

Suivi de la mortalité et du
comportement des chiroptères
Parc éolien d'Echalot



Décembre 2016

collection des études

Suivi de la mortalité et du comportement des chiroptères

Parc éolien d'Echalot



Agence Centre Bourgogne
122-124 rue du faubourg Bannier
45000 Orléans
Tél. : 02 38 61 07 94
e-mail : centrebουργogne@biotope.fr

Citation recommandée

Version / indice	Version finale
Date	19/12/2016
Nom de fichier	Biotope_2016_MortaliteChiro_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	6
I. Localisation du parc	8
II. Méthodologie appliquée	10
II.1 Equipe de travail	10
II.2 Prospections	10
II.3 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées	14
II.3.1 Etude des habitats	14
II.3.2 Suivi de mortalité	14
II.3.1 Suivi du comportement des chauves-souris	18
Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats	23
III. Description des milieux	24
IV. Suivi de la mortalité	29
IV.1 Type d'espèces rencontrées et fréquence des observations	29
IV.1.1 Synthèse	29
IV.1.2 Estimation de la mortalité à l'aide des coefficients correcteurs	31
IV.2 Evaluation des enjeux	33
V. Suivi du comportement des Chauves-souris	34
V.1 Activité au sol	34
V.1.1 Espèces recensées	34
V.1.2 Evaluation du niveau d'activité des chauves-souris	39
V.1.3 Description des milieux et de l'activités des chauves-souris	40
V.2 Activité en altitude (mât de mesure)	41
V.2.1 Espèces recensées	41
V.2.2 Evaluation du niveau d'activité des chauves-souris	41

Liste des tableaux, figures et cartes

Tableau 1.	<i>Equipe de travail</i>	10
Tableau 2.	<i>Dates et conditions météorologiques des suivis de mortalité</i>	10
Tableau 3.	<i>Groupes identifiables en fonction de la qualité des enregistrements</i>	21
Tableau 4.	<i>Résultats bruts du suivi mortalité</i>	29
Tableau 5.	<i>Proportion de dépouilles par éoliennes</i>	30
Tableau 6.	<i>Temps moyen de persistance des cadavres sur l'ensemble des parcs d'Echalot et de Bretelle</i>	31
Tableau 7.	<i>Résultats des différentes formules d'estimation de la mortalité</i>	33
Tableau 8.	<i>Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc éolien d'Echalot</i>	34
Tableau 9.	<i>Synthèse de l'activité des chiroptères au niveau des points d'écoutes SM2BAT</i>	39
Tableau 10.	<i>Synthèse de l'activité des chiroptères au niveau du mât de mesure</i>	42
Tableau 11.	<i>Liste des espèces de chauves-souris observées en période sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot</i>	45
Figure 1.	<i>Illustration du dispositif à deux micros et de son interprétation par rapport aux classes de hauteur de vol et l'évaluation du risque de collision chiroptères. Nous faisons en sorte que la position des 2 micros (bleu) induise une médiane (pointillés orange) qui corresponde à la hauteur du bas de pâle des éoliennes. © Biotope 2015/ML Patou.</i>	19
Figure 2.	<i>Répartition des habitats au niveau des 4 éoliennes suivies</i>	24
Figure 3.	<i>Répartition de la mortalité par mois entre août 2015 et avril 2016</i>	30
Figure 4.	<i>Synthèse du nombre de contacts horaires enregistré par nuits, au niveau des cultures et des lisières boisées.</i>	40
Figure 5.	<i>Répartition des contacts toutes espèces confondues le long du mât de mesure</i>	43
Figure 6.	<i>Proportions des contacts localisés à plus de 25 m de hauteur par espèce (Graphique issu de l'article de présentation des résultats : « Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mats de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien » (BAS Y., 2014)).</i>	43
Figure 7.	<i>Répartition des contacts par altitude et par période pour l'ensembles des</i>	

<i>espèces sensibles.</i>	44
<i>Carte n° 1. Localisation des parcs éoliens de la Bretelle et d'Echalot</i>	9
<i>Carte n° 2. Localisation des éoliennes suivies sur le site d'étude</i>	13
<i>Carte n° 3. Végétations observées sur les aires d'études</i>	25
<i>Carte n° 4. Synthèse des observation chauves-souris - Août et Septembre 2015</i>	36
<i>Carte n° 5. Synthèse des observation chauves-souris - Avril et Mai 2016</i>	37
<i>Carte n° 6. Synthèse des observation chauves-souris - Juin et Juillet 2016</i>	38

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 1^{er} 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 habitats et des suivis du comportement ainsi que de la mortalité des chiroptères réalisés 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 les chiroptères et des taux de mortalité des chauve-souris au sein du parc en exploitation.
-

I. Localisation du parc

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

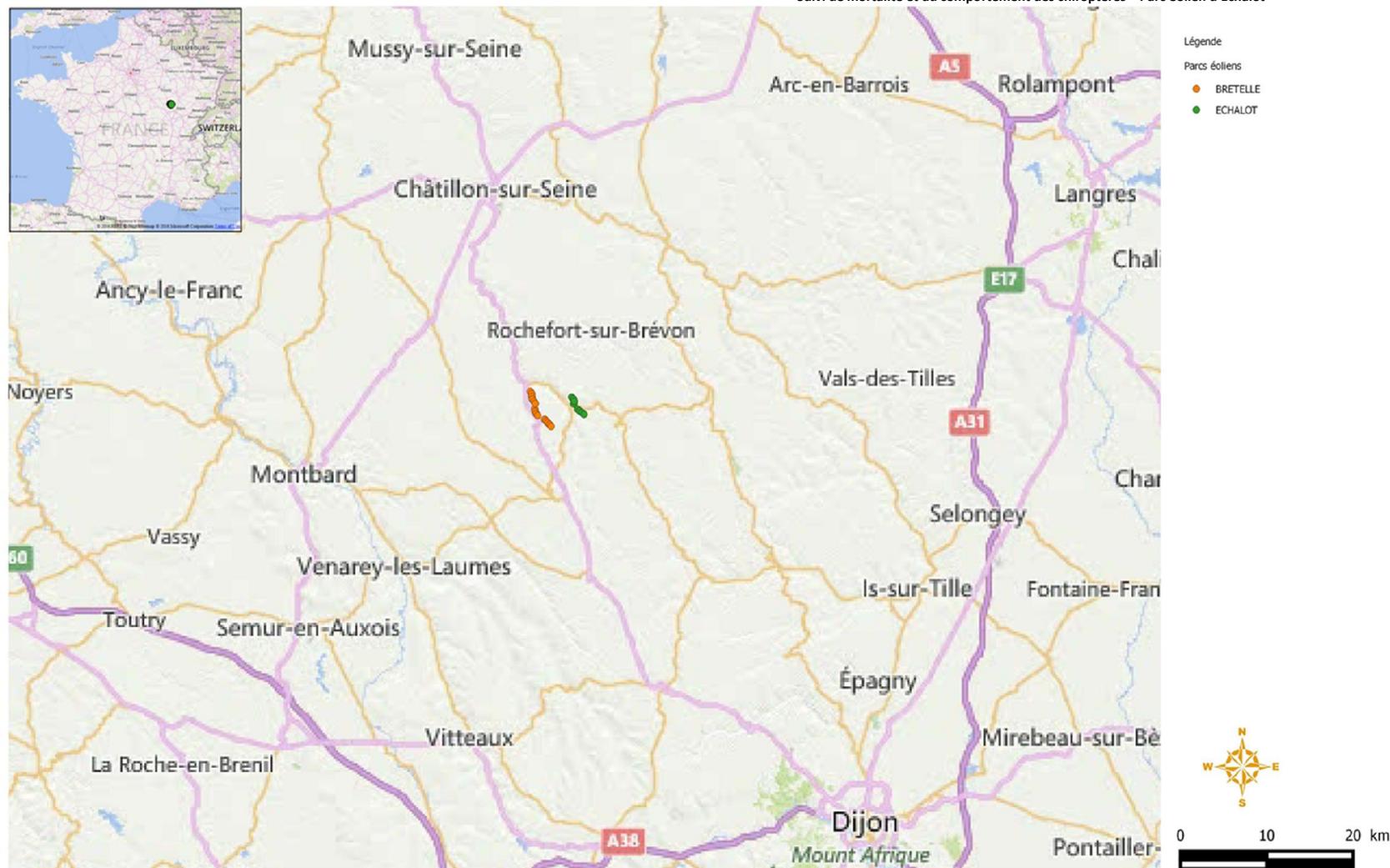
Le parc d'Echalot est localisé à environ 45 kilomètres au nord-ouest de Dijon, dans le département de la Côte d'Or (21). Mis en service en septembre 2012, il est composé de 8 éoliennes sur la commune d'Echalot, localisé à l'ouest et au sud-ouest du village, en lisière de forêt. Ces éoliennes sont équipées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



Eoliennes du parc d'Echalot

Suivi de mortalité et du comportement des chiroptères – Parc éolien 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.

