

## Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du Parc éolien de Bodervédan (Morbihan 56)

**RENNES (siège social)**  
Parc d'activités d'Apigné  
1 rue des Cormiers - BP 95101  
35651 LE RHEU Cedex  
**Tél : 02 99 14 55 70**  
**Fax : 02 99 14 55 67**  
[rennes@ouestam.fr](mailto:rennes@ouestam.fr)

**NANTES**  
Le Sillon de Bretagne  
8, avenue des Thébaudières  
44800 SAINT-HERBLAIN  
**Tél. : 02 40 94 92 40**  
**Fax : 02 40 63 03 93**  
[nantes@ouestam.fr](mailto:nantes@ouestam.fr)

### Rapport de l'étude environnementale

**DECEMBRE 2018**  
Code. affaire : 17-0150  
Resp. étude : Brice Normand



**Ouest am**

L'intelligence collective au service des territoires

Ce document a été réalisé par :

*Brice Normand – écologue*

*Willy Maillard - ornithologue*

*Hélène Godefroy - écologue*

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>1 PREAMBULE.....</b>	<b>6</b>
<b>2 LOCALISATION DE L'ETUDE.....</b>	<b>7</b>
<b>METHODOLOGIE .....</b>	<b>8</b>
<b>3 HABITATS .....</b>	<b>9</b>
<b>4 SUIVI DE LA MORTALITE .....</b>	<b>9</b>
4.1 PROSPECTIONS DE TERRAIN.....	9
4.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION .....	11
4.2.1 <i>Prospectabilité et détectabilité.....</i>	<i>11</i>
4.2.2 <i>Tests d'efficacité et de persistance.....</i>	<i>12</i>
4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES .....	13
<b>5 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>14</b>
5.1 TRAVAIL DE TERRAIN .....	14
5.2 TRAITEMENT DES DONNEES.....	15
5.3 ANALYSE DE LA SENSIBILITE .....	15
5.3.1 <i>Niveau de patrimonialité.....</i>	<i>15</i>
5.3.2 <i>Niveau de sensibilité.....</i>	<i>16</i>
5.3.3 <i>Niveau de vulnérabilité.....</i>	<i>16</i>
<b>6 SUIVIS DE L'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE .....</b>	<b>17</b>
6.1 TRAVAIL DE TERRAIN .....	17
6.2 ANALYSE DE LA SENSIBILITE .....	19
6.2.1 <i>Niveau de patrimonialité.....</i>	<i>19</i>
6.2.2 <i>Niveau de sensibilité.....</i>	<i>19</i>
6.2.3 <i>Niveau de vulnérabilité.....</i>	<i>20</i>
<b>7 LIMITES DE LA METHODE .....</b>	<b>21</b>
7.1 SITE ET PROTOCOLE .....	21
7.2 MATERIEL.....	21
7.3 ESPECES ET METHODE ACOUSTIQUE.....	21
<b>RESULTATS.....</b>	<b>22</b>
<b>8 HABITATS .....</b>	<b>23</b>
8.1 HABITATS OBSERVES SUR LE SITE .....	23
<b>9 RESULTATS DES TESTS .....</b>	<b>27</b>
9.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE .....	27
9.2 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE .....	28
<b>10 CHIROPTERES .....</b>	<b>30</b>
10.1 MORTALITE.....	30
10.2 SUIVIS D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE .....	31
10.2.1 <i>Sensibilité potentielle .....</i>	<i>31</i>
10.2.2 <i>Activité par période et par éolienne .....</i>	<i>31</i>

<b>11</b>	<b>AVIFAUNE.....</b>	<b>36</b>
11.1	MORTALITE .....	36
11.2	ESPECES CONCERNEES .....	38
11.3	ESTIMATION DE LA MORTALITE.....	39
11.4	CAUSES DE LA MORTALITE .....	40
11.5	STATUTS DES ESPECES IMPACTEES.....	40
11.6	SUIVIS D'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE .....	41
11.6.1	<i>Migration postnuptiale .....</i>	<i>43</i>
11.6.2	<i>Hivernage .....</i>	<i>46</i>
11.6.3	<i>Migration prénuptiale.....</i>	<i>46</i>
11.6.4	<i>Nidification.....</i>	<i>49</i>
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>51</b>
<b>12</b>	<b>CHIROPTERES.....</b>	<b>52</b>
<b>13</b>	<b>AVIFAUNE.....</b>	<b>52</b>
<b>14</b>	<b>CONCLUSION SUR LA NECESSITE DE REALISER LES SUIVIS EN ANNEE N+1.....</b>	<b>52</b>
	<b>TABLE DES FIGURES.....</b>	<b>53</b>
	<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>54</b>
	<b>ANNEXE.....</b>	<b>55</b>
	<b>ANNEXE 1 : FORMULAIRES DE MORTALITE DE L'AVIFAUNE.....</b>	<b>56</b>

# INTRODUCTION

---

## 1 PREAMBULE

A la demande de la société Energie TEAM, un suivi environnemental du parc en exploitation à Silfiac a été confié au bureau d'études OUEST AM' en 2017-2018.

**Tableau 1 : Parc éolien de Bodervédan**

Parc éolien (département : Morbihan)	Date de mise en service	Nombre d'éoliennes	Numéro des éoliennes	Commune
Bodervédan	Mars 2006	4	E1 E2 E3 E4	Silfiac

Le suivi environnemental est composé de trois parties :

- ✓ suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux,
- ✓ suivi comportemental des oiseaux par observations directes et écoute des chants,
- ✓ suivi comportemental des chauves-souris effectué par écoute directe à l'aide d'un détecteur ultrasonore.

Notre proposition respecte les documents de référence suivants :

- Arrêté du 26 août 2011 concernant les installations classées ICPE (et notamment l'article 121),
- Protocole des suivis environnementaux de parcs éoliens terrestres MEDDE – 2015,

<sup>1</sup> Article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 stipule : « au moins une fois au cours des 3 premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les 10 ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministère chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole ».

## 2 LOCALISATION DE L'ETUDE

Le parc éolien de 4 éoliennes est situé au nord-est du bourg de Silfiac. Le parc est situé à l'ouest du Grand Boduic, ensemble de boisements, de landes et tourbières. Un site Natura 2000 est situé à proximité : la forêt de Quénécan, vallée du Poulancré, landes de Liscuis et gorges du Daoulas (FR5300035).

