biotope : 31.812
Natura 2000 : non
Habitat humide : non
Part de la surface totale en 2015 : 0,06%

Description : Fruticées à Prunellier et Troène
Evolution depuis 2004 : la parcelle concernée n'était pas comprise dans le périmètre étudié en 2004.
Intérêt écologique : L'intérêt de ce milieu réside dans la diversité de strate de végétation qu'il apporte sur le secteur. On y trouve un cortège d'espèces de milieux buissonnants. Des espèces patrimoniales comme la Linotte mélodieuse ou la Pie-grièche

écorcheur, observées en 2016, qui pourraient y nicher. Ce milieu peut être une zone de chasse ou de transit pour les chiroptères.

Friche

Code Corine Biotope : 87.1
Natura 2000 : non
Habitat humide : non
Part de la surface totale en 2015: 0,13%

Description : Champs abandonnés ou au repos (jachères). Ils sont colonisés par de nombreuses plantes pionnières introduites ou nitrophiles. Ils fournissent parfois des habitats qui peuvent être utilisés par des animaux d'espaces ouverts.
Evolution depuis 2004 : la parcelle concernée n'était pas comprise dans le périmètre étudié en 2004.
Intérêt écologique : milieu laissé à l'abandon, les zones de friches peuvent être utilisées par l'avifaune nichant au sol telle que le Vanneau huppé ou l'Œdicnème criard. Ces espèces n'ont cependant pas été observées sur le site. Les friches, riches en insectes, peuvent être des zones de chasse pour les chiroptères.

Pinède

Code Corine Biotope : 83.3112
Natura 2000 : non
Habitat humide : non
Part de la surface totale en 2015: 0,15%

Description : Plantation de pins.
Evolution depuis 2004 : la parcelle concernée n'était pas comprise dans le périmètre étudié en 2004.
Intérêt écologique : plantation présentant peu d'intérêt écologique du fait de l'homogénéité des essences d'arbres cultivées. Une station de Pyrole à feuilles rondes, espèce patrimoniale, y a cependant été détectée en 2016. L'espèce n'était pas connue en 2004 lors de l'étude d'impact.

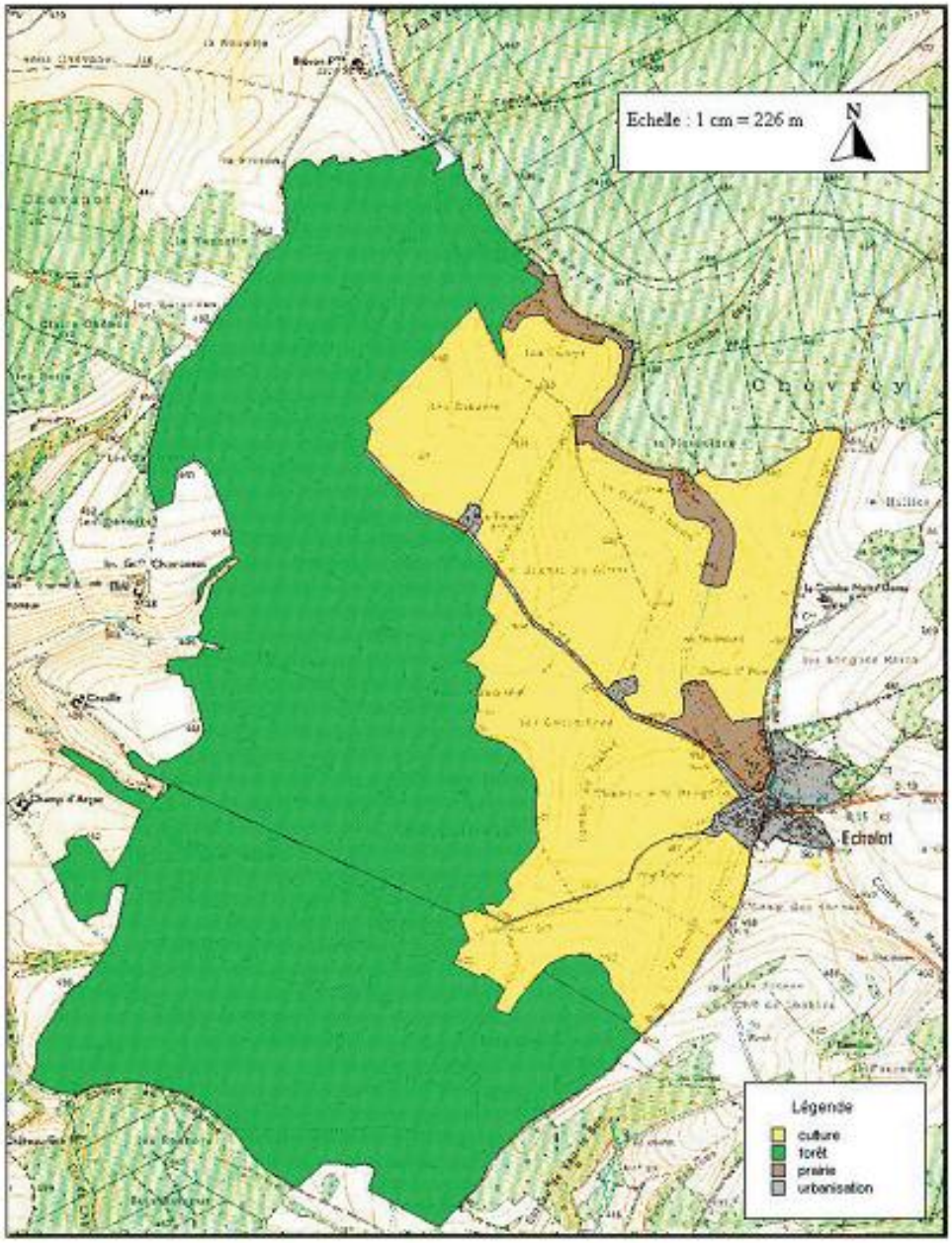
Pelouse calcicole

Code Corine Biotope : 34.322
Natura 2000 : oui (Libellé Eur28 6210)
Habitat humide : non
Part de la surface totale en 2015: 0,13%

Description : Pelouses calcaires mésophiles à méso-xérophiles du domaine sub-atlantique du nord, centre et ouest de la France. Elles sont faunistiquement et floristiquement riches.
Evolution depuis 2004 : la parcelle concernée n'était pas comprise dans le périmètre étudié en 2004.
Intérêt écologique : milieu riche en biodiversité, notamment d'un point de vue floristique. Zone de chasse potentielle pour l'avifaune et les chiroptères.

La végétation n'a pas changé depuis 2004, date de l'étude d'impact initiale. Cependant, seul l'habitat présent sous la moitié des éoliennes suivies était concerné par l'étude d'impact initiale. La zone

située au sud, présentant le plus d'hétérogénéité, n'a donc pas pu être comparée. On peut noter l'observation en 2016 d'une espèce remarquable qui n'avait pas été contactée dans le cadre de l'étude d'impact : il s'agit de la Pyrole à feuilles rondes.



Occupation du sol issue de l'étude d'impact réalisé en 2004 (ABIES, 2004).

Pour l'avifaune, les milieux présentent des habitats favorables au même type de cortèges d'espèces en 2004 et en 2016.

☞ La seule modification directe engendrée par l'implantation des éoliennes est donc une perte d'habitat, liée à l'artificialisation des sols pour la construction des routes, des chemins et des zones de levage. Cette modification concerne uniquement les cultures et éventuellement certaines lisières boisées pour les chemins construits le long des boisements. Cette modification reste non significative.

☞ Ce sont les espèces (oiseaux ou chauves-souris) utilisant les cultures comme zone de chasse ou de nidification qui peuvent principalement être impactées. Pour les chiroptères, les lisères constituent des zones de chasse favorables à de nombreuses espèces.

IV. Suivi de la mortalité

IV.1 Type d'espèces rencontrées et fréquence des observations

IV.1.1 Synthèse

Au total, 5 cadavres ont été observés au sein du parc d'Echalot entre août 2015 et juillet 2016. Ces observations ont été réalisées dans le cadre des 17 passages effectués sur le parc à raison d'un passage par semaine entre août et octobre 2015, et d'un passage par mois entre avril et juillet 2016.
A noter qu'une Buse variable a également été observée au niveau d'une éolienne ne faisant pas partie du suivi de la mortalité. Il s'agit de l'éolienne R91805. Cette observation, hors suivi, n'a pas pu être prise en compte dans les calculs de correction.

Tableau 4. Résultats bruts du suivi mortalité

Date prospection	*Eolienne*	*Nom latin*	*Nom*	*Etat*	*Age*	*Raison estimée de la mort (collision ou barotraumatisme)*	*Sexe de l'individu*	*Distance à l'éolienne*
02/10/2015	R91806	Regulus ignicapilla	Roitelet triple-bandeau	Frais	Jeune (1ère année)	Barotraumatisme	Mâle	32 m
13/10/2015	R91806	Regulus ignicapilla	Roitelet triple-bandeau	Frais	Jeune (1ère année)	Barotraumatisme	Mâle	32 m
20/10/2015	R91810	Regulus ignicapilla	Roitelet triple-bandeau	Frais	Jeune (1ère année)	Barotraumatisme	Mâle	41 m
20/10/2015	R91810	Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	Avancé	Jeune (1ère année)	Indéterminé	Indéterminé	53 m
28/10/2015	R91810	Coccothraustes coccothraustes	Grosbec casse noyaux	Frais	Adulte	Collision	Femelle	9 m

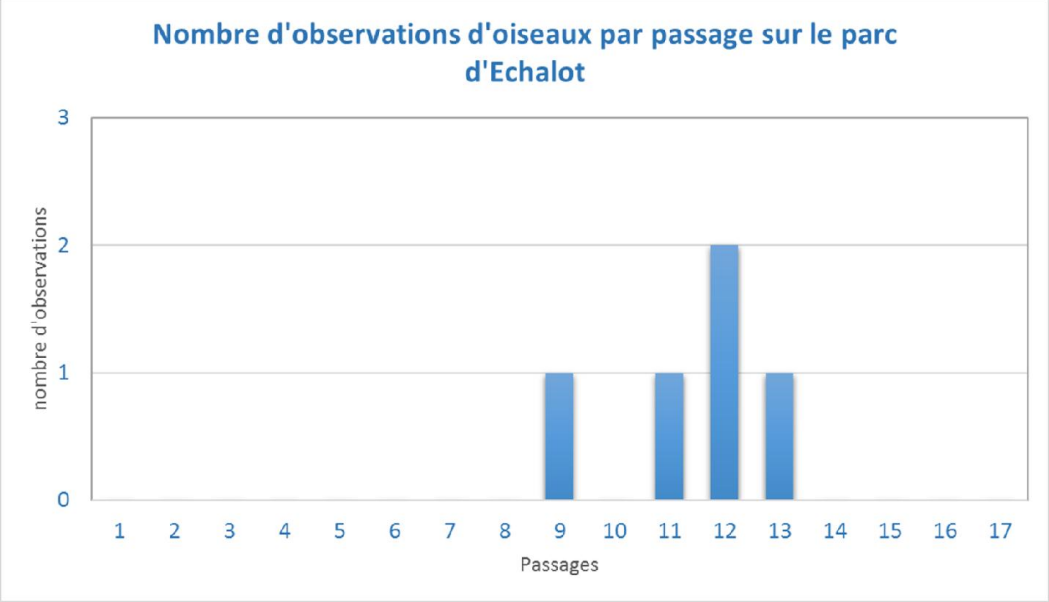


Figure 2. Nombre de cas de mortalité par passage des espèces trouvées mortes

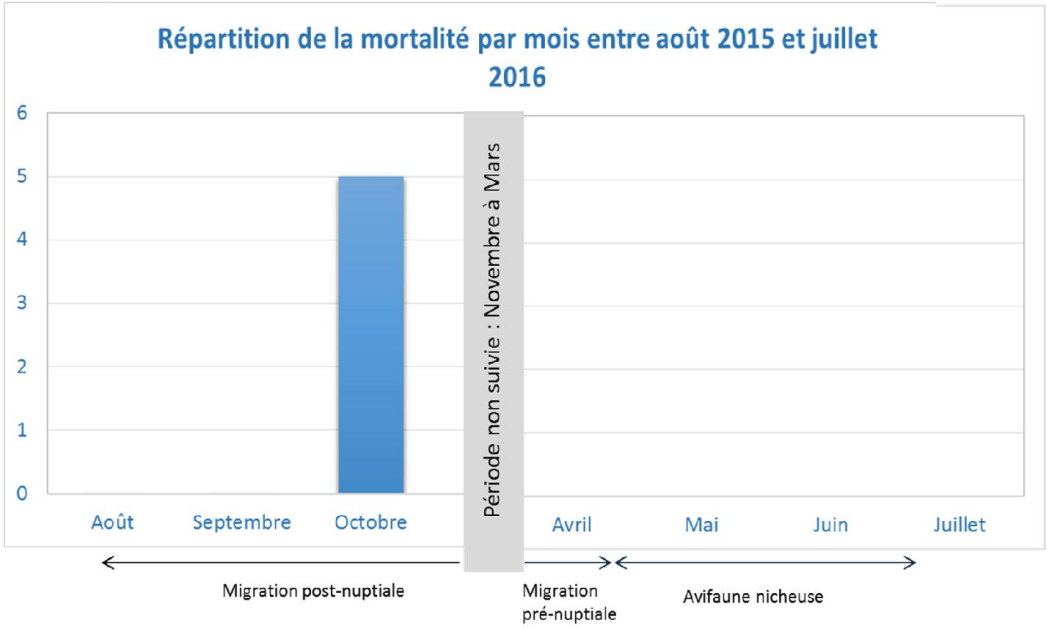


Figure 3. Répartition de la mortalité par mois entre août 2015 et avril 2016 et période du cycle biologique correspondante