<i>Domaines d'intervention</i>	<i>Agents de BIOTOPE</i>
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

Cf. Localisation des éoliennes suivies sur le site d'étude

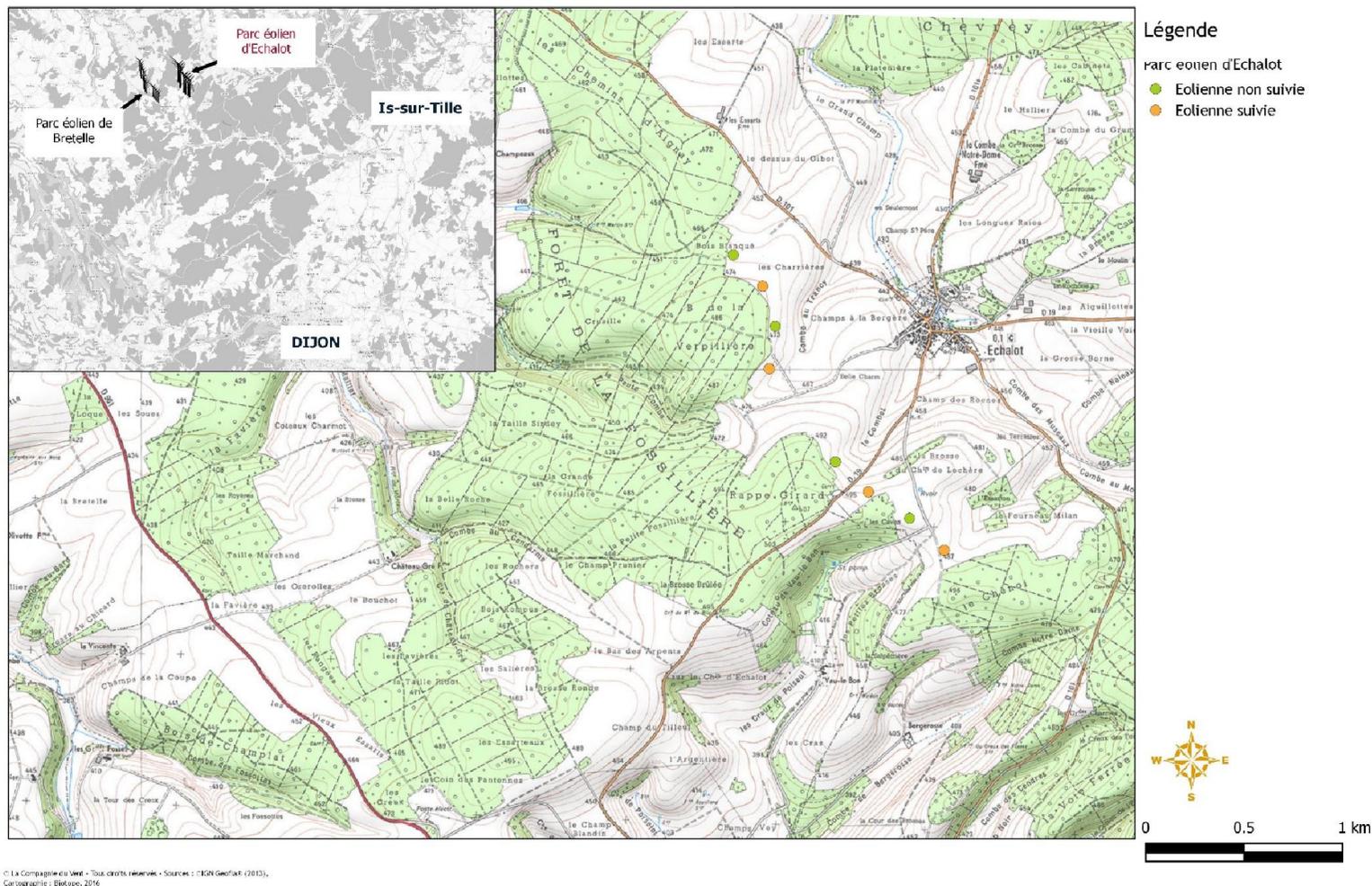
Au total, 17 passages ont été effectués pour le suivi de la mortalité, à raison d'1 passage par semaine d'août à octobre 2015 (13 passages) et d'1 passage par mois d'avril à juillet 2016 (4 passages).

Pour le suivi du comportement des chauves-souris, trois périodes d'activité ont été étudiées (6 passages) : la période de migration printanière, la période de mise-bas en été et la période de migration qui débute à la fin de l'été (août-septembre).

<i>Numéro de passage</i>	<i>Dates des inventaires</i>	<i>Temps d'observation</i>	<i>Conditions météorologiques et commentaires</i>
<i>Suivi de la mortalité</i>			
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 chauves-souris			
1	18/08/2015		Ciel nuageux, vent faible de secteur nord, température supérieure 15°C
2	21/09/2015		Nuageux, vent faible de secteur nord-ouest, température supérieure à 10°C

Tableau 2. Dates et conditions météorologiques des suivis de mortalité			
<i>Numéro de passage</i>	<i>Dates des inventaires</i>	<i>Temps d'observation</i>	<i>Conditions météorologiques et commentaires</i>
3		12/04/2016	Ciel clair, vent faible, température comprise entre 10 et 15°C
4		17/05/2016	Ciel couvert avec averse, vent faible, température comprise entre 10 et 15°C
5		13/06/2016	Ciel couvert avec averse, vent modéré, température comprise entre 10 et 15°C
6		13/07/2016	Ciel couvert, vent modéré, température comprise entre 10 et 15°C



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 milieu 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 WINKELMANN), 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 inexploitable 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 : $N_{\text{estimé}} = (N_a - N_b) / (P \times Z \times O \times D)$

N_a : nombre total d'individus trouvés morts

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

P : temps de disparition d'un cadavre

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

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

D : nombre de jours de recherche.

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 : $N_{\text{estimé}} = (N_a - N_b) \times I / (t_m \times Z)$

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

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

Jones et Huso : $N_{\text{estimé}} = (N_a - N_b) / (a \times Z^{\hat{e}} \times P)$

a : coefficient de correction surfacique

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

Formule de Jones : $P = e^{-0,5 \times I / t_m}$

Formule de Huso : $P = t_m \times (1 - e^{-I / t_m}) / I$

★ 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 lure ;
- 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.

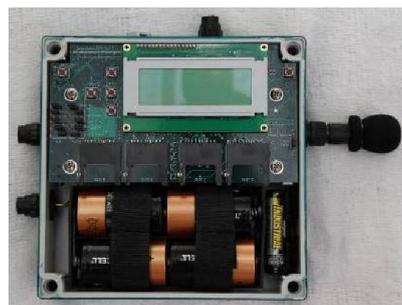
II.3.1 Suivi du comportement des chauves-souris

L'inventaire s'appuie sur l'écoute nocturne des chiroptères. La mission consiste à déterminer si l'aire d'étude est utilisée par les chauves-souris, en particulier par les espèces présentant un intérêt patrimonial.

Au cours de ces inventaires, nous avons utilisé un seul type de détecteurs qui est le SM2bat. Le détecteur d'ultrasons SM2BAT permet d'obtenir des données spécifiques et quantitatives (nombre de contact par heure). Les SM2BAT enregistrent automatiquement l'ensemble des contacts de chauves-souris détectés et les enregistrements sont ensuite analysés et identifiés sur ordinateur. Le SM2BAT permet d'obtenir des fichiers en division de fréquence mais également en expansion de temps, ce dernier système étant le seul moyen d'identifier certaines espèces telles que les murins.

★ *Suivi de l'activité au sol*

L'inventaire a été réalisé à partir de points d'écoute SM2BAT. Les points d'écoute ont été localisés à proximité des éoliennes. Au total, quatre points d'écoute ont été disposés sur le site. Trois en lisière de boisements et un point en milieu ouvert, au niveau d'une culture.



SM2bat utilisé dans le cadre des suivis au sol

★ *Suivi de l'activité en altitude*

Il est à noter que dans le cadre du suivi du parc d'Echalot, l'analyse de l'activité des chauves-souris est basée sur les enregistrements réalisés sur le mât de mesures du parc de La Bretelle, localisé à proximité du parc d'Echalot.

Sur le mât de mesure, deux microphones étaient reliés au même SM2. Les deux microphones enregistrent les séquences acoustiques émises par les chauves-souris en stéréo. Grâce à ce dispositif, il est possible de savoir si un individu est passé au-dessus ou au-dessous de la médiane horizontale

entre les deux microphones. Comme l'indique la figure ci-dessous, l'intérêt est de placer, sur le mât de mesures, les micros de telle manière à ce que la médiane corresponde à la hauteur de bas de pale des éoliennes. Dans le cadre de cette étude, la hauteur du mât ne permettait pas d'adapter la hauteur de la médiane en fonction des éoliennes. Les microphones ont donc été placés en haut et au pied du mât.

Sur cette étude, avec des micros placés à 5 et 40 m de haut, la médiane se situe donc à 22,5 mètres de haut. Nous avons ainsi pu déterminer si les individus volaient en-dessous ou au-dessus de cette hauteur. Les individus volant au-dessous, sont considérés comme « hors risque de collision », car volant sous le bas de pale, en-dehors du volume d'air brassé par le rotor. Tout le traitement de positionnement des individus en altitude se fait sur le logiciel Sonospot© (création: Yves BAS/Charlotte ROEMER, Biotope). Notre logiciel d'identification automatique Sonochiro® indique si un signal a été capté sur le micro du haut et/ou celui du bas.