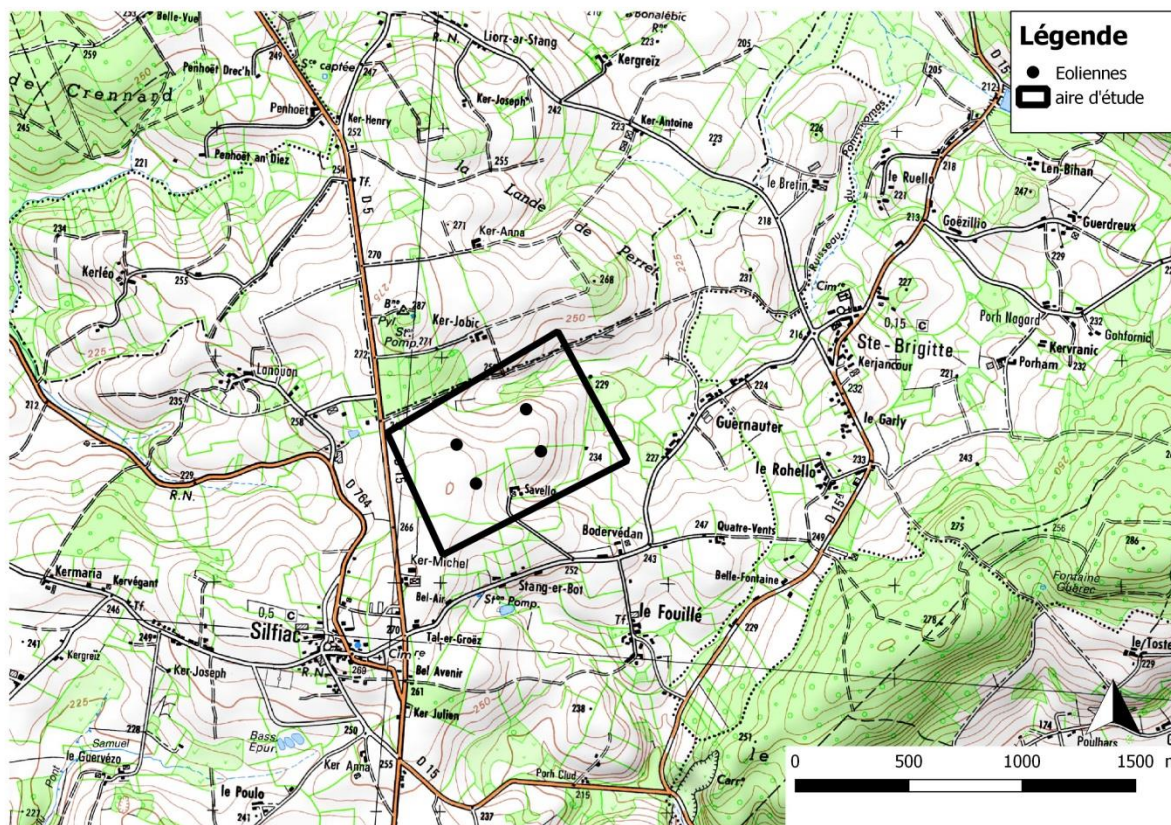


Figure 1 : carte de localisation du Parc de Bodervédan

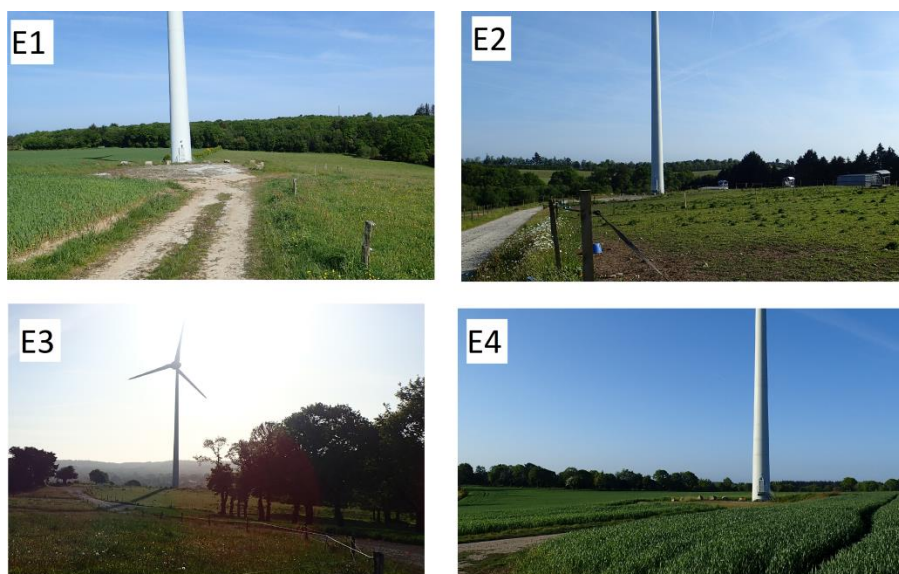


Figure 2 : éoliennes de gauche à droite et de haut en bas E1 à E4

## METHODOLOGIE

---



### 3 HABITATS

L'aire d'étude pour l'identification ou la caractérisation des communautés végétales et des habitats (typologie Corine biotopes) comprend la parcelle d'implantation des éoliennes et les chemins d'accès.

### 4 SUIVI DE LA MORTALITE

#### 4.1 PROSPECTIONS DE TERRAIN

La mission a consisté à prospecter à pied les alentours immédiats des éoliennes selon un quadrillage inclus dans un carré de 100 mètres de côté autour de chaque éolienne (soit un hectare par éolienne) grâce à des points de repères visuels ou GPS (ANDRE, 2004). Les transects au sein de ce quadrillage sont espacés de 25 mètres. Du fait des allers-retours effectués sur chaque ligne, l'espace de la prospection est donc de 12,50 mètres. Ce quadrillage permet une prospection rigoureuse à raison de 35 minutes à 1 heure environ par éolienne en fonction des contraintes (végétation, accès, visibilité, etc.).

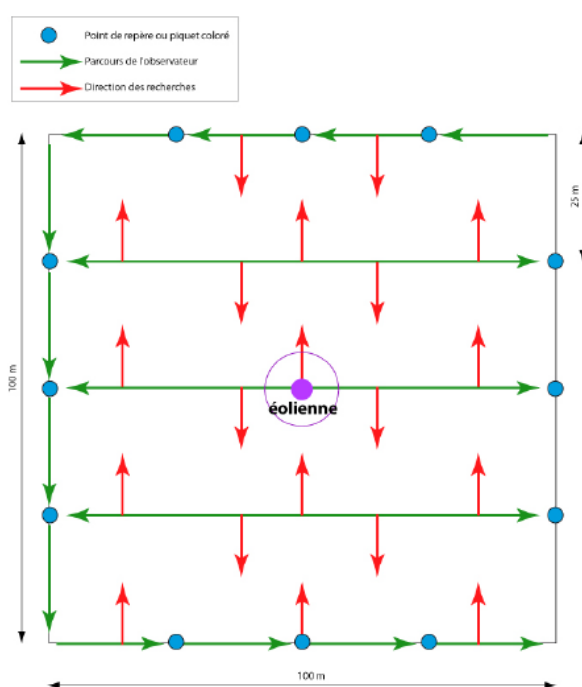


Figure 3 : schéma de prospection sous les éoliennes

Ce quadrillage d'un hectare par éolienne ainsi matérialisé permet une prospection rigoureuse et standardisée.

Lorsque toute la surface n'est pas accessible (végétation trop haute, haies et boisements, travaux agricoles en cours, ...), l'observateur note la surface qu'il a pu prospecter, afin d'appliquer ensuite un facteur de correction.

**Tableau 2: fréquence de prospection par mois**

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total
Bodervedan	3	3	3	3	1	0	0	13 passages

Les résultats sont notés sur une fiche de terrain avec les informations suivantes :

- ✓ l'identification de l'espèce (si possible),
- ✓ l'état apparent du cadavre (description précise),
- ✓ la localisation précise de la découverte (éolienne concernée, emplacement par rapport à celle-ci, coordonnées GPS)
- ✓ la surface prospectée et la détectabilité de celle-ci,
- ✓ les conditions météorologiques

Chaque observation s'accompagne de photos, prises préalablement à la manipulation du cadavre, accompagnées d'une échelle de taille.

L'identification des espèces se fait :

- ✓ de visu sur le terrain, pour les oiseaux peu dégradés,
- ✓ avec un examen plus précis des plumes (si nécessaire pour les oiseaux en état de décomposition avancée),
- ✓ pour les chauves-souris, après retour au bureau, par analyse biométrique, examen des organes génitaux, de la dentition et de la forme des tragus.

Dans tous les cas, les oiseaux sont laissés sur place, et les chauves-souris sont récoltées pour identification et sexage lorsque c'est possible. Les cadavres sont remis sur place lors du passage suivant.

## 4.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION

### 4.2.1 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

Pour estimer le taux de mortalité des oiseaux et des chiroptères, 4 valeurs sont requises :

- ✓ le nombre de carcasses trouvées aux alentours des éoliennes;
- ✓ la persistance moyenne des carcasses (en jours);
- ✓ l'efficacité des observateurs à détecter des carcasses (en %);
- ✓ la proportion de la parcelle inventoriée (en %).
- ✓ la détectabilité des cadavres en fonction de la végétation (en %).

**La prospectabilité** du carré de 100 mètres de côté autour de chaque éolienne se rapporte à la possibilité pour l'observateur d'inspecter ou non l'intégralité de la surface de ce carré. Ainsi, l'occupation du sol peut présenter par exemple un fourré impénétrable sur 10% de la surface du carré, qui reste ainsi non prospecté, alors que des cadavres de chauves-souris peuvent néanmoins s'y trouver.