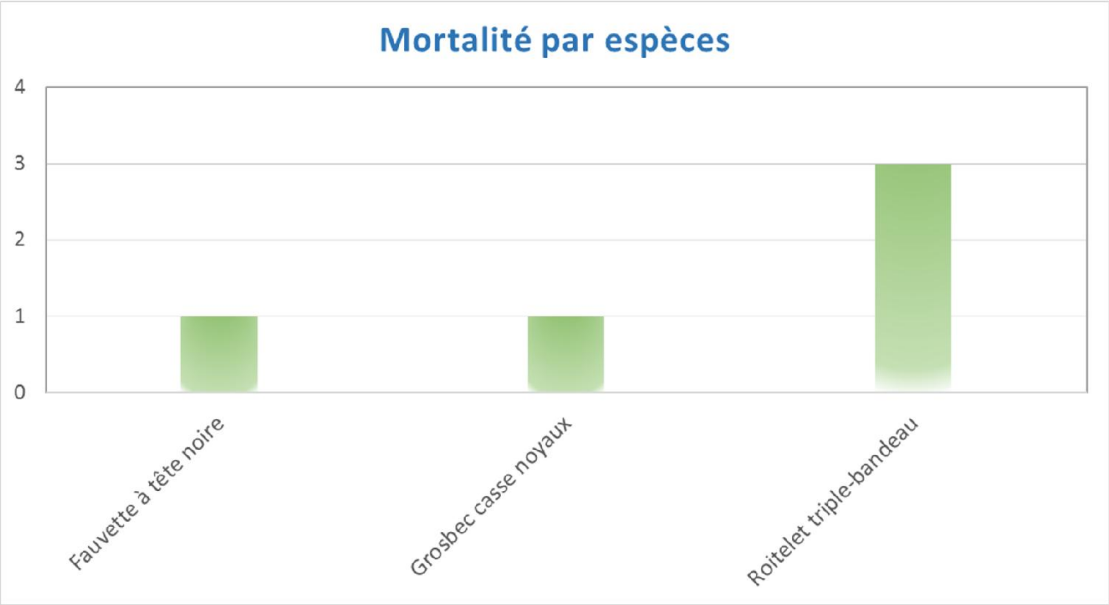


Figure 4. Mortalité par espèces

Trois espèces ont été retrouvées sous les éoliennes du parc d'Echalot : le Roitelet triple-bandeau, la Fauvette à tête noire et le Grosbec casse-noyaux.

Le Roitelet triple bandeau est l'espèce la plus touchée (3 individus). Cette espèce n'a été détectée sur aucune période lors des suivis. L'espèce est cependant connue comme migratrice. Les trois passages effectués lors du suivi de la migration ont été choisis afin d'être les plus représentatifs possible, compte-tenu de la longueur de la période à couvrir. Cependant ils ne permettent pas d'obtenir un résumé exhaustif des passages migratoires et donc de détecter toutes les espèces.
En théorie, les premiers mouvements migratoires ont lieu dès la fin du mois d'août, mais c'est surtout dans la première moitié d'octobre que la migration est la plus intense. Cette période correspond à nos observations. A noter que tous les individus retrouvés sont des juvéniles, encore peu expérimentés et donc plus sensibles au risque éolien. La migration nocturne de cette espèce, sa taille et le peu d'expérience des juvéniles expliquent en partie les 3 dépouilles retrouvées. De plus, en 2015, un afflux inhabituel de Roitelets a été observé partout en France et dans les pays du Nord (Migration 2015). Cet afflux pourrait s'expliquer par une très bonne saison de reproduction dans le nord et l'est de l'Europe.

La Fauvette à tête noire et le Grosbec casse noyaux n'ont été détectés sur le site qu'en période de nidification. On peut donc penser que les individus retrouvés sont locaux. Cependant on remarque que la mortalité a lieu durant la période de migration post-nuptiale. Le risque est accru pour les individus migrateurs car ils ne connaissent pas le site et n'ont donc pas intégré l'emplacement des éoliennes. **Il n'est donc pas exclu que ces espèces soient passées en migration sur le site mais n'aient pas été détectées**.

Tableau 5. Proportion de dépouilles par éoliennes

Eoliennes	**R91804**	**R91806**	**R91808**	**R91810**
Proportion de dépouilles par éolienne	0%	40%	0%	60%

☞ Il est à noter que la mortalité est concentré sur deux éoliennes. Toutefois, il n'est pas possible après une seule année de suivi de définir si la mortalité observée au niveau de cette éolienne est liée aux variations annuelles ou bien à des conditions locales entrainant un risque de collision plus important.

IV.1.2 Estimation de la mortalité à l'aide des coefficients correcteurs

Dans le cadre de cette étude, plusieurs formules ont été utilisées pour estimer la mortalité du parc éolien.
Il s'agit des formules de Winkelmann (1989), Erickson (2000), Jones (2009) et Huso (2010).
Les tableaux suivants détaillent les différents résultats selon les formules utilisées.

Test de prédation et temps moyen de persistance des cadavres

Pour l'application de ces différentes formules, il est nécessaire d'établir un taux de persistance des cadavres lié au test de prédation. Ce taux est défini en fonction des intervalles de temps entre les différentes prospections de terrain. Les tests de disparition des cadavres ont été réalisés sur une durée totale de 7 jours et tous les cadavres avaient disparu lors du dernier passage. Le tableau ci-après décrit les différents temps moyens de persistance par éolienne testée pour les deux parcs éolien d'Echalot et de la Bretelle. Les deux parcs sont situés à proximité et présente le même contexte écologique.

Le tableau suivant présente, dans un premier temps, les coefficients utilisés par **Winkelmann** (Pwink) correspondant au nombre de cadavre restant chaque jour (1 correspondant à l'ensemble des cadavres et 0 aucun). Ensuite, il présente les valeurs de **temps moyen (Tm) de persistance des cadavres** utilisé par Erickson, Jones et Huso, qui **reflètent davantage la réalité de terrain**.

Tableau 6. Temps moyen de persistance des cadavres sur l'ensemble des parcs d'Echalot et de Bretelle

	R91843	***R91848***	***R91806***	***R91843***	***R91848***	***R91806***
Pwink J+1	0,90	1,00	0,10	0,80	0,50	0,60
Pwink J+2	0,80	0,60	0,10	0,50	0,30	0,40
Pwink J+3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Pwink J+4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pwink J+7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tm	**3,1**	**3,3**	**1,5**	**2,9**	**2,3**	**2,5**

Renard roux observé aux abords du parc éolien d'Echalot (Biotope, 2015)

☞ Ainsi, la durée de disparition moyenne des cadavres est de 2,6 jours. Cette durée est relativement « faible » et souligne que l'activité des charognards est relativement importante sur la totalité du parc.

Test d'efficacité de l'observateur

Un autre coefficient correcteur a été calculé : le test d'efficacité de l'observateur. Sur le parc d'Echalot, il a été déterminé que 80% des leurres ont été retrouvés par l'observateur durant le test réalisé entre août et octobre 2015. Durant les mois d'avril à juillet 2016, le test d'efficacité apparaît nettement plus faible avec seulement 10% des leurres retrouvés. Ceci s'explique par le couvert végétal nettement plus important à cette période de l'année. Les cultures de céréales réduisent de manière importante l'efficacité des observateurs.

Coefficient de correction surfacique

Toutes les surfaces ont été prospectées. La hauteur de la végétation influence déjà le test d'efficacité. Le coefficient de correction surfacique n'a donc pas été pris en compte dans le cadre de cette étude.

Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité

Les estimations ci-après ont été réalisées à titre indicatif. En effet, le nombre de cadavres découverts étant inférieur à 10 (n=5), les estimations sont biaisées par les limites des formules (Korner-Nievergelt, 2011).

L'estimation a été définie pour l'ensemble des 4 éoliennes suivies. Elle est présentée dans le tableau suivant.
Du fait de la variation importante de l'efficacité des observateurs selon la période de l'année, due au stade de développement des cultures, nous avons différencié dans les calculs de corrections les mois d'août à octobre 2015 de ceux d'avril à juillet 2016.

Le test de Winkelman n'a pas été interprété dans le cadre de cette étude car il est jugé obsolète au regard des autres tests développés (Erickson, Jones et Huso).

Tableau 7. Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité

	Efficacité de l'observateur	*Test de prédation à J+3*	*Temps moyen de persistance*	*Mortalité brute*	*Winkelman*	*Erickson*	*Jones*	*Huso*
R91804 - Automne	0,8	0,10	2,6	0	0	0	0	0
R91806 - Automne	0,8	0,10	2,6	2	6,28	8,54	7,27	25
R91808 - Automne	0,8	0,10	2,6	0	0	0	0	0
R91810 - Automne	0,8	0,10	2,6	3	9,42	12,81	10,90	37,5
R91804 - Printemps et été	0,1	0,10	2,6	0	0	0	0	0
R91806 - Printemps et été	0,1	0,10	2,6	0	0	0	0	0
R91808 - Printemps et été	0,1	0,10	2,6	0	0	0	0	0
R91810 - Printemps et été	0,1	0,10	2,6	0	0	0	0	0
Echalot - Automne	0,8	0,10	2,6	5	15,71	21,35	18,16	62,5
Echalot - Printemps et été	0,1	0,10	2,6	0	0	0	0	0

Lorsque le nombre de cadavres est inférieur à 10, les formules utilisées deviennent peu fiables et entraînent une surestimation de la mortalité (Korner-Nievergelt *et al.* 2011)

A titre d'information, le bilan du suivi pour 5 cadavres présente une estimation de la mortalité sur la période du 6 août 2015 au 28 octobre 2015 comprise entre :

- **15,71 cadavres** selon Erickson (estimation la plus basse),
- **21,35 cadavres** selon Jones (estimation la plus haute).

Pour l'ensemble du parc (8 éoliennes), la mortalité pourrait donc être estimée, par un simple produit en croix, entre 31,42 et 42,7 dépouilles sur les mois d'août à octobre 2015.
L'ensemble de ces valeurs sont cependant surestimées et peu fiables en raison du faible nombre de cadavres retrouvés. Lorsque le nombre de cadavres est inférieur à 10, les biais des formules sont trop importants et entraine une marge d'erreur élevée (Korner-Nievergelt et al. 2011).

Durant les suivis réalisés au cours des mois d'avril et de juillet 2016, aucun cadavre n'a été observé sur le site. Ceci peut être du soit à l'absence de mortalité, soit à une efficacité moindre, du fait du couvert végétal important et du faible nombre de passage.

IV.2 Evaluation des enjeux

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

Tableau 8. Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc d'Echalot						
Nom vernaculaire	**Protection nationale**	**Annexe 1 Directive oiseaux**	**Liste rouge France (nicheur)**	**Liste rouge France (migrateur)**	**Liste rouge Europe**	**Liste rouge Bourgogne**
Roitelet triple-bandeau	Protégé	-	Préoccupation mineure		Préoccupation mineure	Préoccupation mineure
Fauvette à tête noire	Protégé	-	Préoccupation mineure		Préoccupation mineure	Préoccupation mineure
Grosbec casse noyaux	Protégé	-	Préoccupation mineure		Préoccupation mineure	Préoccupation mineure

On ne saurait cependant se baser sur ce seul parc pour estimer un impact sur les populations d'oiseaux. Nous avons vu en effet que les individus impactés étaient majoritairement des migrateurs qui traversent la France, potentiellement en provenance du nord de l'Europe.

☞ Seule une synthèse globale de l'impact cumulé des parcs éoliens français, voire européens, permettrait d'évaluer une incidence sur la conservation des espèces.