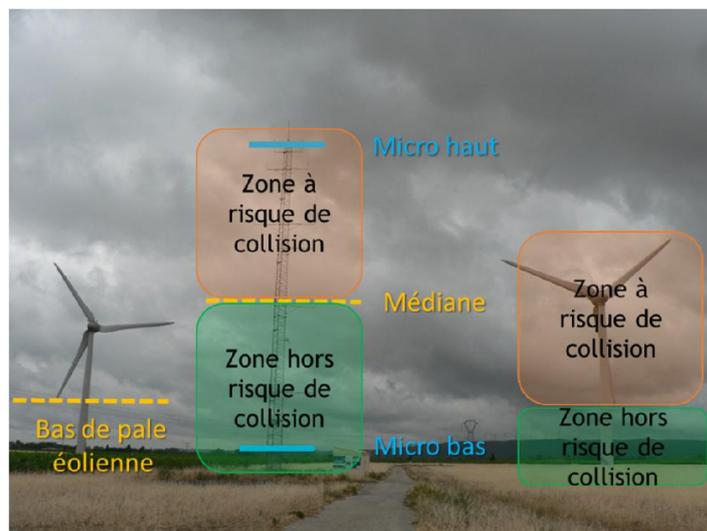
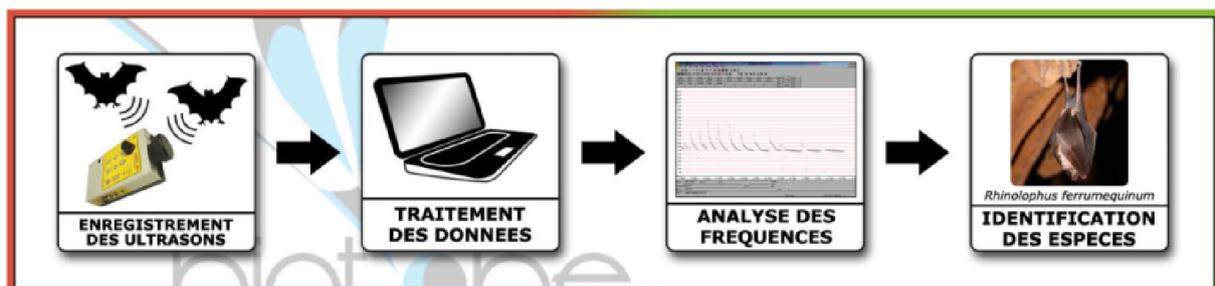


Figure 1. Illustration du dispositif à deux micros et de son interprétation par rapport aux classes de hauteur de vol et l'évaluation du risque de collision chiroptères. Nous faisons en sorte que la position des 2 micros (bleu) induise une médiane (pointillés orange) qui corresponde à la hauteur du bas de pale des éoliennes. © Biotope 2015/ML Patou.

★ Détermination du signal et identification des espèces

Les chiroptères perçoivent leur environnement par l'ouïe et en pratiquant l'écholocation. A chaque battement d'ailes, elles émettent un cri dans le domaine des ultrasons, à raison de 1 à 25 cris par seconde. L'écoute des ultrasons au moyen de matériel spécialisé permet donc de détecter immédiatement la présence de ces mammifères.

Chaque espèce a des caractéristiques acoustiques qui lui sont propre. L'analyse de ces signaux permet donc de réaliser des inventaires d'espèces.



★ Détermination automatique

L'analyse des données issue des SM2Bat s'appuie sur le programme Sonochiro© développé par le département « Recherche & Innovation » de Biotope. Ce programme permet un traitement automatique et rapide d'importants volumes d'enregistrements.

Le programme Sonochiro® inclut :

- Un algorithme de détection et de délimitation des signaux détectés.
- Une mesure automatique, sur chaque cri, de 41 paramètres discriminants (répartition temps/fréquence/amplitude, caractérisation du rythme et ratios signal/bruit).
- Une classification des cris basée sur les mesures d'un large panel de sons de référence. Cette banque de sons a été rassemblée par notre équipe et nos partenaires ces 5 dernières années. La classification s'appuie sur la méthode des forêts d'arbres décisionnels ("random forest") qui semble la plus performante pour la classification des signaux d'écholocation de chauves-souris (ARMITAGE & OBER, 2010). Contrairement aux autres méthodes de classification (réseaux de neurones, analyses discriminantes, etc.), elle tolère bien la multiplicité des types de cris par espèce. De plus, elle permet d'obtenir, pour chaque cri, une probabilité d'appartenance à chaque espèce potentielle.
- Une identification à la séquence de cris, incluant l'espèce la plus probable est un indice de confiance de cette identification. Dans le cas où certaines espèces présentes sont peu différenciables entre elles, les séquences sont alors identifiées au groupe d'espèce également assorties d'un indice de confiance.
- Un algorithme détectant la présence simultanée de deux groupes de cris attribuables à deux espèces aisément différenciables, permettant dans ce cas de proposer une identification supplémentaire de l'espèce passant en arrière-plan.

Cette méthode permet de réaliser une « pré-détermination » des enregistrements qui sont ensuite validés par un expert.

★ **Détermination « à dire d'expert »**

Les enregistrements sont analysés à l'aide de logiciels appropriés (Bat Sound, Analoop, Syrinx) qui donnent des représentations graphiques du son (sonagrammes) et permettent de les mesurer.

Les critères d'identification sont basés sur les variations de fréquence (entre 10 à 120 kHz), la durée du signal (quelques millisecondes), les variations d'amplitude (puissance du signal) et le rythme.

Dans l'état actuel des connaissances, les cris sonar de certaines espèces sont parfois très proches, voire identiques dans certaines circonstances de vol, c'est pourquoi les déterminations litigieuses sont rassemblées en groupes d'espèces (Cf. Tableau 3).

Tableau 3. Groupes identifiables en fonction de la qualité des enregistrements

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale	
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	
Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand Rhinolophe	
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Grands Myotis	
Petit murin	<i>Myotis blythii</i>		
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentoni</i>	Murin de Daubenton	
Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccini</i>	Murin de capaccini	
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustache	
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	Petits Myotis
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteini</i>	Murin de Bechstein	
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Sérotules
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de savi	
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersi</i>	Minioptère de Schreibers	Pipistrelle / Minioptère
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhli</i>	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>		
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	Groupe des Oreillards	
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrobularis</i>		
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	
Grande noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande Noctule	Groupe Molosse / Grande Noctule
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	

★ *Evaluation de l'activité, dénombrement*

Dans la majorité des études qui se sont pratiquées jusqu'à maintenant, que ce soit avec un détecteur à main ou un enregistreur automatique en point fixe, les résultats des écoutes sont tous exprimés par une mesure de l'activité en nombre de contacts par unité de temps, en général l'heure. Selon les opérateurs et l'appareillage, la définition d'un contact n'est pas très claire, mais correspond à une durée de séquence que l'on pense être proche d'un passage d'un chiroptère, soit de 5 secondes dans le cas des détecteurs à main.

☞ Ainsi, pour pallier aux nombreux facteurs de variations de dénombrements liés au matériel (sensibilité du micro, seuils de déclenchements, paramétrages de séquençage des fichiers...) l'unité la plus pratique de dénombrement que nous utiliserons correspond à la « minute positive ». Dans cette étude, tout contact affiché correspondra donc à une minute positive c'est-à-dire une minute au cours de laquelle une espèce a été contactée. Qu'il y ait un fichier d'enregistrement ou 10 au cours d'une minute, l'incréméntation correspondra à 1.

Les tests statistiques ont montré que les variations liées au matériel étaient moins fortes avec cette méthode. Le dénombrement des « minutes positives » évite des écarts de 1 à 10 en cas de forte activité. En cas de faible activité les résultats de dénombrement de minutes positives ou de fichiers d'enregistrements sont sensiblement les mêmes.

Ce type de dénombrement tend à mesurer une régularité de présence d'une espèce sur un site d'enregistrement et peut donc être formulé en occurrence par heure (rapport du nombre de minutes positives sur la durée totale d'écoute en minute pouvant être exprimé en pourcentage) pour obtenir un indice d'activité.

L'intérêt majeur de cette unité de comptage est de pouvoir mêler des données issues de différents matériels et de différents paramétrages de matériel.

Deuxième partie : Synthèse et analyse des résultats

III. Description des milieux

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

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.

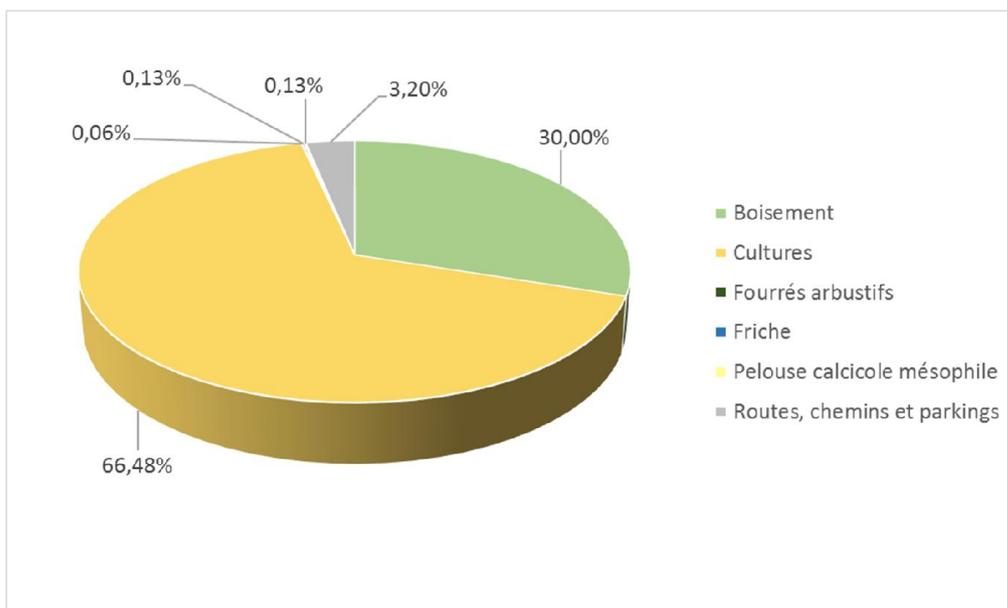


Figure 2. Répartition des habitats au niveau des 4 éoliennes suivies



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 Geofrance (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.