**La détectabilité** est liée aux difficultés plus ou moins grandes que rencontre l'observateur en fonction de l'état de la végétation sous l'éolienne, et de son évolution en cours d'étude. Un carré peut être occupé en partie par une culture de maïs dont les rangées sont pénétrables et donc prospectables, mais dont la hauteur et le recouvrement, de plus en plus conséquents au fur et à mesure de l'avancement de la saison, rendent difficiles, voire quasi impossibles, les découvertes de cadavres. C'est aussi le cas des céréales à paille ou du ray-grass lorsque la végétation est haute et dense. La zone est alors « prospectable » sans que la détectabilité des cadavres y soit pour autant complète.



Figure 4 : photographies d'exemples de prospectabilité mais avec des détectabilités différentes

#### 4.2.2 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE

Les coefficients correcteurs (test d'efficacité et persistance) ont été établis lors de deux phases de tests en juin et fin août.

L'**efficacité de recherche**, calculée en comparant le nombre de cadavres retrouvés à celui des cadavres préalablement déposés sous l'éolienne, est lié à la performance visuelle de l'observateur.

La **persistance** est liée à la présence de charognards (corvidés, mustélidés, renards, insectes nécrophores ...). Pour l'établir, il faut récupérer, hors site d'étude, des cadavres de souris ou oiseaux de petite taille avant de les déposer dans les carrés de recherche sous les éoliennes. Le nombre de cadavres retrouvés au bout d'une semaine par rapport au nombre de cadavres initialement déposés sous les éoliennes correspond au taux de disparition.



Figure 5 : illustrations de la persistance des cadavres

### 4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES

Les estimateurs de mortalité sont des formules reposant sur des hypothèses de modélisation de la mortalité, plus ou moins simplifiées. A ce jour, aucun modèle n'a été défini comme plus efficace que les autres. L'utilisation de ces trois formules, sert à homogénéiser les résultats entre les études en demandant ces données pour toutes les analyses.

**Tableau 3 : formules d'estimation de la mortalité**

<p>Formule d'Erickson :</p> $N = \frac{I * (Na - Nb)}{t * d} * A$	<p>Avec :</p> <p><b>N</b> : le nombre de cadavre total estimé</p> <p><b>Na</b> : le nombre total d'individus trouvés morts</p> <p><b>Nb</b> : le nombre d'individus tués par autre chose que les éoliennes</p> <p><b>A</b> : le coefficient correcteur surfacique <math>\sum \left( \frac{\text{cadavre/prospectabilité}}{\text{nombre total de cadavres}} \right)</math></p>
<p>Formule de Jones :</p> $N = \frac{Na - Nb}{d * p * e} * A$	<p><b>t</b> : la durée moyenne de persistance des cadavres (en jour)</p> <p><b>d</b> : le taux de découverte, variable en fonction du couvert végétal</p> <p><b>I</b> : la durée de l'intervalle entre les passages (en jours)</p> <p><b>e</b> : le coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à <math>\frac{MIN(1:I)}{I}</math></p>
<p>Formule de Huso :</p> $N = \frac{Na - Nb}{d * p * e} * A$	<p><b>p</b> : le taux de persistance, qui est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- p (pour Huso) : <math>t * \frac{1 - \exp(-\frac{I}{t})}{I}</math></li> <li>- p (pour Jones) : <math>\exp(-0.5 * (\frac{I}{t}))</math></li> </ul>

## 5 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES

### 5.1 TRAVAIL DE TERRAIN

Le suivi des espèces des chiroptères s'est attaché à définir les points suivants :

- ✓ structure et composition du peuplement en période de reproduction ;
- ✓ structure et composition du peuplement en période de migration et de swarming ;
- ✓ stratégie d'occupation spatio-temporelle des habitats et des abords du parc ;
- ✓ étude éco-éthologique des espèces vis-à-vis du parc éolien sur la base d'une carte des habitats remise à jour.

Une sortie est définie par une demi-nuit d'observations et d'écoutes depuis la tombée de la nuit. Un temps spécifique est dédié à la détermination sur place ou au bureau des espèces complexes.

Ces sorties sont destinées à déceler les éventuelles sensibilités chiroptérologiques autour de chacune des éoliennes et sur les parcelles proches.

Les territoires de chasse des chiroptères, les zones de repos et les axes de transits sont étudiés.

Le suivi acoustique envisagé à partir de la tombée de la nuit permet d'avoir un avis plus précis par rapport aux strictes observations de mortalité liée à une ou plusieurs éoliennes.

Le suivi acoustique est effectué par écoute directe à l'aide de détecteurs ultrasonores de type Petterson D240x ou Echometer 3+. Les observations visuelles sont effectuées à l'aide de lampes à intensité variable et à l'aide de jumelles de vision nocturne en infrarouge si nécessaire.

**Tableau 4 : suivi d'activité des chiroptères**

SUIVI CHIROPTEROLOGIQUE 2018		
Date des sorties	Période du cycle biologique	Conditions météorologiques
7 juin	Mise bas	Ciel dégagé, absence de pluie
16 juin		Nuageux
24 juillet	Elevage des jeunes	Ciel dégagé
28 août	Accouplement	Très nuageux, rares averses
25 septembre	Migration	Ciel dégagé
15 octobre		Très nuageux

## 5.2 TRAITEMENT DES DONNEES

Les enregistrements ont été analysés par 2 méthodes en fonction des contextes :

- ✓ directement sur site,
- ✓ analyse sur Batsound® des enregistrements complexes enregistrés.

L'activité a été déterminée par le dénombrement des contacts : occurrence d'une espèce par tranche de 5 secondes, multipliée par le nombre d'individus de cette espèce audible en simultané (limite appréciable = 5 individus). Le nombre de contacts varie de 0 à 60 (12 contactsx5individus) par minute, et de 0 à 3600 par heure (BARATAUD, 2012).

## 5.3 ANALYSE DE LA SENSIBILITE

L'analyse de la sensibilité est basée sur les statuts issus du classement de l'UICN (Union internationale pour la Conservation de la Nature).

Les indices de conservation, de sensibilité et de vulnérabilité sont issus du Guide régional Hauts-de-France – prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens de juillet 2017. Les résultats ont été adaptés à la région Bretagne sur la base de la méthodologie employée dans le guide.

### 5.3.1 NIVEAU DE PATRIMONIALITE

Le niveau de patrimonialité d'une espèce se détermine à partir de son statut de conservation national. Toutefois, si une liste rouge régionale respectant les lignes directrices de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) est validée en Bretagne, l'indice de patrimonialité est déterminé à partir des données régionales.

**Tableau 5 : niveau de patrimonialité des chiroptères**

Statut de conservation	Espèce non protégée	DD, NA, NE	LC	NT	VU	CR et EN*
Niveau de patrimonialité	Absence d'enjeu	Non évaluable	Faible	Modérée	Forte	Très forte

\*DD : Données insuffisantes, NA : Non applicable, NE : Non évalué, LC : préoccupation mineure, NT : Quasi-menacée, VU : Vulnérable, EN : En Danger, CR : En danger critique d'extinction.

### 5.3.2 NIVEAU DE SENSIBILITE

Toutes les espèces de chiroptères n'ont pas la même sensibilité face aux éoliennes. Cette sensibilité varie selon le type de vol (migratoire, nuptial, de chasse...) ainsi qu'en fonction de l'utilisation des habitats.

Le niveau de sensibilité général de chaque espèce est précisé par EUROBATS (cf. tableau ci-après) :

**Tableau 6 : niveau de sensibilité des chiroptères**

Forte	Modérée	Faible
Noctules sp*.	Sérotines sp.	Murins sp.
Pipistrelles sp.	Barbastelle d'Europe	Oreillards sp.
Sérotine bicolore	-	Rhinolophes sp.

\*. Le terme « sp » signifie « toutes les espèces du genre cité précédemment ».

Toutefois, les données de Tobias Duür ont également été analysées pour déterminer le niveau de sensibilité des espèces de la manière suivante :

**Tableau 7 : niveau de sensibilité par nombre de cadavres de chiroptères**

Niveau de sensibilité	Faible	Modérée	Forte
Nombre de cadavres	< 11	11 - 50	>50

Ainsi, lorsque cette méthode rendait compte d'un niveau de sensibilité plus élevé, c'est celui-ci qui a été repris.