V. Suivi du comportement des oiseaux

V.1 Espèces recensées en période de migration post-nuptiale

Cf. carte 4 : Localisation de l'avifaune en période de migration post-nuptiale

Trois sorties ont été réalisées en période de migration post-nuptiale les 3 et 4 septembre 2015, le 30 septembre 2015 et le 6 novembre 2015.
D'une manière globale, aucun mouvement migratoire n'a été observé les 3 et 4 septembre 2015 ; seuls des déplacements locaux ont été constatés. Le 30 septembre 2015, quelques mouvements migratoires ont été vus, notamment en début de matinée. L'activité semblait moins marquée dans l'après-midi, notamment pour le groupe des passereaux. Enfin, le 6 novembre 2015, tout comme en septembre, quelques mouvements migratoires de passereaux et de rapaces ont été notés.

V.1.1 Effectifs observés lors du suivi

Au total, lors des suivis réalisés en migration post-nuptiale sur le site d'Echalot, 28 espèces d'oiseaux ont été contactées. Les effectifs observés en migration post-nuptiale sont très faibles aussi bien pour les espèces en migration active que pour les espèces en halte migratoire. L'espèce la plus observée est le Pinson des arbres (111 individus observés).

Les suivis réalisés sur site ne semblent pas identifier d'axe privilégié par les oiseaux lors de leur migration post-nuptiale au niveau du parc. La migration se fait de manière diffuse sur le secteur d'étude et exclusivement orientée du nord-est vers le sud-ouest.

Avec trois passages effectués en période de migration post-nuptiale, il convient de nuancer les résultats obtenus. En effet, la migration post-nuptiale débute dès la fin du mois de juillet et s'étale jusqu'au mois de novembre : les observations réalisées en septembre et novembre 2015 permettent de dégager une tendance mais ne résument pas l'ensemble de la période migratoire.

Tableau 9. Liste des espèces observées en période de migration post-nuptiale sur le parc d'Echalot

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	*Protection nationale*	*Type de comportement*[1]	*Somme des effectifs observés*	*Effectif en migration active*	*Pourcentage des effectifs en migration active*	*Effectif en halte migratoire*	*Pourcentage des effectifs en halte migratoire*
Accipiter nisus	Épervier d'Europe	Article 3	-	1			1	1,00
Alauda arvensis	Alouette des champs		-	9			3+1+4+1=9	9,00
Anthus pratensis	Pipit farlouse	Article 3	-	2			1+1=2	2,00
Ardea cinerea	Héron cendré	Article 3	Aucune réaction	1	1	0,73		
Buteo buteo	Buse variable	Article 3	-	2			2	2,00
Carduelis cannabina	Linotte mélodieuse	Article 3	Aucune réaction	5	3+2=5	3,65		
Certhia brachydactyla	Grimpereau des jardins	Article 3	-	1				
Circus aeruginosus	**Busard des roseaux**	Article 3	-	1			1	1,00
Columba palumbus	Pigeon ramier		-	21			18	18,00
Corvus corone	Corneille noire		-	7				
Emberiza citrinella	Bruant jaune	Article 3	-	2			2	2,00
Erithacus rubecula	Rougegorge familier	Article 3	-	1				
Falco subbuteo	Faucon hobereau	Article 3	Aucune réaction	1	1	0,73		
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	Article 3	-	1				
Fringilla coelebs	Pinson des arbres	Article 3	Aucune réaction	111	5+18+6+6+9+4 +11+7=66	48,18	45	45,00
Fringilla montifringilla	Pinson du nord	Article 3	Aucune réaction	8	1	0,73	7	7,00
Hirundo rustica	Hirondelle rustique	Article 3	Aucune réaction	27	11+5+6+5=27	19,71		
Milvus milvus	**Milan royal**	Article 3	Aucune réaction	6	3+2+1=6	4,38		
Motacilla alba	Bergeronnette grise	Article 3	-	5			5	5,00
Oenanthe oenanthe	Traquet motteux	Article 3	-	3			1+2=3	3,00
Parus caeruleus	Mésange bleue	Article 3	Aucune réaction	10	10	7,30		
Parus major	Mésange charbonnière	Article 3	Aucune réaction	9	6+3=9	6,57		
Parus palustris	Mésange nonnette	Article 3	-	2				
Passeriformes	Passereaux indéterminés		-	8	8	5,84		
Phalacrocorax carbo	Grand Cormoran	Article 3	Contournement	3	3	2,19		

[1] Comportement observé pour les espèces contacté au niveau du parc éolien

Tableau 9. Liste des espèces observées en période de migration post-nuptiale sur le parc d'Echalot								
Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	*Protection nationale*	*Type de comportement*[1]	*Somme des effectifs observés*	*Effectif en migration active*	*Pourcentage des effectifs en migration active*	*Effectif en halte migratoire*	*Pourcentage des effectifs en halte migratoire*
Phoenicurus ochruros	Rougequeue noir	Article 3	-	1			1	1,00
Sitta europaea	Sittelle torchepot	Article 3	-	1				
Turdus viscivorus	Grive draine		-	4			1+2+1=4	4,00
Total					**137**	**100,00**	**100**	**100,00**

Espèce en Gras : Espèce inscrite à l'annexe I de la Directive Oiseaux

V.1.2 Analyse des réactions lors de la migration post-nuptiale

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

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

Lors de la migration post-nuptiale, très peu d'oiseaux contactés réagissent face aux éoliennes, principalement en contournant ces dernières. C'est notamment le cas pour un groupe de Grand Cormoran contournant le parc par le sud-est pour poursuivre leur migration.

En dehors de cette espèce, les individus observés ne réagissent pas face aux éoliennes. Ceci peut s'expliquer par :

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

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

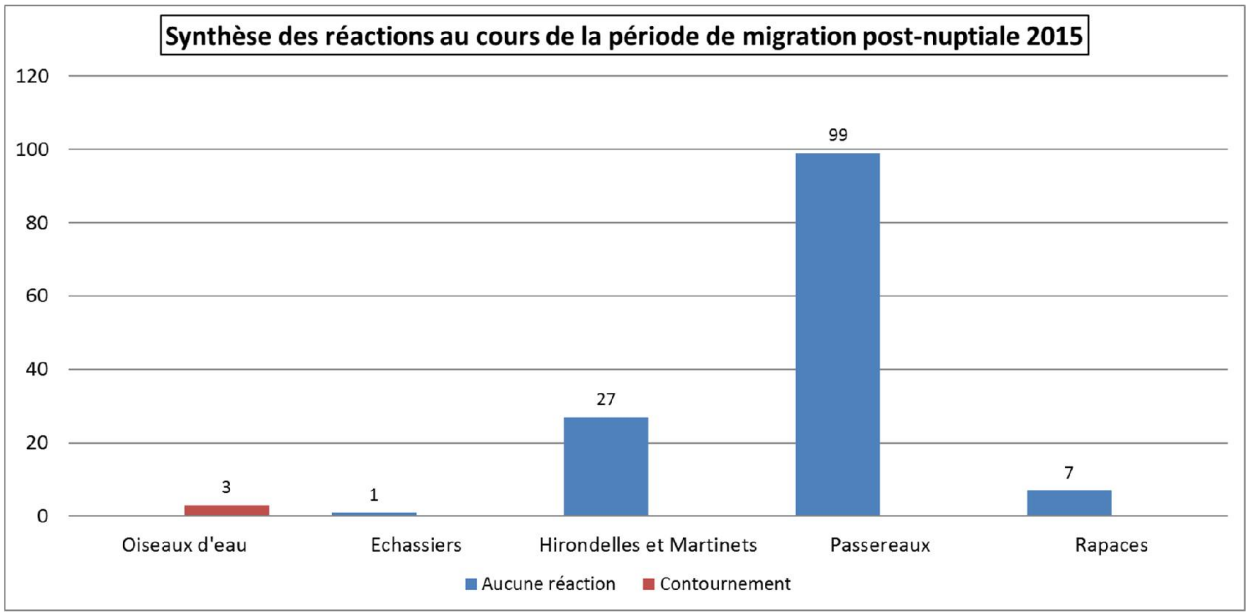


Figure 5. Synthèse des réactions au cours de la période de migration post-nuptiale 2015

V.1.3 Analyse des hauteurs de vol lors de la migration post-nuptiale

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

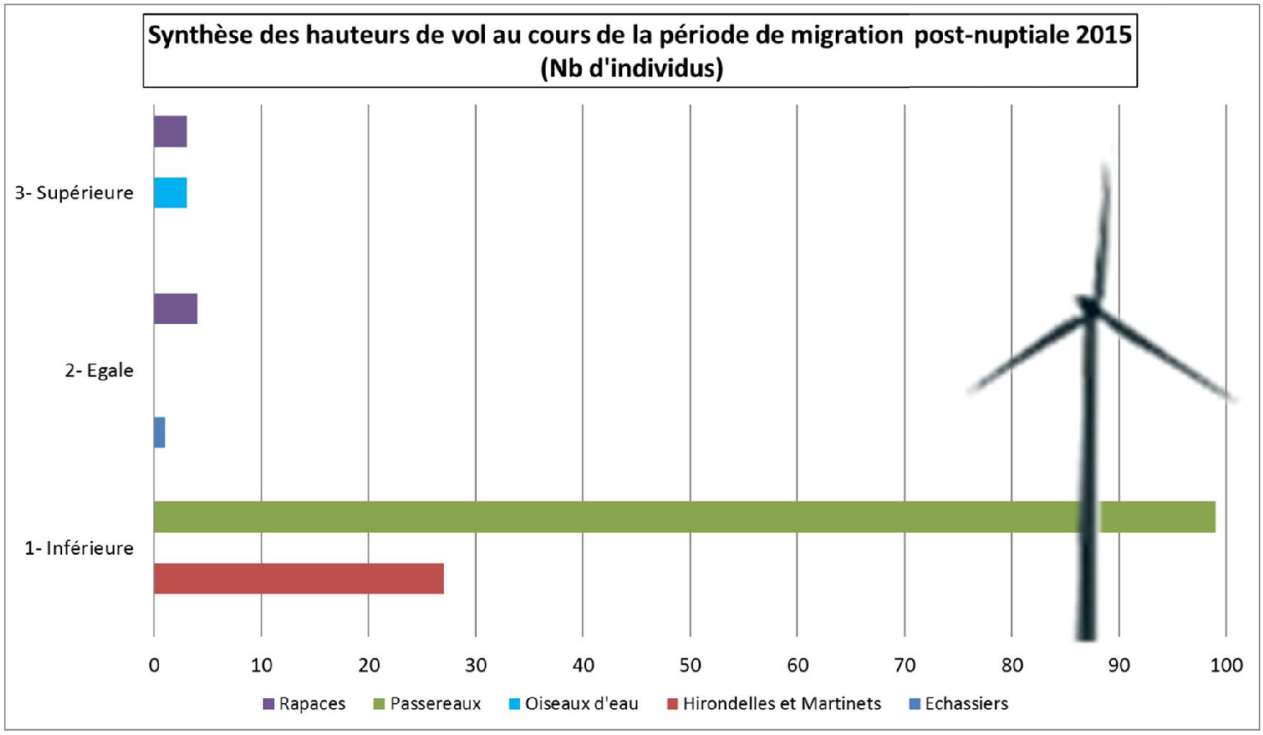
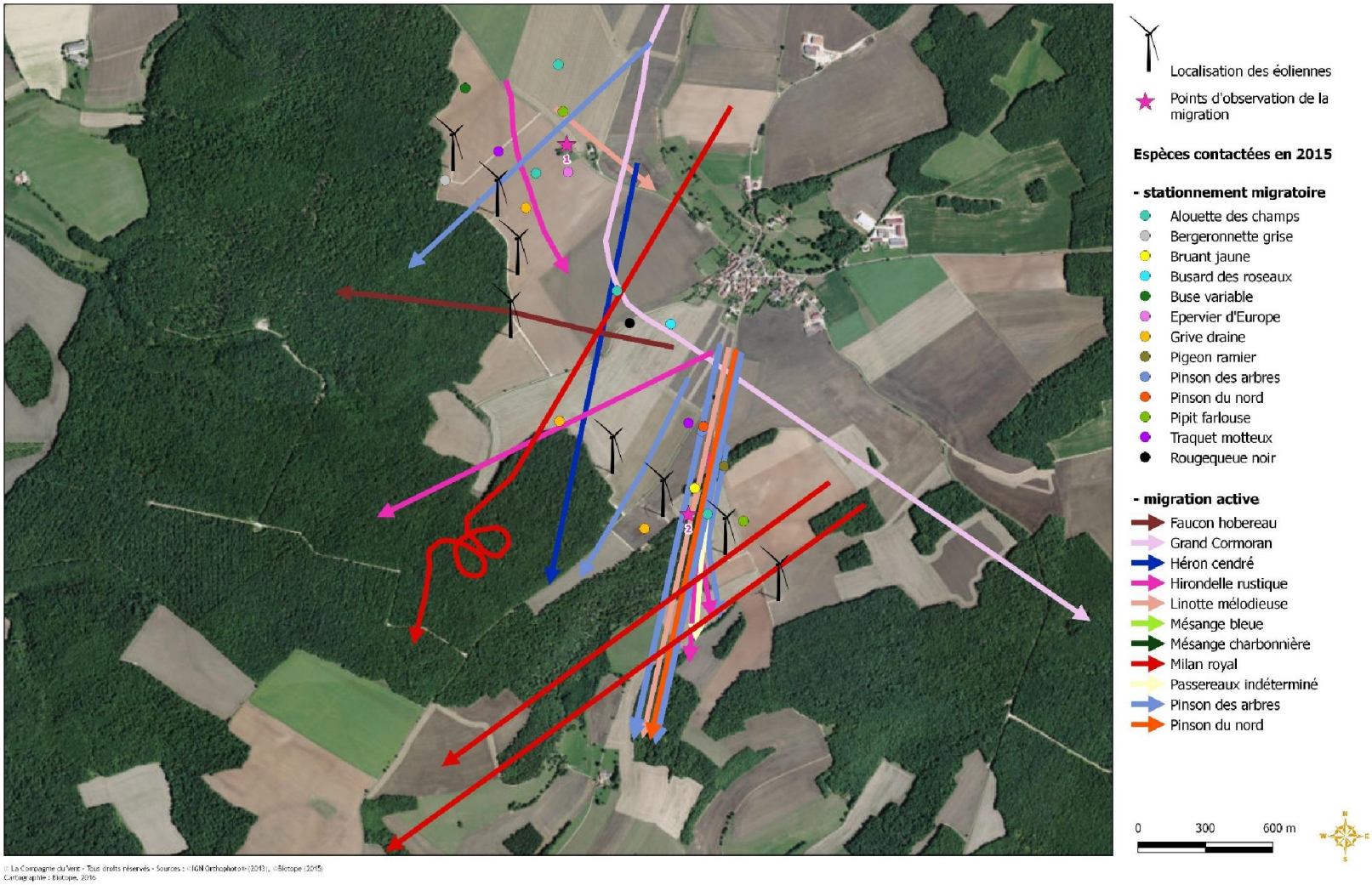