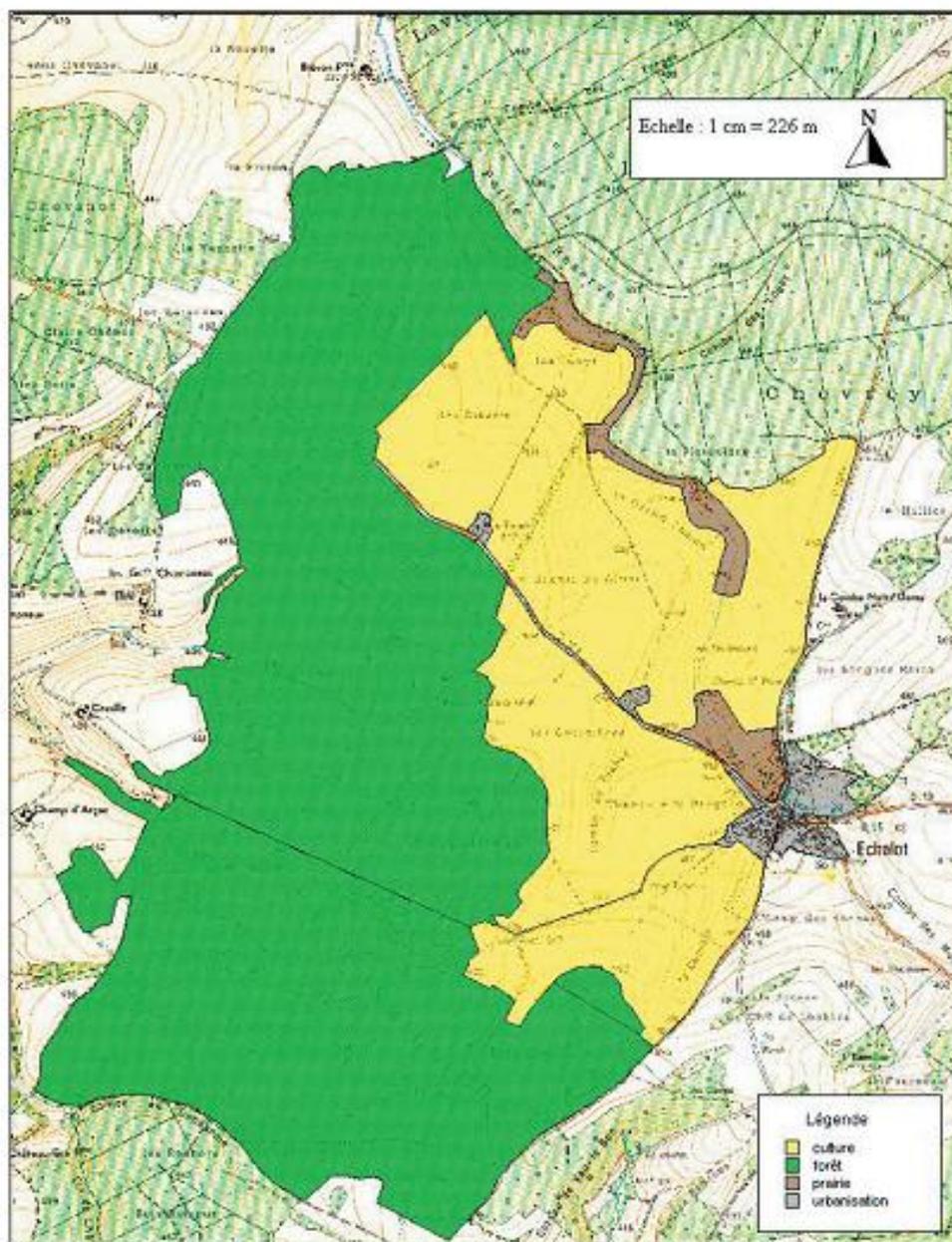
Intérêt écologique : milieu riche en biodiversité, notamment d'un point de vue floristique. Zone de chasse potentielle pour l'avifaune et les chiroptères.



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.

Pour les chauves-souris, les milieux présentent des habitats favorables au même type cortèges d'espèces en 2004 et en 2016.



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

☞ 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 lisières 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, deux cadavres de chauve-souris ont été trouvés au sein du parc d'Echalot entre août 2015 et juillet 2016. Ces observations ont été réalisées dans le cadre des 17 passages effectués sous les 4 éoliennes choisies, à raison d'un passage par semaine entre août et octobre 2015, et d'un passage par mois entre avril et juillet 2016.

Tableau 4. Résultats bruts du suivi mortalité

<i>Date prospection</i>	<i>Eolienne</i>	<i>Nom latin</i>	<i>Nom</i>	<i>Etat</i>	<i>Age</i>	<i>Raisons estimées de la mort (collision ou barotraumatisme)</i>	<i>Sexe de l'individu</i>	<i>Distance à l'éolienne</i>
02/09/2015	R91804	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Adulte	Barotraumatisme	Mâle	29 m
20/10/2015	R91806	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Barotraumatisme	Femelle	31 m

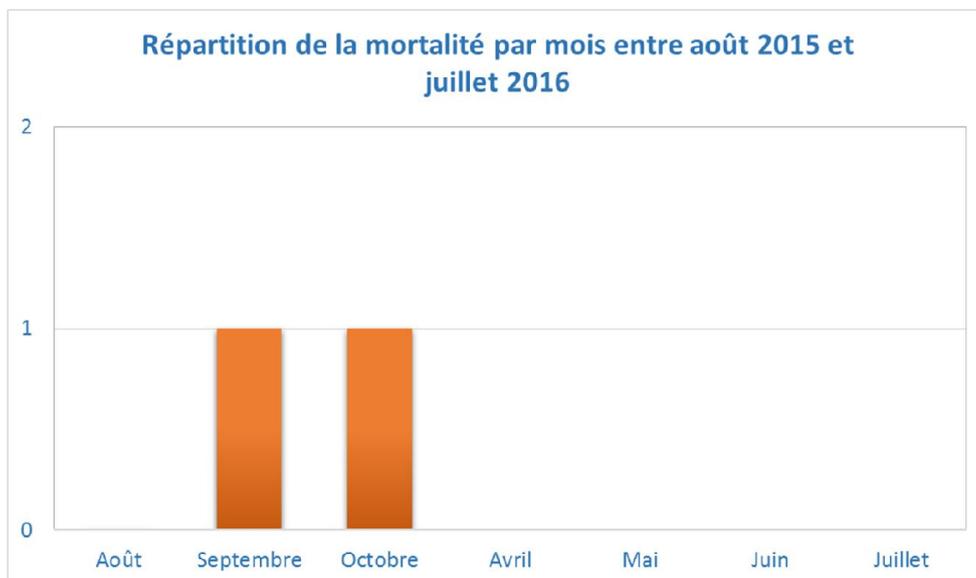


Figure 3. Répartition de la mortalité par mois entre août 2015 et avril 2016

Une Noctule commune et une Pipistrelle commune ont été trouvées, respectivement en septembre et en octobre 2015. La Pipistrelle commune est une espèce sédentaire, s'éloignant rarement de son domaine vital. L'individu touché est donc probablement issu d'une colonie locale, proche du parc éolien. La Pipistrelle commune était l'espèce la plus contactée sur Echalot lors des inventaires réalisés en 2003 pour l'étude d'impact et également dans le cadre de ce suivi en 2015/2016. C'est également l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens en Europe (Dürr, 2016).

La Noctule commune est une espèce migratrice, même si une partie des populations européennes reste sédentaire (Arthur et Lemaire 2009). Il semblerait que ce soit surtout les femelles et les jeunes qui migrent, entre août et novembre, les mâles étant plus sédentaires. Bien que la date de détection corresponde à la période de migration de l'espèce, il est difficile de dire s'il s'agit d'un individu en migration ou non. Cette espèce n'avait pas été contactée lors de l'étude d'impact de 2004 et uniquement à quelques reprises dans le cadre des suivis réalisés en 2015/2016.

Durant les suivis acoustiques, la Pipistrelle commune a été contactée aussi bien au sol qu'en altitude. La noctule commune a, par contre, été identifiée uniquement durant les suivis en altitude, en vol au-dessus de 22,5 m, zone à risque de collision (médiane entre les microphones).

<i>Eoliennes</i>	R91804	R91806	R91808	R91810
Proportion de dépouilles par éolienne	50%	50%	0%	0%

☞ La Pipistrelle commune et la Noctule commune font toutes les deux partie des espèces sensibles au risque de collision avec les éoliennes. Leurs comportements de vol peuvent les amener à voler de manière régulière à hauteur des pales des éoliennes. Ceci est particulièrement le cas pour la Noctule commune que ce soit en chasse ou en migration.

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

Il est important de souligner que les calculs et résultats présentés dans cette partie ne sont donnés qu'à titre informatif. En effet, la découverte d'un seul cadavre ne permet pas d'effectuer des estimations fiables (Korner-Nievergelt, 2011).