### 5.3.3 NIVEAU DE VULNERABILITE

L'indice de vulnérabilité est déterminé pour chaque espèce, **en fonction de l'enjeu de conservation de l'espèce considérée ainsi que de sa sensibilité face aux éoliennes.**

**Tableau 8 : niveau de vulnérabilité des chiroptères**

Indice de conservation	Indice de sensibilité				
	0	1	2	3	4
0	0,5				
1	0,5	1	1,5	2	2,5
2	1	1,5	2	2,5	3
3	1,5	2	2,5	3	3,5
4	2	2,5	3	3,5	4
5	2,5	3	3,5	4	4,5



## 6 SUIVIS DE L'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE

---

L'analyse de la sensibilité est basée sur les statuts issus du classement de l'UICN (Union internationale pour la Conservation de la Nature).

Les indices de conservation, de sensibilité et de vulnérabilité sont issus du Guide régional Hauts-de-France – prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens de juillet 2017. Les résultats ont été adaptés à la région Bretagne sur la base de la méthodologie employée dans le guide.

### 6.1 TRAVAIL DE TERRAIN

---

Selon les recommandations du protocole national (version 2015) avec impact résiduel significatif et niveau de risque 2,5 à 3, et afin de répondre aux exigences de l'étude d'impact, les mesures suivantes ont été retenues :

- ✓ Migration prénuptiale : 3 passages
- ✓ Nidification : 4 passages
- ✓ Migration postnuptiale : 3 passages
- ✓ Hivernage : 2 passages

Afin d'optimiser le suivi, nous avons utilisé plusieurs points d'observation nous permettant une vue la plus dégagée possible sur les secteurs ciblés, à l'aide de jumelles et d'une longue-vue.

En l'absence de points culminants permettant une vue bien dégagée sur l'ensemble du parc, plusieurs points d'observation ont permis le suivi à proximité des éoliennes, en effectuant un roulement au cours de la matinée. En effet, cette proximité permet aussi de noter des espèces qui auraient pu nous échapper en raison d'une distance d'observation ne permettant pas l'identification des passereaux et l'écoute des cris de migration et des chants.

Dès l'aube, toutes les réactions des oiseaux à l'égard des éoliennes ont été consignées : évitement ou non, hauteurs, axes de vol, distance et ampleur des stationnements à proximité, types d'activités, etc.

**Tableau 9 : dates des suivis ornithologiques**

SUIVI ORNITHOLOGIQUE 2017-2018		
Date des sorties	Période du cycle biologique	Conditions météorologiques
26 octobre 2017	Migration postnuptiale	Fais, vent nul, ensoleillé
15 novembre 2017		Frais, vent léger, ensoleillé
29 novembre 2017		Froid, ensoleillé, vent nul
17 janvier 2018	Hiver	Froid et nuageux
12 février 2018		Peu nuageux, frais, vent faible
16 mars 2018	Migration prénuptiale	Frais et nuageux, vent modéré
28 mars 2018		Assez doux et ensoleillé
12 avril 2018		Ensoleillé et doux
12 avril 2018	Nidification	Ensoleillé à couvert, chaud
18 mai 2018		Très chaud et ensoleillé
6 juin 2018		Doux et couvert
26 juin 2018		Chaud et nuageux

Toutes les données comportementales ont été consignées et cartographiées.

Le suivi des espèces d'oiseaux remarquables s'est attaché à définir les points suivants, conformément au cahier des charges :

- ✓ structure et composition du peuplement d'oiseaux,
- ✓ étude éco-éthologique des espèces remarquables vis-à-vis du parc éolien sur la base d'une carte des habitats remise à jour.

## 6.2 ANALYSE DE LA SENSIBILITE

### 6.2.1 NIVEAU DE PATRIMONIALITE

La patrimonialité est définie en fonction de l'enjeu de conservation de l'espèce considérée selon le barème suivant :

**Tableau 10 : niveau de patrimonialité de l'avifaune**

Statut de conservation	Espèce non protégée	DD, NA, NE	LC	NT	VU	CR, EN, RE
Indice de conservation	0	1	2	3	4	5

DD – Données insuffisantes, NA – Non applicable, NE – Non évalué, LC – Préoccupation mineure, NT – Quasi-menacée, VU – Vulnérable, EN – En danger et CR – En danger critique d'extinction, RE – Espèce nicheuse disparue

### 6.2.2 NIVEAU DE SENSIBILITE

Toutes les espèces d'oiseaux n'ont pas la même sensibilité face aux éoliennes. Cette sensibilité varie selon le type de vol (migratoire, nuptial, de chasse...) ainsi qu'en fonction de l'utilisation des habitats.

L'indice de vulnérabilité est déterminé pour chaque espèce, en fonction des données de Tobias Duür sur les mortalités réelles en France.

**Tableau 11 : niveau de sensibilité par rapport aux cadavres de l'avifaune**

Niveau de sensibilité	0	1	2	3	4
Nombre de cadavres	-	< 11	11 - 50	51 - 499	> 500

### 6.2.3 NIVEAU DE VULNERABILITE

Le niveau de vulnérabilité d'une espèce est issu du croisement des données de conservation et de sensibilité selon la grille suivante.

**Tableau 12 : niveau de vulnérabilité de l'avifaune**

Indice de conservation	Indice de sensibilité				
	0	1	2	3	4
0	0,5				
1	0,5	1	1,5	2	2,5
2	1	1,5	2	2,5	3
3	1,5	2	2,5	3	3,5
4	2	2,5	3	3,5	4
5	2,5	3	3,5	4	4,5

## 7 LIMITES DE LA METHODE

---

### 7.1 SITE ET PROTOCOLE

---

Le suivi acoustique est réalisé grâce des points d'écoutes et des transects effectués à pied. Il est donc possible que lors de nos prospections, certains contacts de chauves-souris n'aient pas été notés lors de nos passages. La topographie et l'accessibilité sur le site peuvent également être des limites, toutes les parcelles proches des éoliennes ne sont pas forcément accessibles et donc non prospectées lors des suivis acoustiques.

Il en est de même pour les oiseaux dont une grande partie des migrations se déroule de nuit.

### 7.2 MATERIEL

---

Les enregistrements pour les chiroptères ont été réalisés lors de 6 sorties et non en continu. De ce fait, le jeu de données est moins important.

Toutefois, les prospections permettent d'analyser les données au niveau de chaque éolienne contrairement aux enregistrements en nacelle limités à 1 éolienne pour un parc comprenant un maximum de 8 éoliennes.

### 7.3 ESPECES ET METHODE ACOUSTIQUE

---

Il est difficile de détecter des espèces émettant des signaux à faible intensité, de courte durée et/ou dans des fréquences ne portant qu'à faible distance. C'est par exemple le cas pour les Rhinolophes, et les petites espèces de Murins (BARATAUD, 2012). A contrario, certaines espèces émettent des signaux plus longs et dans des fréquences détectables à longues distances, c'est le cas des noctules par exemple. Les abondances relatives sont donc biaisées par ces différences de détectabilité.

## RESULTATS

---

## 8 HABITATS

### 8.1 HABITATS OBSERVES SUR LE SITE

Le site est composé de cultures à l'ouest et de prairies bocagères à l'est. Une chênaie est localisée au nord du site. Dans un rayon de 300m, selon les données de Corine Land Cover, on recense essentiellement des terres arables et des espaces naturels (boisements au nord).

Un bâtiment ancien est présent entre E4 et E3. Ce bâtiment accueille plusieurs espèces de chauves-souris que nous avons observées lors de nos prospections sur le site : Oreillard gris, Pipistrelle commune et Grand Rhinolophe.