Figure 6. Synthèse des hauteurs de vol au cours de la période de migration post-nuptiale 2015

Même si les effectifs observés sont faibles, on remarque que les oiseaux passant sous le niveau des pales semblent plus nombreux que ceux passant au niveau des pales et au-dessus. On retrouve néanmoins une espèce très sensible au risque de collision passant soit au niveau des pales des éoliennes soit au-dessus : il s'agit du Milan royal, mais avec des effectifs observés peu élevés (6 individus).



© La Compagnie du Vent - Tous droits réservés - Sources : ©IGN Orthophoto (2013), ©Biotope (2015)
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n°4. Localisation de l'avifaune en période de migration post-nuptiale

V.1.4 Espèces rares/menacées présentes en période de migration post-nuptiale

Dans le cadre de cette expertise effectuée en 2015, deux espèces patrimoniales ont été inventoriées sur et à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (statut défavorable en France et/ou en Bourgogne-Franche-Comté).

Tableau 10. Liste des espèces patrimoniales observées en période de migration post-nuptiale ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (BIOTOPE, 2015)

Nom Vernaculaire *Nom scientifique*	*Statut de protection en France*	*Annexe 1 Directive Oiseaux*	*Liste rouge France - Migrateur*	*Statut en Bourgogne - Migrateur*	*Observations de l'espèce au niveau du parc éolien*
Busard des roseaux *Circus aeruginosus*	Protégé	X	Non applicable	Très rare	Observation le 16 septembre 2015 d'un individu en halte migratoire dans un champ au lieu-dit « Belle Champ ».
Milan royal *Milvus milvus*	Protégé	X	Non applicable	Assez commun	Observation de 6 individus répartis en 3 groupes transitant par les parties centrale et sud du parc éolien. Vols > (3 individus) ou = (3 individus) aux pales.

V.1.5 Comparaison des résultats obtenus en 2015 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004 lors de la migration post-nuptiale

Lors des inventaires réalisés pour l'étude d'impact en 2003, 21 espèces migratrices avaient été observées : Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, Busard des roseaux, Tarier pâtre, Pouillot fitis, Traquet motteux, Rougequeue à front blanc, Gobemouche noir, Milan royal, Pinson des arbres, Pinson du Nord, Alouette lulu, Bergeronnette grise, Alouette des champs, Etourneau sansonnet, Grand cormoran, Faucon hobereau, Pigeon ramier, Chardonneret élégant, Buse variable, Passereaux indéterminés.
Les conclusions de l'étude spécifiaient que lors de la migration post-nuptiale :
« Le secteur d'étude est soumis à un flux migratoire post-nuptial assez caractéristique. Toutes les espèces observées se déplaçaient perpendiculairement à la lisière de forêt. Les Pinsons des arbres accompagnés de Pinsons du Nord sont les espèces les plus importantes en nombre d'individus et en nombre de groupes passés. Viennent ensuite les Pigeons ramiers et les Alouettes des champs. Celles-ci tout comme les Buses variables stationnent dans les cultures à proximité de la lisière de la forêt. Parmi les rapaces, il faut noter le nombre important de Milans royaux ainsi que la présence d'un Faucon hobereau. Des observations en lisière de forêt nous ont permis de noter quelques espèces plus discrètes telles que le Rougequeue à front blanc, le Gobemouche noir ou le Pouillot fitis. »

En 2015, à quelques espèces près, nous retrouvons les mêmes espèces en migration au niveau du parc éolien d'Echalot. Il est fort probable que les espèces qui n'ont pas été revues en 2015 fréquentent toujours le secteur lors de leur migration et inversement.

☞ Le nombre d'espèces présentes en 2003 et 2015 est sensiblement identique.

Enfin en 2015, tout comme en 2003, le Pinson des arbres est l'espèce la plus importante en nombre d'individus et en nombre de groupes passés.
A noter que les pressions d'observations sont sensiblement les mêmes pour les deux études : environ 4 demi-journées d'observation par parc.

Tableau 11. Comparaison des espèces migratrices observées en période post-nuptiale entre 2003 et 2015

Espèce	*Espèces observées en migration (halte migratoire ou migration active) en 2003*	*Espèces observées en migration (halte migratoire ou migration active) en 2015*
Alouette des champs	X	X
Alouette lulu	X	
Bergeronnette grise	X	X
Bruant jaune		X
Busard des roseaux	X	X
Buse variable	X	X
Chardonneret élégant	X	
Épervier d'Europe		X
Etourneau sansonnet	X	
Faucon hobereau	X	X
Gobemouche noir	X	
Grand Cormoran	X	X
Grive draine		X
Héron cendré		X
Hirondelle de fenêtre	X	
Hirondelle rustique	X	X
Linotte mélodieuse		X
Mésange bleue		X
Mésange charbonnière		X
Milan royal	X	X
Pigeon ramier	X	X
Pinson des arbres	X	X
Pinson du nord	X	X
Pipit farlouse		X
Pouillot fitis	X	
Rougequeue à front blanc	X	
Rougequeue noir		X
Tarier pâtre	X	
Traquet motteux	X	X
Passereaux indéterminés	X	X
Total	**21**	**22**

V.2 Espèce recensées en période d'hivernage

Cf. carte 5 : Localisation de l'avifaune en période d'hivernage

Deux sorties ont été réalisées en période d'hivernage le 15 décembre 2015 et le 19 janvier 2016. D'une manière globale, très peu d'espèces ont été notées lors des passages réalisés.

V.2.1 Effectifs observés lors du suivi

Au total, lors des suivis réalisés en hiver sur le site d'Echalot, seules 20 espèces d'oiseaux ont été contactées. Les effectifs observés par espèces sont faibles, ne dépassant pas la quarantaine d'individus. Le Pigeon ramier (39 ind.) et l'Etourneau sansonnet (31 ind.) sont les deux espèces les plus observées. Aucun comportement de fuite ou d'évitement n'a été constaté.

Tableau 12. Liste des espèces observées en période d'hivernage sur le parc d'Echalot

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	*Protection nationale*	*Directive Oiseaux*	*Somme des effectifs observés*
Alauda arvensis	Alouette des champs			2
Buteo buteo	Buse variable	Article 3		4
Columba palumbus	Pigeon ramier			39
Corvus corone	Corneille noire			6
Dendrocopos major	Pic épeiche	Article 3		1
Emberiza citrinella	Bruant jaune	Article 3		20
Falco columbarius	Faucon émerillon	Article 3	An I	1
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	Article 3		1
Fringilla coelebs	Pinson des arbres	Article 3		2
Garrulus glandarius	Geai des chênes			3
Milvus milvus	Milan royal	Article 3	An I	7
Parus caeruleus	Mésange bleue	Article 3		1
Parus major	Mésange charbonnière	Article 3		9
Parus palustris	Mésange nonnette	Article 3		1
Passer domesticus	Moineau domestique	Article 3		13
Pica pica	Pie bavarde			2
Picus viridis	Pic vert	Article 3		1
Sturnus vulgaris	Étourneau sansonnet			31
Turdus merula	Merle noir			2
Turdus viscivorus	Grive draine			7

V.2.2 Espèces rares/menacées présentes en période d'hivernage

Dans le cadre de cette expertise effectuée en 2015/2016, deux espèces patrimoniales ont été

inventoriées sur et à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (statut défavorable en France et/ou en Bourgogne-Franche-Comté).

Tableau 13. Liste des espèces patrimoniales observées en période d'hivernage sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (BIOTOPE, 2015/2016)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	*Statut de protection en France*	*Annexe 1 Directive Oiseaux*	*Liste rouge France*	*Statut en Bourgogne*	*Observations de l'espèce au niveau du parc éolien*
Faucon émerillon *Falco columbarius*	Protégé	X	Données insuffisantes	Très rare	Un mâle en chasse a été observé à proximité du réservoir d'eau localisé sur la partie sud du parc éolien.
Milan royal *Milvus milvus*	Protégé	X	Vulnérable	Très très rare	Un dortoir de 7 individus a été observé le 19/01/2016 dans un gros arbre mâture à proximité d'un champ en cours de labour.

© La Compagnie du Vent - Tous droits réservés - Sources : ©IGN Orthophotos (2013), ©Biotope (2015/2016)
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n°5. Contacts d'oiseaux remarquables en période d'hivernage

V.2.3 Comparaison des résultats obtenus en 2015/2016 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004 lors de la période d'hivernage

Aucun chapitre dédié à l'hivernage des oiseaux n'est présent dans l'étude d'impact. Aucune comparaison des résultats obtenus n'est donc possible.
En 2015/2016, très peu d'espèces fréquentent les abords du parc éolien d'Echalot en hiver. Toutefois, deux espèces patrimoniales sont à noter : le Faucon émerillon chassant à moins de 100 m du mât d'une éolienne et un petit dortoir de 7 individus de Milans royaux à moins de 600 m des éoliennes.

V.3 Espèces recensées en période de migration pré-nuptiale

Cf. carte 6 : Localisation de l'avifaune en période de migration pré-nuptiale

Trois sorties ont été réalisées en période de migration pré-nuptiale le 3 mars 2016, le 15 mars 2016 et le 4 avril 2016.
D'une manière globale, les mouvements migratoires semblent plus marqués que lors de la migration post-nuptiale mais la diversité semble quasi équivalente. On retrouve essentiellement des mouvements de passereaux, de colombidés, de quelques rapaces et de quelques échassiers/limicoles.

V.3.1 Effectifs observés lors du suivi

Au total, lors des suivis réalisés en migration post-nuptiale sur le site d'Echalot, 29 espèces d'oiseaux ont été contactées. Les effectifs observés en migration pré-nuptiale sont modérés aussi bien pour les espèces en migration active que pour les espèces en halte migratoire. L'espèce la plus contactée est le Pinson des arbres avec 18 contacts. En revanche, le Pigeon ramier est l'espèce la plus importante en nombre d'individus (771 individus comptabilisés). Viennent ensuite le Pinson des arbres, la Bergeronnette grise et l'Alouette des champs.
La migration se fait de manière diffuse sur le secteur d'étude et exclusivement orientée du sud-ouest vers le nord-est.