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 présentent 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						
	<i>R91843</i>	<i>R91848</i>	<i>R91806</i>	<i>R91843</i>	<i>R91848</i>	<i>R91806</i>
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=2), 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

	<i>Efficacité de l'observateur</i>	<i>Test de prédation à J+3</i>	<i>Temps moyen de persistance</i>	<i>Mortalité brute</i>	<i>Erickson</i>	<i>Jones</i>	<i>Huso</i>	<i>Winkelm ann</i>
R91804 - Automne	0,8	0,10	2,6	1	3,14	4,27	3,63	12,5
R91806 - Automne	0,8	0,10	2,6	1	3,14	4,27	3,63	12,5
R91808 - Automne	0,8	0,10	2,6	0	0	0	0	0
R91810 - Automne	0,8	0,10	2,6	0	0	0	0	0
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	2	6,28	8,54	7,27	25
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 2 cadavres, présente une estimation de la mortalité sur la période du 6 août 2015 au 28 octobre 2015, pour 4 éoliennes, comprise entre :

- **6,28 cadavres** selon Erickson (estimation la plus basse),
- **8,54 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 12,56 et 17,08 dépouilles sur les mois d'août à octobre 2015.

L'ensemble de ces valeurs sont cependant 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 entraînent 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

Ainsi, on estime que les 4 éoliennes suivies du parc éolien d'Echalot ont impacté de 7 à 9 chauves-souris sur la durée du suivi. Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces impactées, à l'échelle de la France et de l'Europe. La Pipistrelle commune, malgré son statut de protection ne relève pas d'enjeu de conservation élevé (statut « préoccupation mineure » en Bourgogne, en France et en Europe). Par contre la Noctule commune est une espèce sensible,

considérée comme quasi menacée à l'échelle régionale et à l'échelle nationale, selon les critères de l'UICN.

Tableau 8. Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc éolien d'Echalot

Espèces		Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge		
				Européenne (2012)	France (2009)	Bourgogne (2012)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Protégé (Article 2)	Annexe IV	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Protégé (Article 2)	Annexe IV	Préoccupation mineure	Quasi menacée	Quasi menacée

On ne saurait cependant se baser sur ce seul parc pour estimer un impact sur les populations nationales de chauves-souris. La Noctule commune est une espèce migratrice, les individus impactés peuvent correspondre à des migrateurs qui traversent la France, potentiellement en provenance du nord de l'Europe.

☞ Le parc éolien d'Echalot, situé dans un milieu cultivé et entouré de boisements, ne semble donc pas compromettre, à lui seul, la conservation des espèces contactées et notamment de la Pipistrelle commune et de la Noctule commune.

V. Suivi du comportement des Chauves-souris

V.1 Activité au sol

V.1.1 Espèces recensées

[Cf. Carte n° 4 Synthèse des écoutes au sol de chauves-souris - Août et Septembre 2015](#)

[Cf. Carte n° 5 Synthèse des écoutes au sol de chauves-souris - Avril et Mai 2016](#)

[Cf. Carte n° 6 Synthèse des écoutes au sol de chauves-souris - Juin et Juillet 2016](#)

L'analyse des points d'écoute réalisés au sol sur le site d'étude a permis d'identifier **9 espèces et 3 groupes d'espèces de chauves-souris en activité de chasse et/ou de transit**, sur les 23 espèces de chauves-souris recensées en Bourgogne. Ainsi, 40 % des espèces présentes en région Bourgogne ont été identifiés jusqu'à l'espèce sur le site d'Echalot. Les espèces identifiées sont :

- La Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) ;
- Le Grand Murin (*Myotis myotis*) ;
- Le Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) ;
- La Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) ;
- Le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*) ;
- La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;

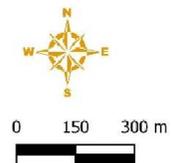
- La Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
- La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) ;
- La Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*).
- S'ajoutent plusieurs groupes d'espèces, dont l'identification n'a pu aboutir à la détermination de l'espèce : Le groupe des Murins (*Murin sp.*) ;
- Le groupe des Oreillards (*Plecotus auritus* / *Plecotus austriacus*) ;
- Le groupe Sérotine/Noctule (*Eptesicus sp.* / *Nyctalus sp.*).

Suivi de mortalité et du comportement des chiroptères - Parc éolien d'Echalot



Légende

- Eolienne
- Espèces contactées
- Barbastelle d'Europe
- Grand Murin
- Murin de Natterer
- Murin sp.
- Noctule de Leisler
- Oreillard sp.
- P. de Kuhl / P. de Nathusius
- Petit Rhinolophe
- Pipistrelle commune
- Pipistrelle de Kuhl
- Pipistrelle de Nathusius
- Sérotine/Noctule
- Oreillard gris
- Sérotine commune



© La Compagnie du Vent - Tous droits réservés - Sources : IGN Geol'act (2013), Cartographie: Biotope, 2016

Carte n°4. Synthèse des écoutes au sol de chauves-souris - Août et Septembre 2015

Suivi de mortalité et du comportement des chiroptères - Parc éolien d'Echalot



Légende

- Eolienne
- Espèces contactées
- Barbastelle d'Europe
- Grand Murin
- Murin de Natterer
- Murin sp.
- Noctule de Leisler
- Oreillard sp.
- P. de Kuhl / P. de Nathusius
- Petit Rhinolophe
- Pipistrelle commune
- Pipistrelle de Kuhl
- Pipistrelle de Nathusius
- Sérotine/Noctule
- Oreillard gris
- Sérotine commune



0 100 200 m

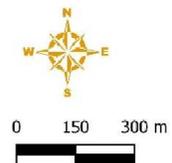
© La Compagnie du Vent - Tous droits réservés - Sources : IGN Geol'act (2013), Cartographie: Biotope, 2016

Carte n°5. Synthèse des écoutes au sol de chauves-souris - Avril et Mai 2016



Légende

- ✦ Eolienne
- Espèces contactées
- ▲ Barbastelle d'Europe
- ▲ Grand Murin
- Murin de Natterer
- Murin sp.
- Noctule de Leisler
- Oreillard sp.
- P. de Kuhl / P. de Nathusius
- Petit Rhinolophe
- Pipistrelle commune
- ▲ Pipistrelle de Kuhl
- ▲ Pipistrelle de Nathusius
- Sérotine/Noctule
- ▲ Oreillard gris
- ▲ Sérotine commune



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

Carte n°6. Synthèse des écoutes au sol de chauves-souris - Juin et Juillet 2016

V.1.2 Evaluation du niveau d'activité des chauves-souris

Le tableau suivant présente les résultats de l'analyse de l'activité des différentes espèces et groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'activité en comparaison avec le référentiel Actichiro.

Tableau 9. Synthèse de l'activité des chiroptères au niveau des points d'écoutes SM2BAT						
Nom vernaculaire	Nombre total de nuits suivies	Nombre de nuits où l'espèce a été contactée	Médiane	Maximum	Activité médiane observée	Activité maximum observée
					Comparaison avec le référentiel chauves-souris Actichiro.	
Barbastelle d'Europe	24	14	4.5	37	Moyenne	Forte
Grand Murin	24	4	1.5	4	Moyenne	Forte
Murin de Natterer	24	1	1	1	Faible	Faible
Noctule de Leisler	24	1	1	1	Faible	Faible
Oreillard sp.	24	10	2	5	Moyenne	Forte
Petit Rhinolophe	24	11	5	87	Forte	Très forte
Myotis sp.	24	14	2	14	Faible	Moyenne
Pipistrelle commune	24	18	11,5	181	Moyenne	Forte
Pipistrelle de Kuhl	24	2	1,5	2	Faible	Faible
Pipistrelle de Nathusius	24	4	2,5	11	Moyenne	Forte
Sérotine commune	24	5	2	22	Moyenne	Forte
SEROTULE (Ensemble des contacts noctules et sérotines)	24	16	2,5	28	Moyenne	Forte
TOUTES ESPECES	24	24	19,5	207	Moyenne	Forte

☞ Toutes espèces confondues, l'activité des chauves-souris sur le site est globalement moyenne. Elle peut ponctuellement être plus importante pour certaines espèces. Ceci est le cas pour la grande partie des espèces contactées sur le site qui montrent une activité ponctuellement forte, excepté pour le Murin de Natterer, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler.

☞ Il est à noter, l'activité particulièrement remarquable du Petit Rhinolophe sur le site d'étude. La présence d'une colonie de cette espèce dans le village d'Echalot est fortement probable. En 2003, une colonie de Petit Rhinolophe était déjà signalée dans le village de Poisseul-la-Grange.

V.1.3 Description des milieux et de l'activités des chauves-souris

La zone d'implantation des éoliennes du parc d'Echalot est essentiellement occupée par de grandes cultures entourées de massifs boisés occupant d'importante surface. Les massifs forestiers et leurs lisières constituent des habitats de chasse favorables pour de nombreuses espèces. Les éoliennes sont en grande parties disposées le long de la lisière, à environ 50 m.