**Tableau 13 : habitats dans un carré de 100m de côté**

Eolienne	Composition des habitats	Code Corine
1	Cultures	82.1 – Champs d'un seul tenant intensément cultivé
	Prairie mésophile	38 – Prairies mésophiles
2	Prairie mésophile	38 – Prairies mésophiles
	haies arborescentes	84.4 - Bocages
3	Prairie mésophile	38 – Prairies mésophiles
	Haies arborescentes	84.4 - Bocages
4	Cultures	82.1 – Champs d'un seul tenant intensément cultivé
	Haies arborescentes	84.4 - Bocages



**Figure 6 : bâtiment accueillant plusieurs espèces de chiroptères**





Figure 7 : intérieur du bâtiment avec présence du Grand Rhinolophe



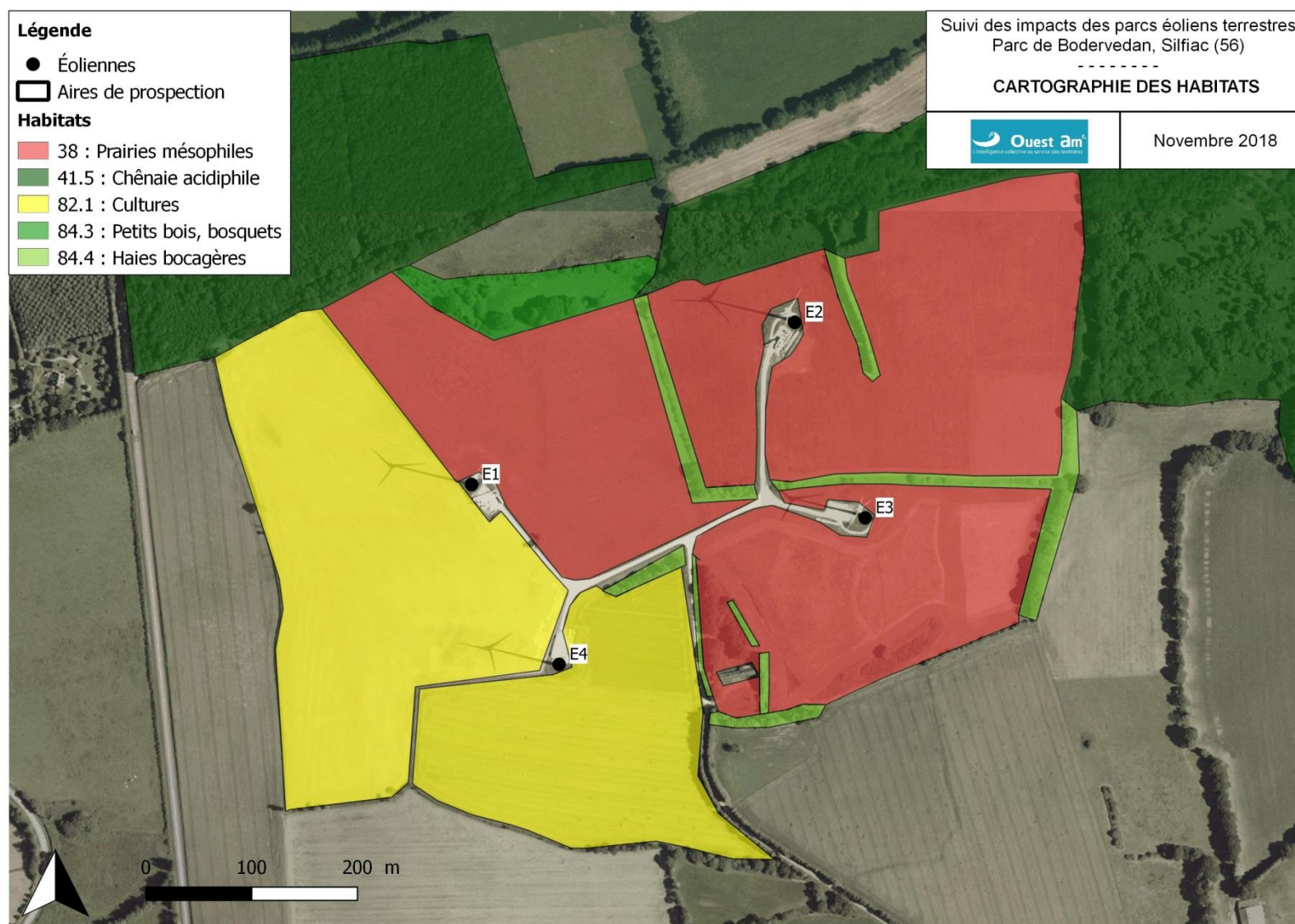


Figure 8 : Carte des habitats à proximité des aires de prospection



Figure 9 : Carte des habitats situés dans un rayon de 300m

## 9 RESULTATS DES TESTS

### 9.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE

L'indice d'efficacité d'observation est de **0,7** lors des deux tests.

Tableau 14 : indice d'efficacité d'observation

	Efficacité d'observation	
	Nombre de cadavres posés	Nombre de cadavres trouvés
juin-18	10	6
sept-18	10	8

La persistance des 20 cadavres des tests a été de 15 jours avant la disparition totale. Avec la formule de persistance suivante, **on obtient une persistance moyenne de 4 jours**.

Formule utilisée pour le calcul de persistance:

$$\frac{(Nb \text{ corps ne persistant que } 1 \text{ jour}_{j+1}) + (Nb \text{ corps ne persistant que } 2 \text{ jours}_{j+2} \times 2) + \dots + (Nb \text{ corps ne persistant que } n \text{ jours}_{j+n} \times n)}{Nb \text{ corps présents}_{Départ}}$$

Tableau 15 : indice de persistance

date du test	nb de cadavres déposés	jour de la recherche				t
		1	5	9	15	
moyenne	20	20	11	4	0	4
Session de juin	10	10	5	0	0	3
Session de septembre	10	10	6	4	0	5



## 9.2 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

Selon les différentes composantes de l'occupation du sol sous les éoliennes, selon son évolution saisonnière et selon l'évolution des modes de gestion, la prospectabilité et la détectabilité ont variées au cours des recherches.

On trouve notamment :

- ✓ E1 : la moitié ouest de la parcelle était cultivée avec une céréale ce que a réduit la période de suivi. L'autre moitié était soit fauchée soit pâturée par des bovins, ne posant que peu de difficultés de prospection.
- ✓ E2 : présente sur une zone de pâturage équin, la parcelle présentait toujours un excellent niveau de détectabilité, mais le caractère parfois agité des chevaux ont plusieurs fois limiter les zones de prospection.
- ✓ E3 : comme pour E2, l'entièreté de la parcelle prospectée est utilisée comme pâture pour des chevaux. Néanmoins la taille bien plus importante de la parcelle a permis la prospection quelque soit l'état émotionnel des chevaux.
- ✓ E4 : la parcelle est entièrement cultivée avec une céréale. Il a donc fallu attendre fin juillet pour prospecter la parcelle avec un bon niveau de visibilité au-delà de la plateforme.

Dans le tableau suivant, sont indiqués la prospectabilité sous chaque éolienne aux différentes dates de suivi. La détectabilité est indiquée par un niveau de couverture végétale :

- ✓ niveau 1 : sol nu (sols labourés, plateformes, ...),
- ✓ niveau 2 : végétations basses (pâturages, prairies fauchées, ...),
- ✓ niveau 3 : végétation haute.

**Tableau 16 : valeurs de prospectabilité et de détectabilité**

Date	Eolienne	Prospectabilité totale		Couvert végétal			Cadavres	
		Réelle	Impraticable	1	2	3	Chiroptères	Oiseaux
18/05/2018	E1	58	42	10	90			
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	9	91	100				
25/05/2018	E1	58	42	10	10	80		
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	9	91	100				
30/05/2018	E1	58	42	10	10	80		
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	9	91	100				
06/06/2018	E1	58	42	10	10	80		
	E2	50	50	20	80			
	E3	100	0	10	90			
	E4	9	91	100				
21/06/2018	E1	58	42	10	10	80		

Date	Eolienne	Prospectabilité totale		Couvert végétal			Cadavres	
		Réelle	Impraticable	1	2	3	Chiroptères	Oiseaux
	E2	50	50	20	80			
	E3	100	0	10	90			
	E4	9	91	100				
26/06/2018	E1	58	42	10	10	80		
	E2	25	75	70	30			
	E3	100	0	10	90			
	E4	9	91	100				
03/07/2018	E1	58	42	10	10	80		
	E2	50	50	20	80			1
	E3	100	0	10	90			
	E4	9	91	100				
17/07/2018	E1	58	42	10	40	50		
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	9	91	100				
27/07/2018	E1	100	0	48	20	32		
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	100	0	100				
03/08/2018	E1	100	0	48	20	32		
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	100	0	100				
16/08/2018	E1	100	0	48	20	32		
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	100	0	100				
28/08/2018	E1	100	0	6	94			
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	100	0	10	90			
20/09/2018	E1	100	0	6	94			
	E2	95	5	10	90			
	E3	100	0	10	90			
	E4	100	0	10	90			

## 10 CHIROPTERES

### 10.1 MORTALITE

Aucun cadavre de chauves-souris n'a été trouvé lors des suivis de mortalité.