Avec trois passages réalisés en période de migration pré-nuptiale, il convient de nuancer les résultats obtenus. En effet, les dates d'inventaires sont calées de manière à prendre en considération la majeure partie des espèces d'oiseaux susceptibles d'occuper ou de survoler le site. Il reste néanmoins important de noter que les passages effectués ne permettent pas de tenir compte de toutes les espèces. Cela est particulièrement avéré lors des périodes migratoires où les déplacements d'oiseaux s'échelonnent sur plusieurs mois, de jour comme de nuit ; les observations réalisées en mars/avril 2016 permettent néanmoins de dégager une tendance.

Tableau 14. Liste des espèces observées en période de migration pré-nuptiale sur le parc d'Echalot								
Nom scientifique	***Nom vernaculaire***	***Protection nationale***	***Type de comportement[2]***	***Somme des effectifs observés***	***Effectif en migration active***	***Pourcentage des effectifs en migration active***	***Effectif en halte migratoire***	***Pourcentage des effectifs en halte migratoire***
Accipiter nisus	Épervier d'Europe	Article 3		1			1	0,20
Alauda arvensis	Alouette des champs			93			2+25+40+2+4+11+1+3+2+3=93	18,45
Anthus pratensis	Pipit farlouse	Article 3	Aucune réaction	11	3+3+4=10	0,83	1	0,20
Buteo buteo	Buse variable	Article 3	Aucune réaction, Prise de hauteur	5	1+1=2	0,17	1+2=3	0,60
Carduelis cannabina	Linotte mélodieuse	Article 3		34			4+30=34	6,75
Certhia brachydactyla	Grimpereau des jardins	Article 3		1				
Ciconia ciconia	**Cigogne blanche**	Article 3	Aucune réaction	9	9	0,75		
Columba palumbus	Pigeon ramier		Aucune réaction	771	234+77+104+98+29+31+133+65=771	64,09		
Corvus corone	Corneille noire			2				
Emberiza citrinella	Bruant jaune	Article 3		4			2+1+1=4	0,79
Emberiza schoeniclus	Bruant des roseaux	Article 3		2			2	0,40
Fringilla coelebs	Pinson des arbres	Article 3	Aucune réaction	508	17+10+10+7+9+16+29+3+10+66+9+4+4+5+6+10+18+8+14+8+12+16+13+4=308	25,60	11+1+1+1+7+152+27=200	39,68
Fringilla montifringilla	Pinson du nord	Article 3		6	1	0,08	1+2+2=5	0,99
Garrulus glandarius	Geai des chênes			1				
Larus fuscus	Goéland brun	Article 3	Aucune réaction	3	3	0,25		
Milvus migrans	**Milan noir**	Article 3	Aucune réaction	7	1+6=7	0,58		
Milvus milvus	**Milan royal**	Article 3	Contournement, Aucune réaction, Prise de hauteur	5	1+1+1+2=5	0,42		
Motacilla alba	Bergeronnette grise	Article 3		141			26+83+1+11+1+17+1+1=141	27,98
Motacilla flava	Bergeronnette printanière	Article 3		1			1	0,20
Oenanthe oenanthe	Traquet motteux	Article 3		3			2+1=3	0,60
Parus major	Mésange charbonnière	Article 3		2				
Phoenicurus ochruros	Rougequeue noir	Article 3		1				
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	Article 3		1				
Saxicola torquatus	Tarier pâtre	Article 3		2			1+1=2	0,40

[2] Comportement observé pour les espèces contacté au niveau du parc éolien

Tableau 14. Liste des espèces observées en période de migration pré-nuptiale sur le parc d'Echalot								
Nom scientifique	***Nom vernaculaire***	***Protection nationale***	***Type de comportement[2]***	***Somme des effectifs observés***	***Effectif en migration active***	***Pourcentage des effectifs en migration active***	***Effectif en halte migratoire***	***Pourcentage des effectifs en halte migratoire***
Sturnus vulgaris	Étourneau sansonnet		Aucune réaction	22	10	0,83	12	2,38
Troglodytes troglodytes	Troglodyte mignon	Article 3		1				
Turdus merula	Merle noir			1				
Turdus viscivorus	Grive draine			2			1+1=2	0,40
Vanellus vanellus	Vanneau huppé		Aucune réaction	77	77	6,40		
Total					**1 203**	**100,00**	**504**	**100,00**

Espèce en Gras : Espèce inscrite à l'annexe I de la Directive Oiseaux

V.3.2 Analyse des réactions lors de la migration pré-nuptiale

Les oiseaux qui arrivent devant le parc éolien réagissent de façon différente selon leur hauteur d'arrivée et selon l'espèce.
Lors de la migration pré-nuptiale, le nombre d'oiseaux contactés étant plus important que lors de la migration post-nuptiale, nous avons plus d'oiseaux qui réagissent face aux éoliennes. Proportionnellement au nombre d'individus observées sur la totalité de la migration pré-nuptiale, le nombre d'oiseaux qui réagit reste néanmoins faible. On observe trois comportements distincts : soit les oiseaux prennent de la hauteur avant le passage du parc éolien (il s'agit principalement de rapaces), soit ils contournent le parc (passereaux, rapaces), soit ils n'ont aucune réaction face aux éoliennes (grande majorité des observations) et traversent le parc sans modifier leur hauteur de vol, parfois à hauteur de pale (cf. Figure 9).

Concernant ce dernier comportement, plusieurs hypothèses peuvent être évoquées :

- la plupart des espèces observées migrent soit en dessous des pales d'éoliennes (cas des passereaux observés de jour), soit elles migrent à des altitudes supérieures aux pales des éoliennes (cas des Pigeons ramiers).
- la présence possible d'oiseaux locaux ayant parfaitement intégré la présence des éoliennes dans leurs trajets réguliers.

☞ Un suivi sur plusieurs années permettrait d'avoir une meilleure vision des comportements des oiseaux face aux éoliennes de ce parc et permettrait de confirmer (ou non) ce premier ressenti.

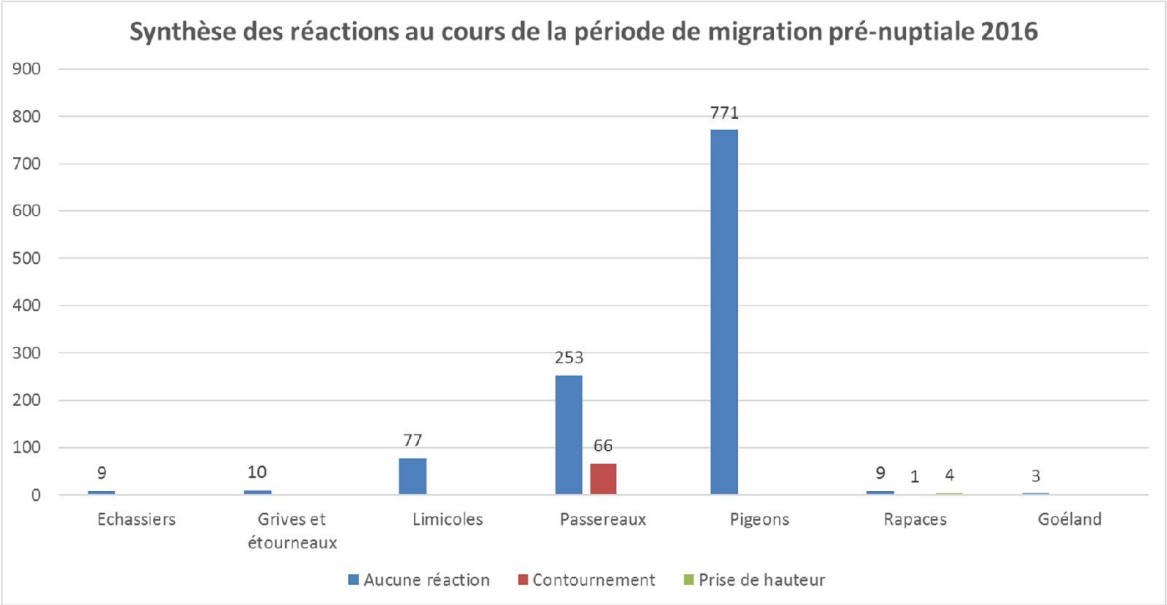


Figure 7. Synthèse des réactions (une réaction par individu) au cours de la période de migration pré-nuptiale 2016

V.3.3 Analyse des hauteurs de vol lors de la migration pré-nuptiale

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

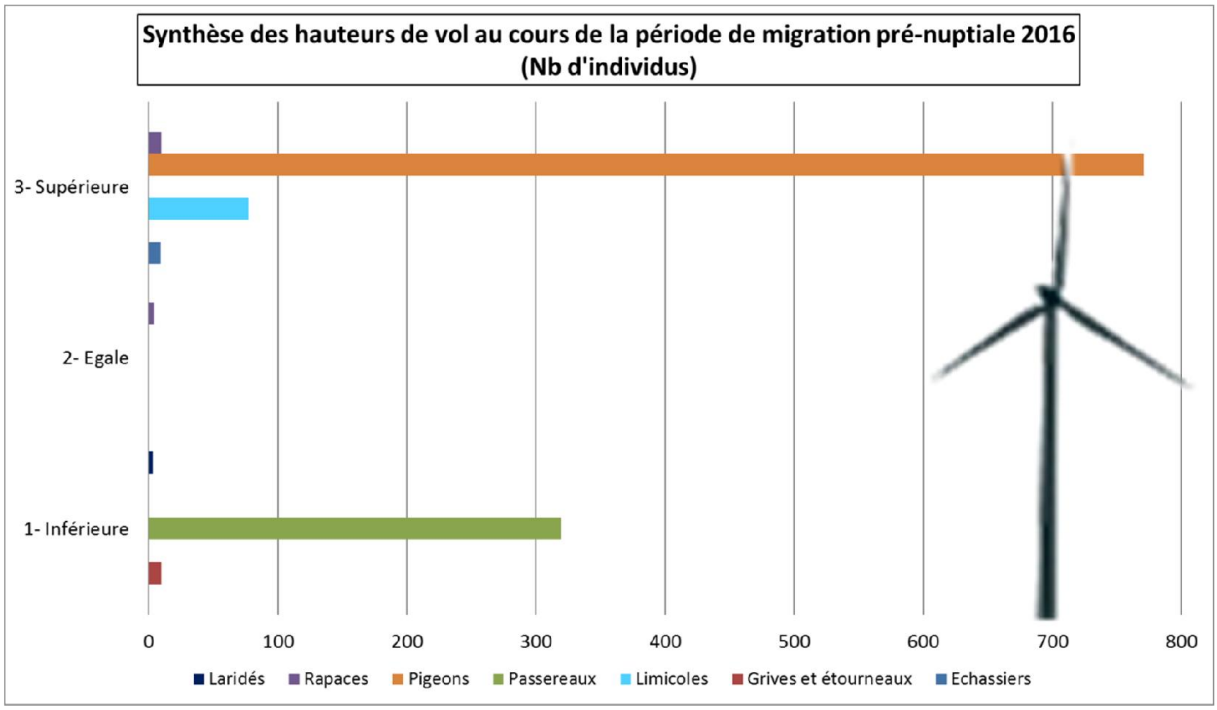
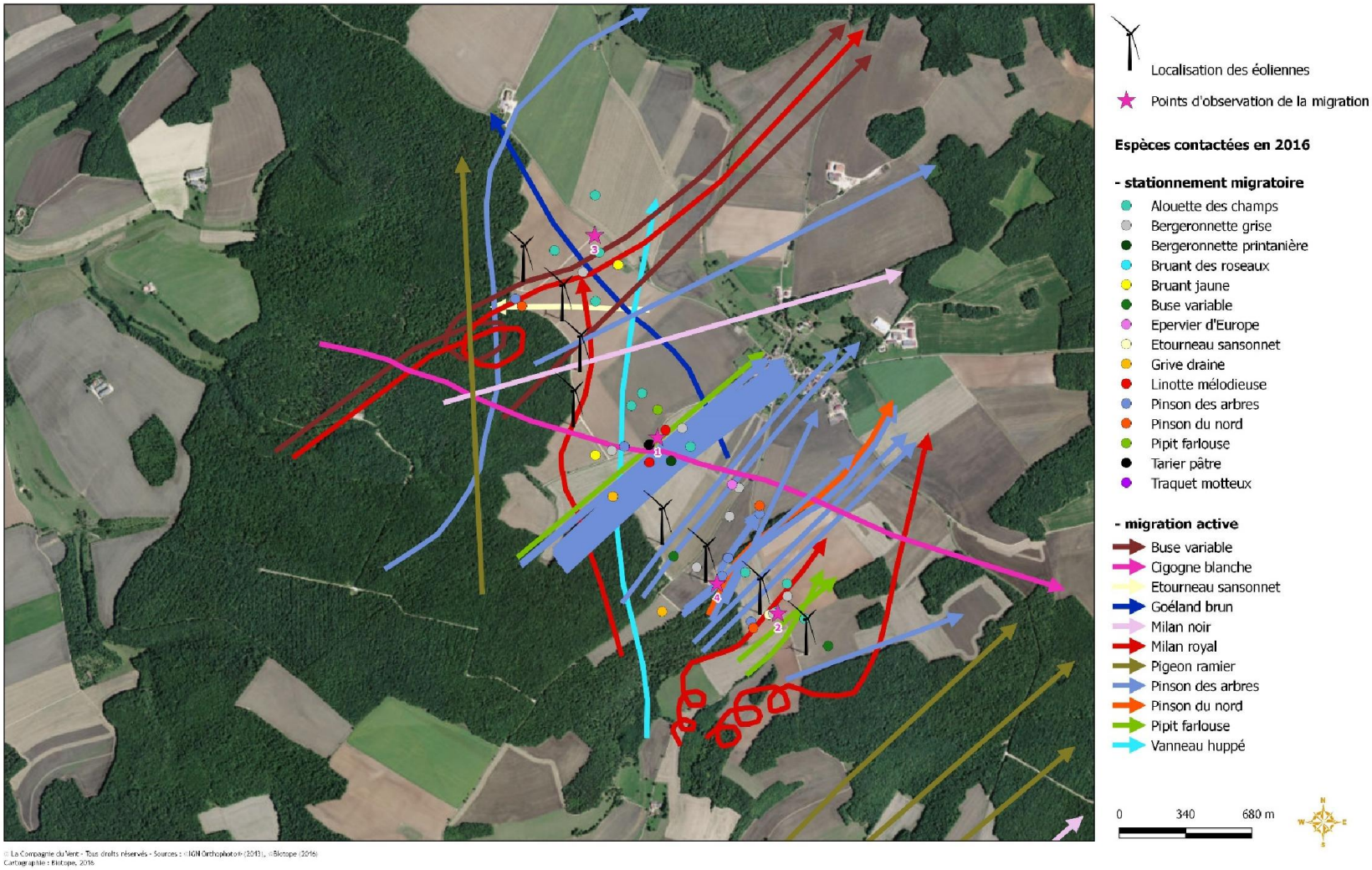