Les boisements offrent également de nombreuses possibilités de gîtes pour les espèces forestières (gîtes arboricoles). Ceci est notamment le cas pour l'Oreillard roux, le Murin de Natterer, la Noctule de Leisler ou encore la Pipistrelle de Nathusius. Les hameaux et villages présents autour du parc d'Echalot offrent également des possibilités de gîtes pour les espèces affectionnant les caves et greniers des maisons, ceci est probablement le cas du Petit Rhinolophe. Cette espèce a un rayon de dispersion relativement restreint autour de son gîte durant la nuit, uniquement quelques kilomètres. Dans le cadre des écoutes au sol, le Petit Rhinolophe a été contacté à de nombreuses reprises quelques soit la période de l'année et le point d'écoute. La présence d'un gîte accueillant cette espèce dans le village d'Echalot est très fortement probable. En 2003, l'étude d'impact mentionne la présence d'une colonie sur la commune de Poiseul-la-Grange.

Les cultures offrent des milieux moins favorables à l'activité de chasse des chauves-souris. Ces milieux sont moins riches en insectes. Dans le cadre de ce suivi l'activité observée au niveau des cultures est sensiblement moins importante, que celle observée au niveau des lisières forestières bordant le parc.

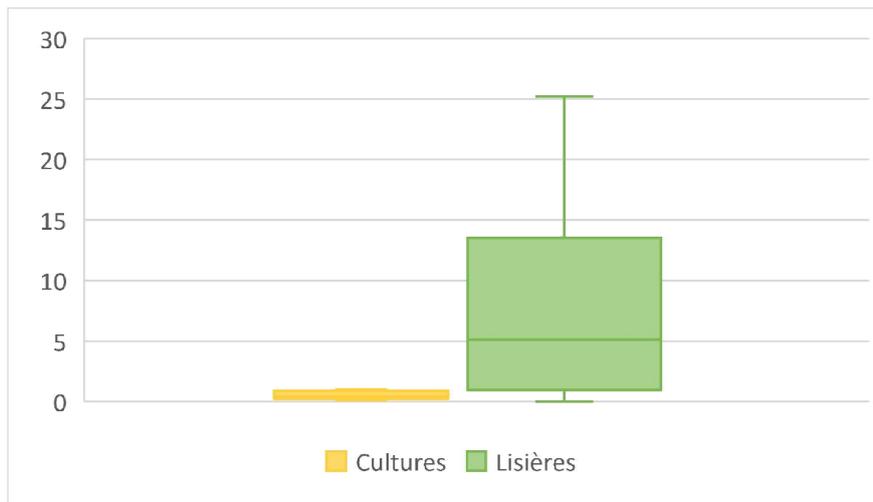


Figure 4. Synthèse du nombre de contacts horaires enregistré par nuit, au niveau des cultures et des lisières boisées.



Culture



Lisière boisée

V.2 Activité en altitude (mât de mesure)

V.2.1 Espèces recensées

L'analyse des enregistrements réalisés au niveau du mât de mesures a permis d'identifier **12 espèces et 4 groupes d'espèces de chauves-souris** sur les 23 espèces de chauves-souris recensées en Bourgogne. Les espèces identifiées sont :

- La **Barbastelle d'Europe** (*Barbastella barbastellus*) ;
- Le **Grand Murin** (*Myotis myotis*) ;
- Le **Grand Rhinolophe** (*Rhinolophus ferrumequinum*) ;
- Le **Petit Rhinolophe** (*Rhinolophus hipposideros*) ;
- Le **Murin de Natterer** (*Myotis nattereri*) ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) ;
- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) ;
- La **Pipistrelle pygmée** (*Pipistrellus pygmaeus*) ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*).

S'ajoutent plusieurs groupes d'espèces dont l'identification n'a pas abouti à la détermination de l'espèce :

- Le groupe des **Murins** (*Murin sp.*) ;
- Le groupe **Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii*) ;
- Le groupe des **Oreillards** (*Plecotus auritus* / *Plecotus austriacus*) ;
- Le groupe **Sérotine/Noctule** (*Eptesicus sp.* / *Nyctalus sp.*).

Sur l'ensemble de ces espèces et groupes d'espèces, **uniquement 7 espèces et 3 groupes d'espèces ont été contactés au-dessus de la médiane (22.5 m) située entre les deux microphones.** Elles sont mentionnées en gras dans les listes ci-dessus.

V.2.2 Evaluation du niveau d'activité des chauves-souris

Le tableau suivant présente les résultats de l'analyse de l'activité des différentes espèces et groupe d'espèces sur l'ensemble de la période d'activité en comparaison avec le référentiel Actichiro.

Tableau 10. Synthèse de l'activité des chiroptères au niveau du mât de mesure

Nom vernaculaire	Nombre total de nuits suivies	Résultats au pied du mât de mesure					Résultats en haut du mât de mesure				
		Nombre de nuits où l'espèce a été contactée	Médiane	Maximum	Activité médiane observée	Activité maximum observée	Nombre de nuits où l'espèce a été contactée	Médiane	Maximum	Activité médiane observée	Activité maximum observée
					Comparaison avec le référentiel chauves-souris Actichiro.					Comparaison avec le référentiel chauves-souris Actichiro.	
Barbastelle d'Europe	228	24	1	2	Faible	Faible	1		1	Faible	Faible
Grand Rhinolophe	228	1	1	1	Faible	Faible					
Grand Murin	228	7	1	5	Faible	Forte					
Murin de Natterer	228	11	1	2	Faible	Moyenne					
Noctule commune	228	2	1	1	Faible	Faible	2	1	1	Faible	Faible
Noctule de Leisler	228	8	1	1	Faible	Faible	18	1	5	Faible	Moyenne
Oreillard sp.	228	26	1	6	Faible	Moyenne	4	1	1	Faible	Faible
Petit Rhinolophe	228	11	1	2	Faible	Moyenne					
Myotis sp.	228	11	1	2	Faible	Moyenne					
Pipistrelle commune	228	111	4	30	Faible	Moyenne	38	1	6	Faible	Faible
Pipistrelle de Kuhl	228	5	1	2	Faible	Faible	1	1	1	Faible	Faible
P. de Kuhl / P. de Nathusius	228	10	1.5	5	Faible	Moyenne	7	1	2	Faible	Moyenne
Pipistrelle de Nathusius	228	7	1	2	Faible	Moyenne	7	1	2	Faible	Moyenne
Pipistrelle pygmée	228	2	1	1	Faible	Faible					
Sérotine commune	228	18	4	22	Moyenne	Forte	17	2	23	Moyenne	Forte
SEROTULE (Ensemble des contacts noctules et sérotines)	228	71	3	28	Moyenne	Forte	51	2	24	Faible	Forte
TOUTES ESPECES	228	138	5.5	38	Faible	Moyenne	74	2	25	Faible	Moyenne

☞ Toutes espèces confondues, l'activité des chauves-souris au niveau du mât de mesures est globalement faible que ce soit au sol ou en altitude. Elle peut ponctuellement être plus importante pour certaines espèces. Ceci est le cas pour le groupe des Sérotines / Noctules qui peut montrer une activité forte en altitude.

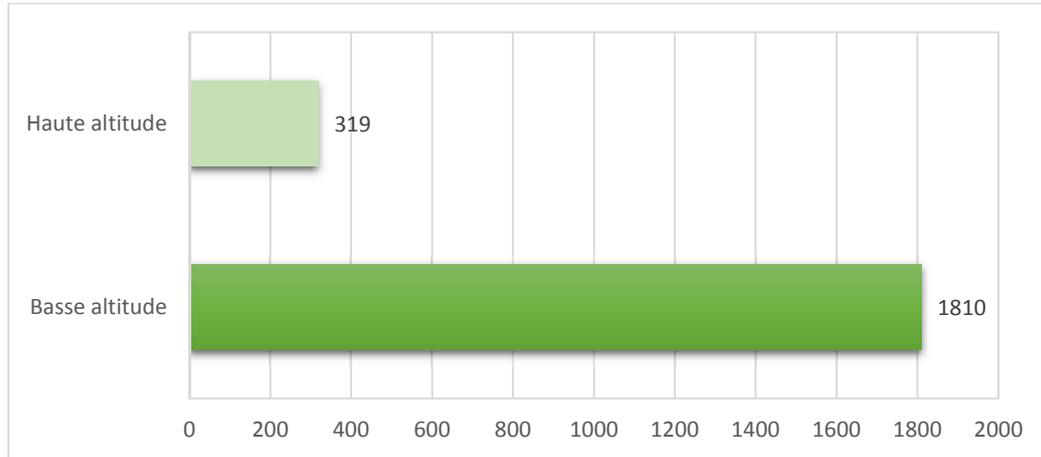


Figure 5. Répartition des contacts toutes espèces confondues le long du mât de mesure

L'activité enregistrée en altitude toutes espèces confondues apparaît sur l'ensemble de la période d'activité nettement moins importante que celles enregistrées au pied du mât de mesures. Avec 319 contacts enregistrés en altitude durant 228 nuits d'enregistrement, on obtient une moyenne de contact de 1,39 contacts par nuit. En comparaison avec l'ensemble des écoutes en altitudes réalisées par Biotope, cette activité apparaît particulièrement faible. En effet, le nombre moyen de contacts obtenus sur les différents mâts de mesures en France et suivi par Biotope sont réparties entre 1,21 contacts par nuit et 30,61 contacts.

Parmi les espèces contactées en altitude, les noctules, la sérotine et les pipistrelles constituent les espèces les plus sensibles au risque de mortalité. Ce sont des espèces volant régulièrement en altitude, comme mentionné dans la Figure 6 (BAS Y., 2014). La majorité de ces espèces ont été contactées en altitude principalement en période estivale, durant les mois de juillet, août et septembre. Toutefois, la Pipistrelle de Nathusius semble fréquenter le site principalement en période de migration que ce soit au printemps (mai) ou bien à partir du mois d'août jusqu'au mois d'octobre (cf Figure 7).