Tableau 17 : mortalité de chauves-souris

Date	E1	E2	E3	E4	Météo
18/05/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
25/05/2018	0	0	0	0	Nuageux
30/05/2018	0	0	0	0	Nuageux
06/06/2018	0	0	0	0	Nuageux
21/06/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
26/06/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
03/07/2018	0	0	0	0	Nuageux
17/07/2018	0	0	0	0	Nuageux
27/07/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
03/08/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
16/08/2018	0	0	0	0	Pluvieux
28/08/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
20/09/2018	0	0	0	0	Ensoleillé

## 10.2 SUIVIS D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

### 10.2.1 SENSIBILITE POTENTIELLE

Au total, **7 espèces ont été recensées**. Parmi ces espèces, un murin indéterminé a été noté. La séquence d'enregistrement est trop courte pour déterminer l'espèce. Les signaux sont en « absence moyenne », ce qui correspond à plusieurs espèces potentiellement présentes dans le département.

Parmi les espèces recensées, **4 sont particulièrement sensibles et vulnérables** : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Sérotine commune et le Grand Rhinolophe.

Notons que le Grand Rhinolophe n'a jamais été détecté lors des 6 soirées d'écoute et n'a été observé qu'une fois au niveau du bâtiment. Ce bâtiment sert également de gîtes pour une petite colonie de plus de 3 Oreillards gris.

**Tableau 18 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées**

Nom vernaculaire	Nom latin	Liste rouge Monde	Liste rouge Europe	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Bretagne (2015)	Directive Habitat Faune Flore Annexe 2	Protection nationale	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	LC	NT	LC		Art. 2	2	3	2,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	LC	LC		Art. 2	2	3	2,5
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastellus barbastellus</i>	NT	VU	LC	NT	x	Art. 2	3	1	2
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	LC	LC	LC	LC		Art. 2	2	1	1,5
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	LC	LC	NT	LC		Art. 2	2	3	2,5
Murin sp	<i>Myotis emarginatus</i>									
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	LC	NT	LC	EN	x	Art. 2	5	1	3

\*Liste rouge UICN, Monde, France, Europe

LC : Préoccupation mineure; NT : quasi-menacé ; VU : vulnérable ; EN : En Danger ; DD : données insuffisantes

### 10.2.2 ACTIVITE PAR PERIODE ET PAR EOLIENNE

Les graphiques pages suivantes indiquent que **le mois de juin a été une période de forte activité**, suggérant la présence d'un gîte à Pipistrelle commune à proximité (probablement au niveau du bâtiment servant pour les Oreillards gris et le Grand Rhinolophe).

Sur l'ensemble de l'année, les contacts ont été principalement enregistrés au niveau de E2 (229c/h<sup>2</sup> pour la Pipistrelle commune) et de E1 (156 c/h pour la Pipistrelle commune et 64 c/h pour la Pipistrelle de Kuhl).

Le détail de l'activité par éolienne et par soirée permet d'observer l'absence de pic d'activité se démarquant lors des 6 soirées d'écoute. On note cependant une activité plus importante au niveau de E2 lors de la première soirée le 7 juin.

<sup>2</sup> c/h : nombre de contacts par heure, cf. chapitre méthodologie)