Figure 8. Synthèse des hauteurs de vol au cours de la période de migration pré-nuptiale 2016

Au regard de ce graphique, on remarque que les oiseaux passant au-dessus des pales sont plus nombreux que ceux passant au-dessous des pales voire au niveau des pales.

Proportionnellement au nombre d'oiseaux observés en migration active sur le parc éolien d'Echalot, peu d'oiseaux passent au niveau des pales. On retrouve néanmoins, tout comme en migration post-nuptiale, une espèce très sensible au risque de collision passant soit au niveau des pales des éoliennes soit au-dessus : il s'agit du Milan royal, mais avec des effectifs observés peu élevés (5 individus).



© La Compagnie du Vent - Tous droits réservés - Sources : ©IGN Orthophoto® (2013), ©Biotope (2016)
Cartographie : Biotope, 2016

Carte n°6. Localisation de l'avifaune en période de migration pré-nuptiale

V.3.4 Espèces rares/menacées présentes en période de migration pré-nuptiale

Dans le cadre de cette expertise effectuée en 2016, cinq espèces patrimoniales ont été inventoriées sur et à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (statut défavorable en France et/ou en Bourgogne-Franche-Comté).

Tableau 15. Liste des espèces patrimoniales observées en période de migration pré-nuptiale sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (BIOTOPE, 2016)

Nom Vernaculaire *Nom scientifique*	*Statut de protection en France*	*Annexe 1 Directive Oiseaux*	*Liste rouge France - Migrateur*	*Statut en Bourgogne - Migrateur*	*Observations de l'espèce au niveau du parc éolien*
Cigogne blanche *Ciconia ciconia*	Protégé	X	Non applicable	Rare	Observation d'un groupe de 9 individus en migration active le 4 avril 2016 (vol transitant par le centre du parc vers le sud-est > pales).
Bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus*	Protégé		Non applicable	Rare	Observation au sud du parc éolien (sud du réservoir d'eau) de deux individus en halte migratoire (en train de s'alimenter au niveau d'un tas de fumier) le 15 mars 2016.
Milan noir *Milvus migrans*	Protégé	X	Non applicable	Très commun	Observation d'un individu en migration active transitant par le parc éolien sur sa partie nord (vol est/nord-est > pales). Par ailleurs, 6 autres individus en migration active ont transité en limite extérieure sud du parc éolien (vol nord-est > pales).
Milan royal *Milvus milvus*	Protégé	X	Non applicable	Assez commun	Observation de 5 individus répartis en 4 groupes transitant de manière homogène l'ensemble du parc éolien. Vols > (2 individus) ou = (3 individus) aux pales.
Vanneau huppé *Vanellus vanellus*	Chassable		Non applicable	Commun	Observation le 3 mars 2016 d'un groupe de 77 individus en migration active transitant par le centre du parc (vol nord/nord-est > pales).

V.3.5 Comparaison des résultats obtenus en 2015 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004 lors de la migration pré-nuptiale

Lors des inventaires réalisés pour l'étude d'impact en 2004, seules quelques espèces migratrices avaient été observées : Pigeon ramier, Grive litorne, Buse variable et Milan royal.
Les conclusions de l'étude spécifiaient que lors de la migration pré-nuptiale :
« Les migrations pré-nuptiales sur le site d'étude, même si elles existent, restent diffuses dans le temps et dans l'espace. Le nombre total d'individus observés est faible et la richesse spécifique peu importante. De plus, la plupart des espèces a été vue au sol ce qui ne facilite pas la caractérisation des axes migratoires. Néanmoins, les vols de Pigeon ramier ont permis de montrer que les oiseaux vont bien sûr vers le nord selon un trajet direct en traversant le site perpendiculairement à la route. Contrairement aux migrations post-nuptiales, les migrations de printemps ne représentent pas un fort enjeu pour le site et ne sont pas contradictoires avec un projet d'implantation d'éoliennes. »

En 2016, en dehors de la Grive litorne, on retrouve toutes les espèces observées en 2004. La richesse des oiseaux en halte migratoire et/ou en migration active est plus riche en 2016 qu'en 2004. La migration reste diffuse, étalée dans le temps. Enfin, tout comme en 2004, ce sont les Pigeons ramiers qui sont les plus observés lors de cette période migratoire.
La pression d'observation n'est pas la même pour les deux études : environ 35h de suivi par parc en 2004, contre environ 20h de suivi en 2016.

Tableau 16. Comparaison des espèces migratrices observées en période pré-nuptiale entre 2003 et 2016

Espèce	*Espèces observées en migration (halte migratoire ou migration active) en 2004*	*Espèces observées en migration (halte migratoire ou migration active) en 2016*
Alouette des champs		X
Bergeronnette grise		X
Bergeronnette printanière		X
Bruant des roseaux		X
Bruant jaune		X
Buse variable	X	X
Cigogne blanche		X
Épervier d'Europe		X
Etourneau sansonnet		X
Goéland brun		X
Grive draine		X
Grive litorne	X	
Linotte mélodieuse		X
Milan noir		X
Milan royal	X	X
Pigeon ramier	X	X
Pinson des arbres		X
Pinson du nord		X
Pipit farlouse		X
Tarier pâtre		X
Traquet motteux		X
Vanneau huppé		X
Total	**4**	**21**

V.4 Espèces recensées en période de nidification

Trois sorties ont été réalisées lors de la période de nidification des oiseaux les 26 avril, 19 mai, 6 juin 2016.

V.4.1 Diversité spécifique en période de reproduction

En 2016, 47 espèces d'oiseaux ont été observées en période de reproduction aux abords du parc éolien d'Echalot dont 36 nicheuses (possibles, probables et certaines).

V.4.2 Résultats des points d'écoute réalisés en période de reproduction

Cf. carte 7 : Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification et résultats de l'analyse des différentes variables des points d'écoute diurne

Le tableau décrivant les résultats d'IPA avec les indices retenus et tous le détail (auteur, heure, conditions météorologiques) est en annexe 1.
L'analyse des points d'écoute réalisés en avril/mai/juin 2016 a permis d'évaluer la richesse spécifique, la densité et la diversité spécifique des oiseaux (indice de Shannon) sur les 10 points effectués.
L'analyse des 10 points d'écoute diurnes réalisés lors des prospections met en évidence 45 espèces observées en période de nidification et révèle quelques traits caractéristiques du cortège avifaunistique local :

- Les plus fortes richesses avifaunistiques aux abords du parc éolien d'Echalot sont localisées principalement au niveau des secteurs arborés et de leurs lisières (points d'observation n°5, n°8 et n°10).
- Les plus fortes densités d'oiseaux au niveau du parc éolien d'Echalot sont localisées au niveau des points d'observation n°5 et n°10. Ce résultat s'explique, d'une part, par la mosaïque de milieux présente au niveau de ces deux points d'observation, entrainant la présence de nombreuses espèces et, d'autre part, par la présence de groupes d'Etourneau sansonnet en gagnage ou en transit au niveau des cultures. Viennent ensuite les secteurs boisés (Bois Blanqué et Bois de la Verpillière) où les densités d'oiseaux restent élevées. Les zones ouvertes de grandes cultures offrent les plus basses densités avifaunistiques.
- La diversité avifaunistique locale est la plus importante aux abords des milieux boisés. Inversement, elle est très faible au sein des zones de cultures ne comportant pas d'éléments paysagers.

V.4.3 Espèces rares/menacées présentes en période de reproduction

Dans le cadre de cette expertise effectuée en 2016, huit espèces patrimoniales ont été inventoriées sur et à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (statut défavorable en Europe et/ou en France et/ou en Bourgogne – Franche-Comté). Seules cinq de ces huit espèces nichent sur ou à proximité immédiate du parc éolien. Les individus nicheurs observés se trouvaient à une distance minimale comprise entre 86 m et 364 m des éoliennes.

Tableau 17. Liste des espèces patrimoniales observées en période de reproduction sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot (BIOTOPE, 2016)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	*Statut de protection en France*	*Annexe 1 Directive Oiseaux*	*Liste rouge Europe (nicheur)*	*Liste rouge France (nicheur)*	*Liste rouge Bourgogne (nicheur)*	*Distance d'observation la plus proche des éoliennes*	*Observations de l'espèce au niveau du parc éolien*
Espèces nicheuses							
Alouette lulu *Lullula arborea*	Protégé	X	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Vulnérable	~130 m	**Espèce nicheuse possible** 5 mâles chanteurs ont été entendus aux abords du parc éolien
Bruant jaune *Emberiza citrinella*	Protégé		Préoccupation mineure	Quasi menacée	Vulnérable	~240 m	**Espèce nicheuse probable** 5 cantonnements ont été mis en évidence aux abords du parc éolien
Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*	Protégé		Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Vulnérable	~86 m	**Espèce nicheuse possible** 1 cantonnement a été observé au niveau de l'aire le long de la RD101. L'espèce a également été observée en vol ou en chasse aux abords du parc éolien
Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*	Protégé		Préoccupation mineure	Vulnérable	Préoccupation mineure	~320 m	**Espèce nicheuse probable** Espèce observée en vol ou en chasse aux abords du parc éolien et pouvant nicher au niveau des zones arbustives
Pouillot siffleur *Phylloscopus sibilatrix*	Protégé		Préoccupation mineure	Vulnérable	Données insuffisantes	~147 m	**Espèce nicheuse possible** 2 mâles chanteurs entendus au niveau des secteurs boisés (Bois Blanqué et Bois de la Verpillière) jouxtant le parc éolien
Espèces non nicheuses							
Busard cendré *Circus pygargus*	Protégé	X	Préoccupation mineure	Vulnérable	En danger	~364 m	**Espèce en chasse** Un mâle observé en chasse à une seule reprise au niveau du lieu-dit « les Charrières »
Hirondelle rustique *Hirundo rustica*	Protégé		Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Vulnérable	~140 m	**Espèce en chasse** Espèce chassant sur l'ensemble du secteur et nichant au niveau du village d'Echalot
Milan royal *Milvus milvus*	Protégé	X	Quasi menacée	Vulnérable	En danger	~290 m	**Espèce en chasse** Un individu à la recherche de nourriture a été observé le long de la lisière du lieu-dit « Rappe Girard »

☞ Aucune espèce nicheuse remarquable présentant des comportements de vol sensible aux risques de collision avec les éoliennes n'a été observée lors des inventaires. D'autres espèces, non nicheuses sur le site mais sensible aux risques de collision du fait de leur comportement de vol, sont toutefois présentes. Il s'agit du Milan royal et du Busard cendré.