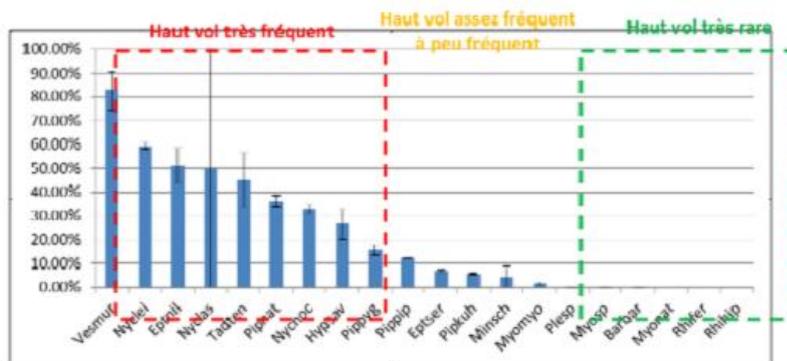


Figure 6. Proportions des contacts localisés à plus de 25 m de hauteur par espèce (Graphique issu de l'article de présentation des résultats : « Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien » (BAS Y., 2014)).

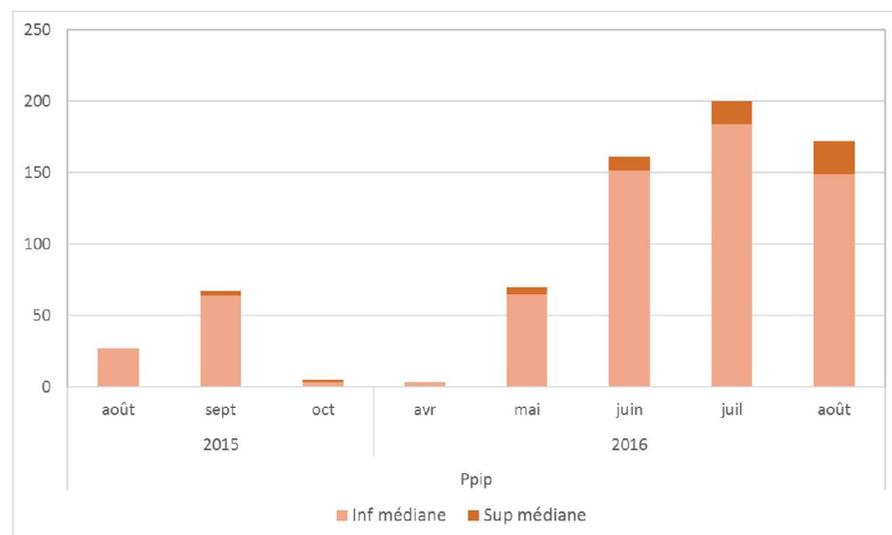
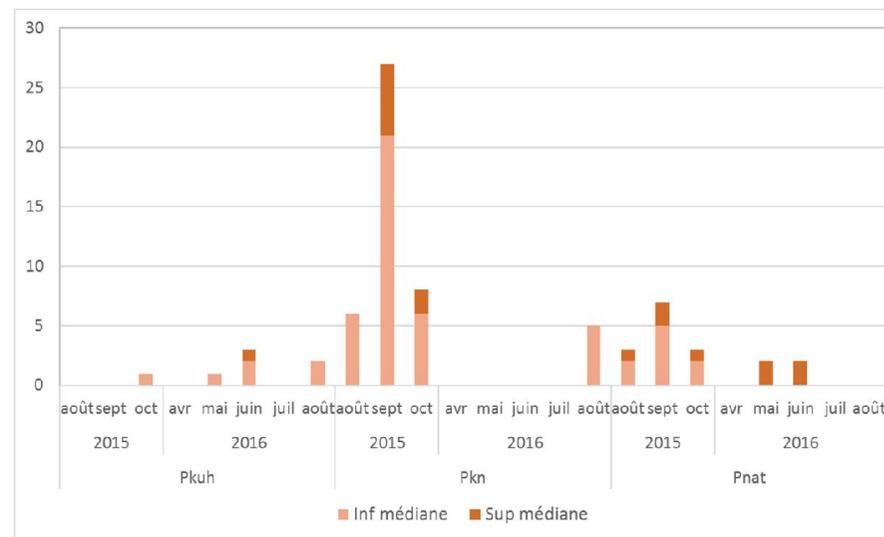
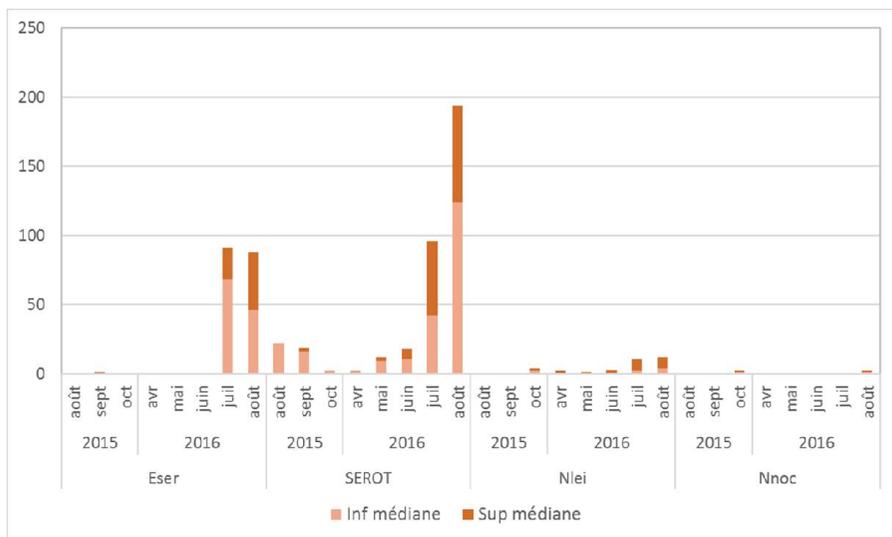


Figure 7. Répartition des contacts par altitude et par période pour l'ensemble des espèces sensibles.

Eser : Sérotine commune ; *SEROT* : Sérotine commune / Noctule sp. ; *Nlei* : Noctule de Leisler ; *Nnoc* : Noctule commune ; *Pknh* : Pipistrelle de Kuhl ; *Pkn* : Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius ; *Pnat* : Pipistrelle de Nathusius ; *Ppip* : Pipistrelle commune

Quelles que soient les espèces contactées, l'activité en altitude (au-dessus de la médiane) apparaît faible. Elle est un peu plus importante uniquement pour les espèces de haut vol telles que la Sérotine commune ou les deux espèces de noctules. Toutefois, même pour ces espèces, l'activité en altitude reste faible.

V.3 Espèces rares/menacées présentes sur le parc d'Echalot

Dans le cadre de cette expertise effectuée en 2015 et 2016, quatre espèces inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats/Faune/Flore ont été inventoriées sur et à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot. Une espèce considérée comme vulnérable (Murin de Natterer) et une autre en danger (Grand Rhinolophe) sur la liste rouge régionale de Bourgogne a également été contactée.

Tableau 11. Liste des espèces de chauves-souris observées en période sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot

Nom Vernaculaire Nom scientifique	Statut de protection en France	Directive Habitats / Faune / Flore	Liste rouge France	Liste rouge Bourgogne	Type d'observation
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	Protégé	Annexe 2	Préoccupation mineure	Quasi menacée	Espèce contactée au niveau des différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures (un contact en altitude - au-dessus de 22.5m)
Grand Rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Protégé	Annexe 2	Préoccupation mineure	En danger	Espèce contactée uniquement à quelques reprises au pied du mât de mesures.
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	Protégé	Annexe 2	Préoccupation mineure	Quasi menacée	Espèce contactée au niveau des différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures (uniquement au pied du mât)
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	Protégé	Annexe 4	Préoccupation mineure	Vulnérable	Espèce contactée au niveau des différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures (uniquement au pied du mât)
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Protégé	Annexe 4	Quasi menacée	Quasi menacée	Espèce contactée au niveau des différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures. Elle a été régulièrement observée en altitude au niveau du mât (au-dessus de 22.5m).
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Protégé	Annexe 4	Quasi menacée	Données insuffisantes	Espèce contactée uniquement à quelques reprises au pied du mât de mesures. Elle a été observée en altitude au niveau du mât (au-dessus de 22.5m).
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	Protégé	Annexe 4	Préoccupation mineure	Données insuffisantes	Le groupe des oreillards a été contacté au niveau des différents points

Tableau 11. Liste des espèces de chauves-souris observées en période sur ou à proximité immédiate du parc éolien d'Echalot