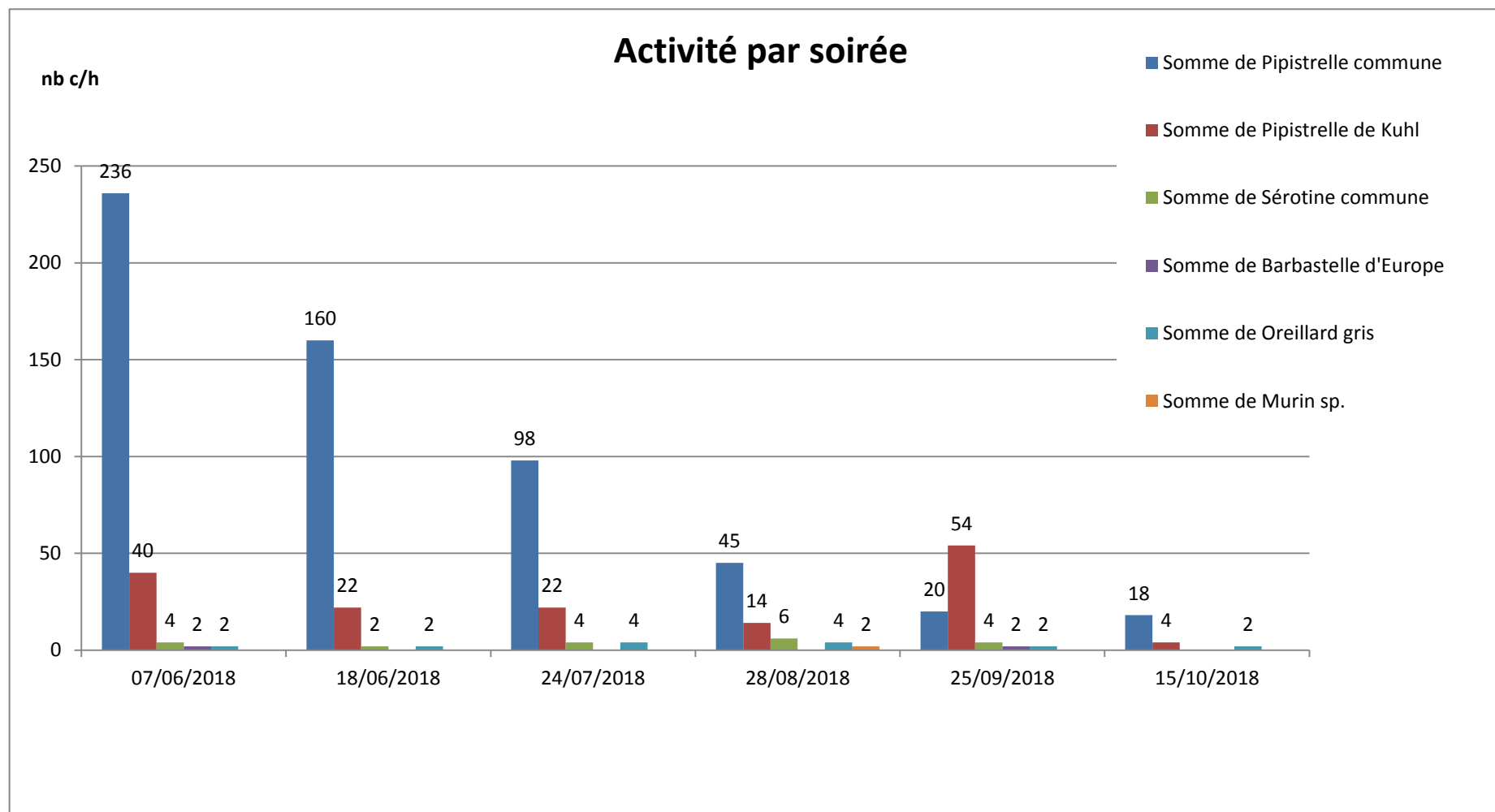


Figure 10 : activité chiroptères – espèces par passage



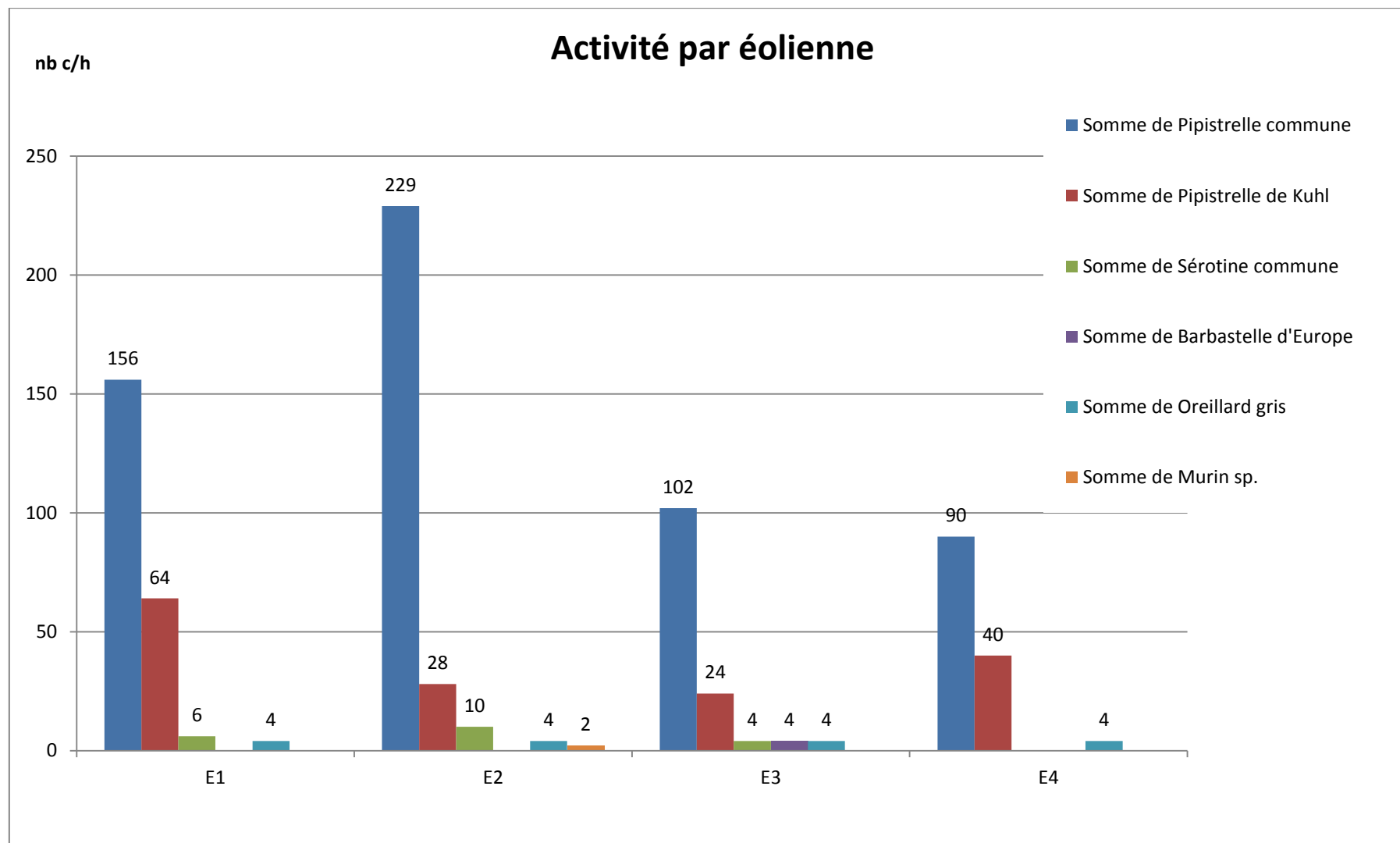


Figure 11 : activité chiroptères – espèces par éolienne

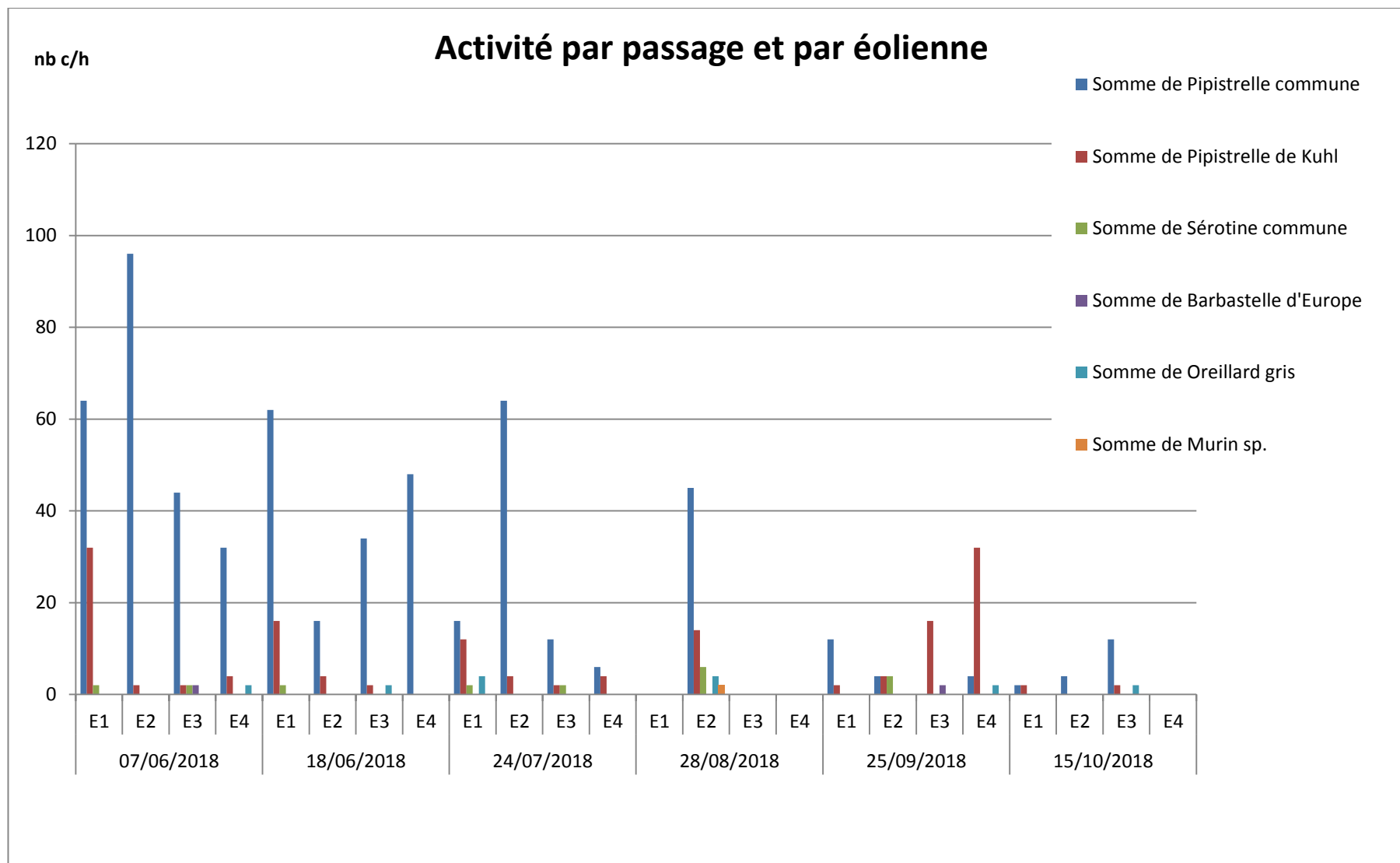


Figure 12 : activité chiroptères – espèces par éolienne, par soirée

Tableau 19 : données brutes d'activité Chiroptérologique

Eolienne	Horaires	Température	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Sérotine commune	Barbastelle d'Europe	Oreillard gris	Murin sp.	Conditions météo
E1	22h30-23h	14°C	64	32	2				Ciel dégagé
E2	23h05-23h35	14°C	96	2					
E3	23h50-00h20	14°C	44	2	2	2			
E4	00h25-01h05	14°C	32	4			2		
E1	22h30-23h	15°C	62	16	2				Nuageux
E2	23h05-23h35	15°C	16	4					
E3	23h50-00h20	15°C	34	2			2		
E4	00h25-01h05	15°C	48						
E1	22h30-23h	17°C	16	12	2		4		Ciel dégagé
E2	23h05-23h35	17°C	64	4					
E3	23h50-00h20	17°C	12	2	2				
E4	00h25-01h05	17°C	6	4					
E1	22h35-23h05	12°C							Très nuageux, rares averses
E2	21h55-22h25	12°C	45	14	6		4	2	
E3	23h10-23h40	12°C							
E4	23h45-00h15	12°C							
E1	21h30-22h	10°C	12	2					Ciel dégagé
E2	22h10-22h40	10°C	4	4	4				
E3	22h50-23h20	10°C		16		2			
E4	23h25-23h55	10°C	4	32			2		
E1	21h-21h30	12°C	2	2					Très nuageux
E2	21h40-22h10	12°C	4						
E3	22h15-22h45	12°C	12	2			2		
E4	22h55-23h25	12°C							

## 11 AVIFAUNE

### 11.1 MORTALITE

Au total **1 cadavre d'oiseau** a été découvert sous les éoliennes du parc de Bodervédan lors des 13 passages. Le cadavre a été collecté à moins de 20m du mât (détail ci-après).