V.4.4 Cas particulier de la Cigogne noire

Aucun contact de Cigogne noire n'a été réalisé lors des inventaires réalisés en 2016 aux abords du parc éolien d'Echalot.

V.4.5 Comparaison des résultats obtenus en 2016 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004 lors de la période de nidification

Il n'est pas possible de réaliser une comparaison entre les résultats obtenus lors des inventaires de 2016 et ceux de l'étude d'impact de 2004. En effet, le projet d'Echalot était initialement prévu en zone forestière au sein de la forêt de la Fossillière. La majorité des inventaires pour l'étude d'impact a donc été réalisée au sein de la zone forestière ; seuls 2 IPA ont été réalisés à titre indicatif au sein des cultures. Au final, le parc éolien d'Echalot a été décalé en lisière forestière.

Ainsi, en 2016 seuls trois points IPA réalisés pour l'étude d'impact en 2003 ont pu être réalisés :

Tableau 18. Comparaison de la richesse des IPA réalisés à l'identique entre 2003 et 2016

IPA			*Richesse en 2003*	*Richesse en 2016*
2003		*2016*		
IPA4	=	IPA4	15	13
IPA5	=	IPA7	16	15
IPA8	=	IPA9	17	19

A quelques espèces près, on constate que la richesse reste quasi équivalente entre 2003 et 2016.

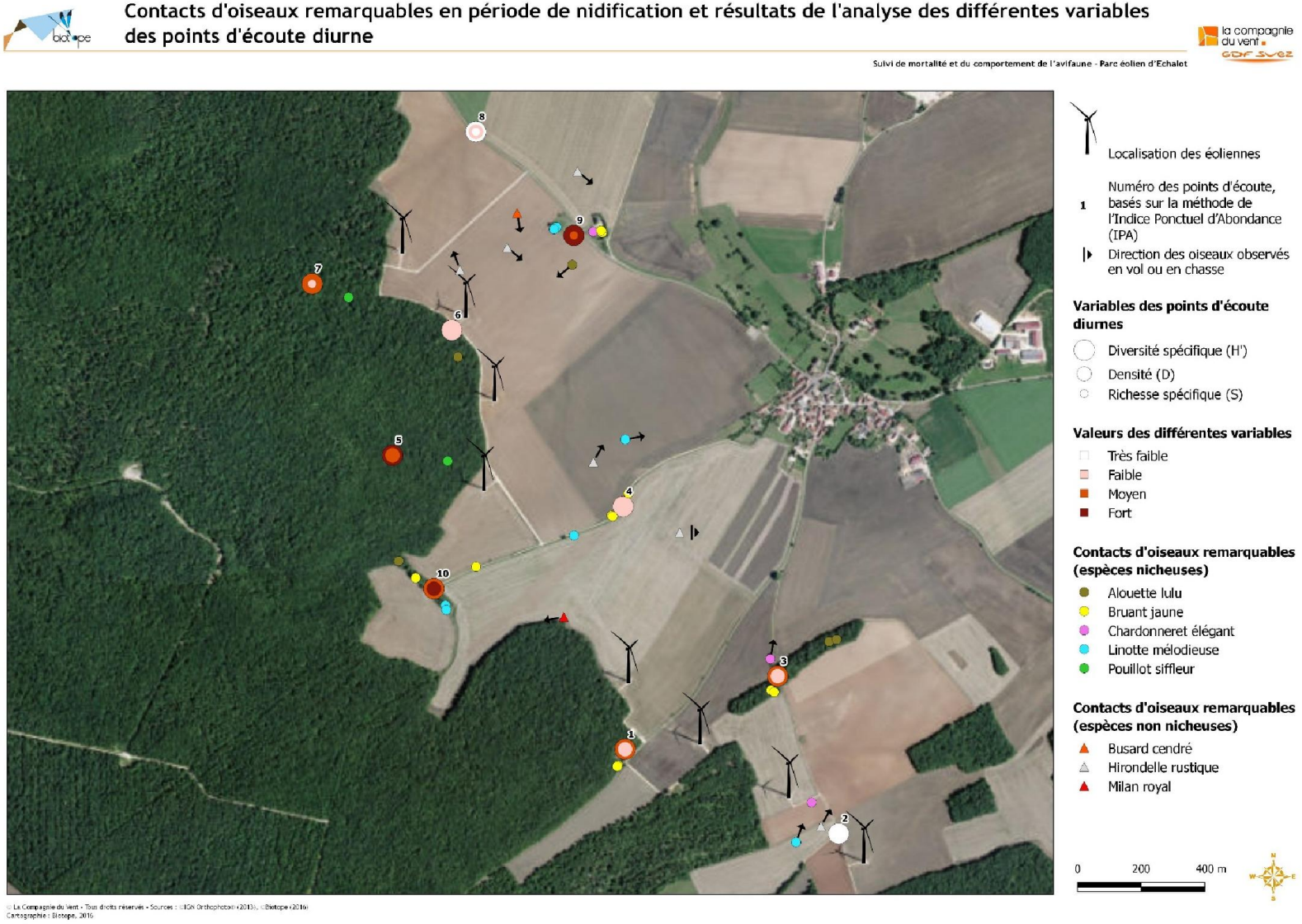
Tableau 19. Comparaison des espèces observées en période de nidification entre 2003 et 2016

Espèce	*Espèces observées en période de nidification en 2003*	*Espèces observées en période de nidification en 2016*
Alouette champs	X	X
Alouette lulu		X
Bec-croisé des sapins	X	
Bergeronnette grise	X	X
Bergeronnette printanière		X
Bouvreuil pivoine	X	
Bruant jaune	X	X
Bruant proyer	X	X
Busard cendré		X
Buse variable	X	X
Chardonneret élégant		X
Choucas des tours	X	
Corbeau freux		X
Corneille noire	X	X
Coucou gris	X	
Epervier d'Europe	X	

Tableau 19. Comparaison des espèces observées en période de nidification entre 2003 et 2016		
Espèce	***Espèces observées en période de nidification en 2003***	***Espèces observées en période de nidification en 2016***
Etourneau sansonnet	X	X
Faucon crécerelle		X
Fauvette à tête noire	X	X
Fauvette grisette	X	X
Geai des chênes	X	X
Grande Aigrette		X
Grimpereau des jardins	X	X
Grive draine	X	X
Grive litorne	X	
Grive musicienne	X	X
Grosbec casse-noyaux	X	X
Hirondelle rustique		X
Linotte mélodieuse	X	X
Merle noir	X	X
Mésange à longue queue	X	X
Mésange bleue	X	X
Mésange charbonnière	X	X
Mésange huppée	X	
Mésange noire	X	
Mésange nonnette	X	X
Milan royal		X
Pic épeiche	X	X
Pic épeichette		X
Pic mar	X	
Pic vert	X	
Pie bavarde		X
Pie grièche écorcheur	X	
Pigeon ramier	X	X
Pinson des arbres	X	X
Pipit des arbres		X
Pouillot fitis	X	X
Pouillot siffleur		X
Pouillot véloce	X	X
Roitelet huppé	X	
Rougegorge familier	X	X
Sitelle torchepot	X	X

Tableau 19. Comparaison des espèces observées en période de nidification entre 2003 et 2016		
Espèce	***Espèces observées en période de nidification en 2003***	***Espèces observées en période de nidification en 2016***
Tarier pâtre		X
Tourterelle des bois	X	
Tourterelle turque	X	X
Traquet motteux		X
Troglodyte mignon	X	X
Verdier d'Europe	X	X
Total	**43 dont 31 en forêt**	**45**

	Espèce observée en 2004 et non revue en 2016
	Espèce observée uniquement en 2016



Carte n°7. Contacts d'oiseaux remarquables en période de nidification et résultats de l'analyse des différentes variables des points d'écoute diurne

Conclusion

Les suivis comportementaux réalisés sur un cycle biologique complet ont mis en évidence :

- En migration postnuptiale, 28 espèces d'oiseaux ont été contactées. Les effectifs observés sur cette période sont très faibles aussi bien pour les espèces en migration active que pour les espèces en halte migratoire. L'espèce la plus observée est le Pinson des arbres (111 individus observés). Plusieurs espèces remarquables ont été observées comme le Milan royal et le Busard des roseaux. La migration se fait de manière diffuse sur le secteur d'étude et exclusivement orientée du nord-est vers le sud-ouest. Aucun axe privilégié n'a été mis en évidence. En outre, très peu d'oiseaux contactés réagissent face aux éoliennes, principalement en contournant ces dernières. C'est notamment le cas pour un groupe de Grand Cormoran contournant le parc par le sud-est pour poursuivre leur migration. En 2015, nous retrouvons les mêmes espèces en migration au niveau du parc éolien d'Echalot que lors de l'étude d'impact. Il est fort probable que les espèces qui n'ont pas été revues en 2015 fréquentent toujours le secteur lors de leur migration et vice-versa.

- En hivernage, 20 espèces d'oiseaux ont été contactées. Les effectifs observés par espèce sont faibles, ne dépassant pas la quarantaine d'individus. Le Pigeon ramier (39 ind.) et l'Etourneau sansonnet (31 ind.) sont les deux espèces les plus observées. Aucun comportement de fuite ou d'évitement n'a été constaté. A cette période de l'année on peut noter la présence, entre autres, du Milan royal et du Faucon émerillon. Ces deux espèces ont été observées à proximité des éoliennes, le Faucon émerillon chassant à moins de 100 m du mât d'une éolienne et un petit dortoir de 7 individus de Milans royaux à moins de 600 m des éoliennes.

- En migration prénuptiale, 29 espèces d'oiseaux ont été contactées. Les effectifs observés sur cette période sont modérés aussi bien pour les espèces en migration active que pour les espèces en halte migratoire. L'espèce la plus contactée est le Pinson des arbres avec 18 contacts. En revanche, le Pigeon ramier est l'espèce la plus importante en nombre d'individus (771 individus comptabilisés). Viennent ensuite le Pinson des arbres, la Bergeronnette grise et l'Alouette des champs. Plusieurs espèces remarquables ont été contactées en migration, comme la Cigogne blanche, le Milan noir, le Milan royal, etc. La migration se fait de manière diffuse sur le secteur d'étude et exclusivement orientée du sud-ouest vers le nord-est. Par ailleurs, quelques oiseaux contactés ont réagi face aux éoliennes du parc. On observe trois comportements distincts : soit les oiseaux prennent de la hauteur avant le passage du parc éolien (il s'agit principalement de rapaces), soit ils contournent le parc (étourneaux, rapaces), soit ils n'ont aucune réaction face aux éoliennes (grande majorité des observations). En 2016, en dehors de la Grive litorne, on retrouve toutes les espèces observées en 2003, durant l'étude d'impact. De plus, la richesse des oiseaux en halte migratoire et/ou en migration active est plus importante en 2016 qu'en 2003. La migration reste diffuse, étalée dans le temps. Enfin, tout comme en 2003, ce sont les Pigeons ramiers qui sont les plus observés lors de cette période migratoire.

- En reproduction, 47 espèces d'oiseaux ont été observées aux abords du parc éolien d'Echalot dont 36 nicheuses. Parmi ces espèces, huit sont considérées comme patrimoniales. Aucun comportement d'évitement n'a été décrit. Il n'est pas possible de réaliser une comparaison des résultats obtenus lors des inventaires de 2016 et ceux de l'étude d'impact de 2004. En

effet, le projet d'Echalot était initialement prévu en zone forestière au sein de la forêt de la Fossillière. La majorité des inventaires pour l'étude d'impact ont donc été effectués au sein de la zone forestière ; seuls 2 IPA ont été calculés à titre indicatif au sein des cultures. Au final, le parc éolien d'Echalot a été décalé en lisière forestière.

Les suivis comportementaux de l'avifaune tout au long de l'année ne semblent pas mettre en évidence de comportement spécifique de l'avifaune au niveau du parc. Peu de comportements de contournement ou de prise de hauteur ont été observés sur le site. Les comparaisons des résultats avec l'étude d'impact environnementale ne montrent pas de différence significative au niveau des cortèges d'espèces et du nombre d'espèces recensées, excepté en période de migration pré-nuptiale où les observations réalisées en 2016 montrent une richesse avifaunistique plus importante que durant l'étude d'impact.

Aucun contact de Cigogne noire n'a été établi lors des inventaires réalisés (suivi activité avifaune et suivi de mortalité) en 2015/2016 aux abords du parc éolien d'Echalot. A noter, qu'un suivi automatisé par balise Argos d'un individu de Cigogne noire a été financé par La Compagnie du Vent, dans le cadre d'une convention avec l'ONF (2015-2017).