Nom Vernaculaire Nom scientifique	Statut de protection en France	Directive Habitats / Faune / Flore	Liste rouge France	Liste rouge Bourgogne	Type d'observation
Oreillard gris <i>Plecotus austriacus</i>	Protégé	Annexe 4	Préoccupation mineure	Données insuffisantes	d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures. Quelques contacts ont été enregistrés au-dessus de 22,5 m.
Petit Rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	Protégé	Annexe 2	Préoccupation mineure	Quasi menacée	Espèce contactée au niveau des différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures (uniquement au pied du mât).
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Protégé	Annexe 4	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	En nombre de contacts, la Pipistrelle commune est l'espèce la plus souvent contactée. Elle a été contactée au niveau des différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures. Elle est régulièrement présente au-dessus de 22,5 m au niveau du mât de mesures.
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Protégé	Annexe 4	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Espèce contactée au niveau des différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures (un contact en altitude - au-dessus de 22.5m)
Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Protégé	Annexe 4	Préoccupation mineure	Données insuffisantes	Espèce contactée uniquement à quelques reprises au pied du mât de mesures.
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	Protégé	Annexe 4	Quasi menacée	Données insuffisantes	Espèce contactée au niveau des différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures (un contact en altitude - au-dessus de 22.5m)
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Protégé	Annexe 4	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Espèce contactée au niveau de différents points d'écoute réalisés au sol et au niveau du mât de mesures (plusieurs contacts enregistrés en altitude - au-dessus de 22.5m)

V.3.1 Comparaison des résultats obtenus en 2015/2016 par rapport aux inventaires réalisés pour l'étude d'impact de 2004

Il est difficile voire non pertinent d'effectuer une comparaison entre les résultats obtenus en 2015/2016 et ceux issus de l'étude d'impact environnemental de 2004. En effet, les protocoles d'études mis en place et le matériel d'étude des chauves-souris ont sensiblement évolué depuis 2003. De plus, le nombre de nuits d'écoute est nettement plus important en 2015/2016 et permet de réaliser un inventaire des espèces plus efficace. En effet, entre les points d'écoute au sol et le mât de mesures ce sont plus de 252 nuits d'enregistrement qui ont été réalisées (24 nuits pour l'activité au sol et 228 pour l'activité en altitude). Tandis qu'en 2003, seulement 2 nuits de prospections ont été réalisées avec 3 transects par nuits. Du fait des différences de protocoles mis en place, il n'est également pas possible de comparer les niveaux d'activité observés (absence de points d'écoute et de comptabilisation du nombre de contacts). Certains référentiels permettant d'évaluer le niveau d'activité des chauves-souris n'était pas encore disponible en 2003. Il n'est donc pas possible de conclure sur une éventuelle modification du comportement des chauves-souris localement.

A titre d'information, lors des inventaires réalisés pour l'étude d'impact en 2003, 5 espèces ou groupe d'espèces de chauves-souris ont été identifiées. Il s'agit de :

- La Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) ;
- La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
- Le Grand Murin (*Myotis myotis*) ;
- Le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*) ;
- Le groupe Murin de Daubenton / Murin de Bechstein (*Myotis daubentonii* / *Myotis bechsteinii*) ;

Ces espèces ont été contactées dans le cadre de différents transects réalisés sur la zone d'implantation du parc éolien. L'analyse des gîtes avait également mis en évidence la présence du Petit Rhinolophe et du Murin à oreilles échanquées dans des bâtiments de Poiseul-la-Grange, commune voisine d'Echalot.

En 2015/2016, avec un niveau d'activité des chiroptères, globalement faible, plusieurs espèces et groupes d'espèces ont été mis en évidence en comparaison avec les inventaires de 2003. En effet, 8 espèces et 3 groupes d'espèces recensées en 2015/2016, ne sont pas mentionnées dans l'étude d'impact. Il s'agit entre autres du Murin de Natterer, de la Sérotine commune, de la Pipistrelle de Kuhl, de la pipistrelle de Nathusius, du Grand Rhinolophe, de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler ou encore du groupe des oreillards.

Les inventaires réalisés en 2015/2016 semblent mettre en évidence une diversité plus importante du site d'étude. La pression d'inventaire plus importante pourrait expliquer le fait que de nouvelles espèces ont été contactées en 2015/2016 en comparaison avec 2003.

☞ Le nombre d'espèces recensées en 2015/2016 apparaît nettement plus important que lors des inventaires de 2003. Toutefois, il n'est pas possible d'affirmer que ces espèces n'étaient pas présentes en 2003 du fait de la différence très importante de niveau de pression d'inventaire.

Conclusion

Le suivi des populations de chauves-souris fréquentant le parc éolien d'Echalot a permis de mettre en évidence que le parc est fréquenté par 13 espèces de chauves-souris et 4 groupes d'espèces, soit au minimum près de la moitié des espèces recensées en Bourgogne. Sur l'ensemble des espèces contactées, quatre sont inscrites à l'annexe II de la directive « Habitats-Faune-Flore » : il s'agit du Grand Murin, de la Barbastelle d'Europe, du Grand Rhinolophe et du Petit Rhinolophe. Et deux espèces ont un statut de conservation défavorable en Bourgogne : il s'agit du Murin de Natterer (vulnérable) et du Grand Rhinolophe (en danger).

L'étude de l'activité des chauves-souris au sol indique que l'activité globale, toutes espèces confondues, est globalement moyenne. Les chauves-souris sont présentes essentiellement le long des lisières sur le site. Les zones de cultures, où sont implantées les éoliennes, sont dans l'ensemble moins fréquentées par les différentes espèces de chauves-souris recensées. Il est à noter que, dans le cadre de ces écoutes, le Petit Rhinolophe a été contacté à de nombreuses reprises (activité globale forte à très forte) et sur la majorité des points d'écoute effectués en lisière de boisements. La présence de gîtes fréquentés par cette espèce, au niveau du village d'Echalot, est fortement probable.

Dans le cadre de ce suivi, les relevés spécifiques au niveau du mât de mesures ont permis d'établir que, sur les 13 espèces recensées sur le site, 7 espèces et 3 groupes d'espèces ont été contactés en altitude. Les espèces les plus souvent contactées sont les pipistrelles, la Sérotine commune et les deux espèces de noctules. D'autres espèces comme la Barbastelle d'Europe, le groupe des oreillardes ou encore le Grand Murin, ont été contactées uniquement à quelques reprises au-dessus de 22,5 m. **Pour l'ensemble des espèces observées, l'activité en altitude (au-dessus de la médiane) des chauves-souris apparaît comme faible. Ceci peut expliquer la faible mortalité observée dans le cadre de ce suivi.**

La comparaison des résultats avec l'étude d'impact semble démontrer, au premier abord, une forte augmentation de la diversité spécifique sur le site. Toutefois, l'évolution importante du matériel d'étude des chauves-souris, des protocoles ainsi que de la pression d'inventaire rend difficilement comparables les résultats de 2015/2016 et de 2004. A noter que, dans le cadre de l'étude d'impact, aucune analyse du niveau d'activité des espèces au sol ou en altitude n'avait été réalisée : il n'est donc pas possible de comparer avec les résultats obtenus en 2015/2016.

Sur l'ensemble des espèces identifiées, les deux espèces de noctules (Noctule commune et Noctule de Leisler), la Sérotine commune et les pipistrelles (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius) constituent les espèces les plus sensibles au risque de mortalité avec les éoliennes.

Concernant le suivi de mortalité, deux chauves-souris ont été constatées au pied des 4 éoliennes considérées sur toute la durée du suivi (août-octobre 2015 et avril-juillet 2016). La Pipistrelle commune est l'espèce qui a été le plus souvent observée dans le cadre du suivi du comportement au sol et également en altitude. La Noctule commune a été contactée uniquement au niveau du mât de mesures ; il s'agit d'une espèce migratrice particulièrement sensible au risque de mortalité.

A titre d'information, les différentes estimations de la mortalité, pour 4 éoliennes du parc, **vont de**

6,28 à 8,54 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 donc être estimée entre 12,56 et 17,08 dépouilles sur les mois d'août à octobre 2015. **Les valeurs obtenues sont cependant peu fiables en raison du faible nombre de cadavres retrouvés.** En effet, lorsque le nombre de cadavres est inférieur à 10, les biais des formules sont trop importants et entraînent une marge d'erreur élevée (Korner-Nievergelt et al. 2011). Il convient de souligner à la fois un biais important lié 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.

Par conséquent, si l'on considère la mortalité brute (2 cadavres trouvés), nous calculons un total de 4 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, à l'issue de 13 sorties durant la période août à octobre 2015 (1 passage par semaine), la présence de deux dépouilles de chauves-souris, et aucun cadavre sur la période d'avril à juillet 2016 (4 passages à raison d'un passage par mois). Ces résultats sont relativement faibles. Donc, il est probable, dans l'état actuel des connaissances de Biotope, que l'incidence du parc sur les populations de chauves-souris soit faible.

Toutefois, en l'absence d'un référentiel permettant d'évaluer finement l'impact d'un parc en fonctionnement, il apparaît 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.

BAS Y., HAQUART A., LAGRANGE H. 2014. - Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mats de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien in Symbioses N° 32, Mars 2014 : pp. 83-87.

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.	Localisation des points d'écoute chauves-souris	53
Annexe 2.	Fiches de terrain	54

Annexe 1. Localisation des points d'écoute chauves-souris



Localisation des points d'écoute chauves-souris - sol et altitude

Suivi de mortalité et du comportement des chiroptères - Parc éolien d'Echalot



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



Annexe 2. Fiches de terrain

Fiche terrain			
Suivi mortalité du Parc éolien d'Echalot (21)			
Date :	02 septembre 2015		Nom du prospecteur : LETERME Franck
Coordonnées	N :	47.614731	Numéro de l'éolienne : R91804
	E :	4.821520	Distance à l'éolienne : 29 mètres
Espèce :	Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)		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 : 47.609823	Numéro de l'éolienne :	R91806
	E : 4.822061	Distance à l'éolienne :	31 mètres
Espèce :	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Etat :	Frais
Cause de la mort :	Barotraumatisme		

Photographie :