Le suivi de la mortalité au niveau du parc éolien d'Echalot met en évidence une mortalité de 5 dépouilles d'oiseaux (3 espèces classées « Préoccupation mineure » sur les Listes rouge Bourgogne, France et Europe) sur les périodes d'août à octobre 2015 et d'avril à juillet 2016. L'espèce la plus impactée est le Roitelet triple-bandeau. Il semble que, durant l'année 2015, cette espèce a régulièrement été contactée dans le cadre du suivi mortalité. Quatre individus ont d'ailleurs été trouvés sur le parc éolien voisin de la Bretelle. De nombreux individus ont été observés lors de différents suivis réalisés dans le nord de la France par des experts de Biotope. Toutefois actuellement, il n'existe pas de synthèse documentant ce phénomène. Il est possible que la mortalité plus notable de cette espèce soit liée à une migration plus importante en 2015 ou à des conditions exceptionnelles de migration.

Il convient de souligner à la fois un biais important liée à la forte prédation sur le site, impliquant une forte correction de l'estimation de la mortalité mais aussi le fait que, sur la période d'avril à juillet, la hauteur de la végétation limite fortement l'efficacité des observateurs.
De plus, à titre d'information, les différentes estimations de la mortalité, pour 4 éoliennes du parc, **vont de 15,71 à 21,35 dépouilles sur la période août à octobre 2015**. Sur la période d'avril à juillet 2016, aucun cadavre n'a été contacté. Pour l'ensemble du parc (8 éoliennes), la mortalité pourrait être estimée entre 31,42 et 42,7 dépouilles sur les mois d'août à octobre 2015. **Les valeurs obtenues sont cependant surestimées et peu fiables en raison du faible nombre de cadavres retrouvés à certaines périodes de l'année :** en effet, lorsque le nombre de cadavres est inférieur à 10, les biais des formules sont trop importants et entrainent une marge d'erreur élevée (Korner-Nievergelt et al. 2011). Par conséquent, si l'on considère la mortalité brute (5 cadavres trouvés), nous calculons un total de 10 cadavres pour l'ensemble du parc sur la période août-octobre 2015.

Les suivis de la mortalité mis en place sur le parc d'Echalot ont mis en évidence la présence de dépouilles d'oiseaux (3 espèces de préoccupation mineure sur les listes rouge de Bourgogne, de France et d'Europe), notamment en période de migration post-nuptiale. Ces résultats semblent relativement faible. Donc, il est probable que l'incidence du parc sur les populations d'oiseaux soit faible. Toutefois, en l'absence d'un référentiel permettant d'évaluer finement l'impact d'un

parc en fonctionnement, il apparait difficile d'évaluer si la mortalité observée peut avoir une incidence sur la conservation des espèces.

Bibliographie

ABIES, 2004. Projets de parcs éoliens de la Bretelle et Echalot – Etude d'Impact sur l'Environnement. 216 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

DULAC. P. 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin(Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan des 5 années de suivi. LPO Vendée, ADEME Pays de Loire, Région Pays de Loire, Nantes – La Roche-sur-Yon - 106 p.

GALLIEN, F., Le Guillou, G. & Moren, F. 2010. Comportement des oiseaux en migration active diurne et mortalité des oiseaux sur un parc éolien : exemple du Cap Fagnet à Fécamp (Seine-Maritime) en 2006 et 2007. Alauda 78(3) : 185-196.

GRAHAM MARTIN R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. Ibis 153: 239-254.

HORCH, P., 2003. – Les installations éoliennes sont-elles compatibles avec les Oiseaux ? Bulletin d'information de la Station ornithologique de Sempach. Déc. 2003. 2 pp.

HUSO, M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses – Environmetrics, DOI: 10.1002/env.1052. 19 p.

JANSS, G., 2001. – Incidences of wind turbines on raptors in Southern Spain. WWGBP, World Raptor Conference, Sevilla, September 2001.

JONES G., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Scoping and method development report. 158 p.

Korner-Nievergelt et al. 2011 - A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Nordic Board for Wildlife Research. Wildlife Biology, 17(4):350-363

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

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

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

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

KORNER-NIEVERGELT, Fränzi, KORNER-NIEVERGELT, Pius, BEHR, Oliver, et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, vol. 17, no 4, p. 350-363.

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

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

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

WINKELMAN J.E., 1984. - Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). RIN-report 84/7, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

WINKELMAN J.E., 1985a. - Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). Limosa 58: 117-121.

WINKELMAN J.E., 1985b. Impact of medium-sized wind turbines on birds: a survey on flight behaviour, victims, and disturbance. Neth. J. Agric. Sci. 33: 75-78.

Site internet :

DREAL Bourgogne-Franche-Comté : http://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/

Département Côte d'Or : http://www.cotedor.fr/cms

Base de données française sur la migration de l'avifaune : http://www.migraction.net

Annexes

Annexe 1.	Résultats des IPA 2016	66
Annexe 2.	Fiches de terrain	69

Annexe 1. Résultats des IPA 2016

Tableau 20. Résultat des points IPA en période de nidification au niveau du parc éolien d'Echalot (2016)								
Conditions de terrain								
Date	**Conditions climatiques**	**Vent**	**Visibilité / écoute**	**Objet du suivi de terrain**	**Heure d'arrivée**	**Heure de départ**	**Durée du suivi**	**Observateur**
26/04/2016	Temps nuageux jusqu'à 10h15 puis averses régulières le reste du temps ; température comprise entre 4 et 8°C	Vent faible avec des rafales de vent moyennes de secteur ouest/sud-ouest	Bonne	Point IPA	6h30	11h15	4h45	Franck LETERME
19/05/2016	Temps couvert avec passages d'averses ; température comprise entre 6 et 10°C	Vent faible de secteur ouest	Bonne	Point IPA	6h10	10h45	4h35	Franck LETERME
06/06/2016	Brouillard jusqu'à environ 10h puis nuageux avec des éclaircies. A partir de 12h30 averses orageuses ; température comprise entre 15 et 24°C	Vent faible de secteur sud-ouest	Bonne	Point IPA	7h00	11h45	4h45	Franck LETERME

Données IPA										
Numéro de points IPA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Type de milieu	Milieu ouvert & lisière forestière	Milieu ouvert	Milieu boisé	Milieu ouvert	Milieu boisé	Milieu ouvert & lisière forestière	Milieu boisé	Milieu ouvert	Milieu semi-ouvert	Milieu semi-ouvert
Heure de début (passage 1)	6h40	7h06	7h31	7h57	8h25	8h57	9h35	10h03	10h30	10h54
Heure de début (passage 2)	10h18	9h52	9h29	9h03	8h33	8h05	7h34	7h00	6h38	6h13
Heure de début (passage 3)	9h30	10h17	9h54	11h16	8h32	8h05	7h38	7h10	10h46	9h02
Durée	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min

Valeur des IPA (indice retenu au cours de trois passages)											
Espèces/numéro de points IPA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Total**
Alouette des champs	1	3		2,5		2		4,5	2	1	16
Alouette lulu			1			1			1	1	4
Bergeronnette grise		0,5		0,5		0,5					1,5
Bergeronnette printanière								1,5	1		2,5
Bruant jaune	1		1	1,5					1	1	5,5
Bruant proyer									1		1
Busard cendré									0,5		0,5
Buse variable			0,5	0,5		0,5			1	1,5	4
Chardonneret élégant			0,5						1,5		2
Corbeau freux						0,5				0,5	1
Corneille noire		0,5	1	1	1			0,5	1		5
Étourneau sansonnet								1	4	8	13
Faucon crécerelle								0,5	1		1,5
Fauvette à tête noire		1	1		1	1	1	1	1	1	8
Fauvette grisette										1	1
Geai des chênes			1		0,5		1			1	3,5
Grande Aigrette		0,5									0,5
Grimpereau des jardins					1	1	1				3
Grive draine	1		1	1	1	0,5	1				5,5
Grive musicienne	1				1		2			1	5

Valeur des IPA (indice retenu au cours de trois passages)											
Espèces/numéro de points IPA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Total**
Grosbec casse-noyaux					1						1
Hirondelle rustique		0,5		2,5					1		4
Linotte mélodieuse		1		2				0,5	3,5	1	8
Merle noir	1	1	1		1	0,5	1	1		1	7,5
Mésange à longue queue					1,5					0,5	2
Mésange bleue	1		1,5		1	1			1	1	6,5
Mésange charbonnière	1		1		1		1			0,5	4,5
Mésange nonnette	1						1				2
Milan royal				0,5							0,5
Pic épeiche			1	0,5	1		0,5				3
Pic épeichette					1					1	2
Pie bavarde								0,5			0,5
Pigeon ramier	1	1,5			4	1	2	1	0,5	2	13
Pinson des arbres	2		2	1	2	3	2	1	2,5	1	16,5
Pipit des arbres	1				1				1		3
Pouillot fitis			1								1
Pouillot siffleur							1				1
Pouillot véloce	1				1		1				3
Rougegorge familier	1		1		1	1	1				5
Sittelle torchepot						1					1

Valeur des IPA (indice retenu au cours de trois passages)											
Espèces/numéro de points IPA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Total**
Tarier pâtre				1						1	2
Tourterelle turque									1		1
Traquet motteux				0,5							0,5
Troglodyte mignon	1				1		2			1	5
Verdier d'Europe										1	1

Densité	**15**	**9,5**	**15,5**	**15**	**23**	**14,5**	**18,5**	**13**	**26,5**	**28**
Diversité	**3,77**	**2,87**	**3,83**	**3,44**	**4,07**	**3,56**	**3,80**	**3,04**	**3,99**	**3,90**
Richesse	**14**	**9**	**15**	**13**	**19**	**14**	**15**	**11**	**19**	**21**

Annexe 2. Fiches de terrain

<table>
<tr><th colspan="5">Fiche terrain</th></tr>
<tr><td colspan="3">Suivi mortalité du Parc éolien d'Echalot (21)</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Date :</td><td colspan="2">02 octobre 2015</td><td>Nom du prospecteur :</td><td>LETERME Franck</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coordonnées</td><td>N :</td><td>47,61007</td><td>Numéro de l'éolienne :</td><td>R91806</td></tr>
<tr><td>E :</td><td>4,82192</td><td>Distance à l'éolienne :</td><td>32mètre</td></tr>
<tr><td>Espèce :</td><td colspan="2">Roitelet triple bandeau (Regulus ignicapilla)</td><td>Etat :</td><td>Frais</td></tr>
<tr><td>Cause de la mort :</td><td colspan="4">Barotraumatisme</td></tr>
<tr><td>Photographie :</td><td colspan="4"> </td></tr>
</table>

Fiche terrain				
Suivi mortalité du Parc éolien d'Echalot (21)				
Date :	13 octobre 2015		**Nom du prospecteur :**	DEHAYE Mickael
Coordonnées	**N :**	47,60995	**Numéro de l'éolienne :**	R91806
	E :	4,82203	**Distance à l'éolienne :**	32mètre
Espèce :	Roitelet triple bandeau (*Regulus ignicapilla*)		**Etat :**	Frais
Cause de la mort :	Barotraumatisme			
Photographie :				

Fiche terrain				
Suivi mortalité du Parc éolien d'Echalot (21)				
Date :	20 octobre 2015		**Nom du prospecteur :**	LETERME Franck
Coordonnées	**N :**	47,598937	**Numéro de l'éolienne :**	R91810
	E :	4,837688	**Distance à l'éolienne :**	41mètre
Espèce :	Roitelet triple bandeau (*Regulus ignicapilla*)		**Etat :**	Frais
Cause de la mort :	Barotraumatisme			
Photographie :				

Fiche terrain				
Suivi mortalité du Parc éolien d'Echalot (21)				
Date :	20 octobre 2015		**Nom du prospecteur :**	LETERME Franck
Coordonnées	**N :**	47,599253	**Numéro de l'éolienne :**	R91810
	E :	4,837456	**Distance à l'éolienne :**	53 mètre
Espèce :	Fauvette à tête noire (Sylvia atricapilla)		**Etat :**	Reste uniquement plume - prédation
Cause de la mort :	Indéterminé			
Photographie :				

Fiche terrain				
Suivi mortalité du Parc éolien d'Echalot (21)				
Date :	13 octobre 2015		**Nom du prospecteur :**	DEHAYE Mickael
Coordonnées	**N :**	47,599308	**Numéro de l'éolienne :**	R91806
	E :	4,838051	**Distance à l'éolienne :**	9 mètre
Espèce :	Grosbec casse noyaux *(Coccothraustes coccothraustes*)		**Etat :**	Frais
Cause de la mort :	Collision			
Photographie :				