**Tableau 20 : mortalité des oiseaux**

Date	E1	E2	E3	E4	Météo
18/05/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
25/05/2018	0	0	0	0	Nuageux
30/05/2018	0	0	0	0	Nuageux
06/06/2018	0	0	0	0	Nuageux
21/06/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
26/06/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
03/07/2018	0	1 Martinet noir	0	0	Nuageux
17/07/2018	0	0	0	0	Nuageux
27/07/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
03/08/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
16/08/2018	0	0	0	0	Pluvieux
28/08/2018	0	0	0	0	Ensoleillé
20/09/2018	0	0	0	0	Ensoleillé

**Tableau 21 : tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres d'oiseaux**

Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° de l'éolienne	Distance au mat (en m)	Orientation
03/07/2018	Martinets noirs	ind	frais	2	10	S



Figure 13 : Carte de localisation de la mortalité de l'avifaune



## 11.2 ESPECES CONCERNEES

L'espèce d'oiseau retrouvée est un **Martinet noir** (*Apus apus*). Le cadavre a été découvert sur la plateforme de l'éolienne E2 le 3 juillet 2018. Précisons que 11 Martinets noirs ont été observés le 26 juin 2018 (cf. chapitre suivis d'activité avifaune).



Figure 14: Illustration du Martinet retrouvé sur le site

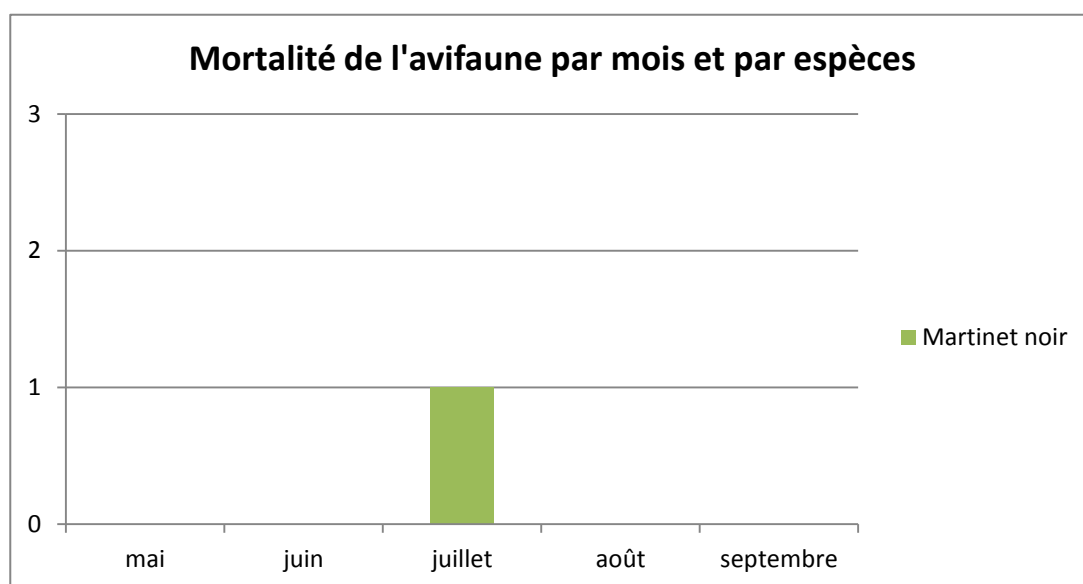


Figure 15 : mortalité par mois et par espèces

## 11.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE

L'estimation de la mortalité a été calculée à l'aide de 3 méthodes : Erickson, Jones et Huso, car les résultats de ces dernières peuvent considérablement varier.

**Tableau 22 : estimation de la mortalité des oiseaux**

Eolienne	Nombre de cadavres comptés	Nombre de cadavre total sur l'année selon Erickson	Nombre de cadavre total sur l'année selon Jones	Nombre de cadavre total sur l'année selon Huso
	Na	N	N	N
E1	0	0	0	0
E2	1	4	7	6
E3	0	0	0	0
E4	0	0	0	0
somme estimée	1	4	7	6

Les estimations du nombre de cadavres de chauves-souris sont les suivants :

- ✓ 0 individu pour l'éolienne E1,
- ✓ Entre 4 et 7 individus pour l'éolienne E2,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E3,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E4.

**Les formules indiquent entre 4 et 7 cas de mortalité potentiels pour l'ensemble du parc sur une année selon les formules.**

Soit en moyenne, **entre 1 et 1,75 cas de mortalité par éolienne par an.**

En utilisant l'estimateur de mortalité induite par les éoliennes du Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive on obtient les résultats suivants :

**Tableau 23 : Estimation de la mortalité avec le site <https://shiny.cefe.cnrs.fr>**

### Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	1.52	0.00	5.67	0.00	3.87
Huso	2.69	0.00	9.75	0.00	6.76
Winkelmann	3.22	0.00	13.51	0.00	9.01
Jones	2.78	0.00	10.06	0.00	6.96

## 11.4 CAUSES DE LA MORTALITE

Les causes de mortalité concernant l'avifaune sont très claires : il s'agit de mortalité par collision provoquant des fractures.

## 11.5 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

Les statuts de protection et de menace de l'espèce impactée sont rappelés ci-dessous.

**Tableau 24 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés**

Nom vernaculaire	Nom latin	Liste rouge Monde	Liste rouge Europe	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Bretagne (2015)	Directive Habitat Faune Flore Annexe 2	Protection nationale	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	NT	-	DD	LC		art. 3	2	3	2,5

\*Liste rouge UICN, Monde, France, Europe

NA : non applicable ; DD : donnée insuffisante ; RE : nicheur disparu ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : Préoccupation mineure



## 11.6 SUIVIS D'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE

Entre octobre 2017 et juin 2018, 36 espèces ont été répertoriées durant le suivi d'activité, ce qui illustre une diversité assez faible de l'avifaune. Les haies et les boisements accueillent quelques espèces de passereaux, mais les habitats sont peu diversifiés, essentiellement constitués de cultures et prairies pâturées. En revanche, la période de reproduction a permis d'apporter de nouvelles espèces, non signalées en transit.

Il faut ajouter que parmi ces espèces, 12 sont connues pour être sensibles aux éoliennes (Alouette des champs, Alouette lulu, Buse variable, Corneille noire, Étourneau sansonnet, Faucon crécerelle, Fauvette à tête noire, Martinet noir, Pigeon ramier, Pinson des arbres, Pouillot véloce, et Rougegorge familier).

**Tableau 25 : statuts de protection et de conservation des oiseaux recensés**

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	LR MONDE (2017)	LR EUROPE (2015)	LR FR NICHEURS (2016)	LR FR HIVERNANT (2016)	LR FR DE PASSAGE (2016)	LR BRETAGNE NICHEURS (2015)	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	LC	LC	LC	NA <sup>c</sup>	-	LC		art. 3	2	0	1
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	LC	LC	NT	LC	NA <sup>d</sup>	LC			2	3	2,5
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	LC	LC	LC	NA <sup>c</sup>	-	LC	X	art. 3	2	3	2,5
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	-	LC		art. 3	2	2	2
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	LC	LC	LC	-	LC	LC	X	art. 3	2	2	2
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	LC	LC	VU	NA <sup>d</sup>	-	VU		art. 3	4	0	2
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	LC	LC	VU	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	NT		art. 3	3	2	2,5
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	LC	LC	LC	NA <sup>c</sup>	NA <sup>c</sup>	LC		art. 3	2	4	3
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	LC	LC	VU	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC		art. 3	2	2	2
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	-	LC			0	3	0,5
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	LC	LC	LC	-	-	DD		art. 3	1	2	1,5
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	LC	LC	LC	LC	NA <sup>c</sup>	LC			0	3	0,5
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	LC	LC	NT	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC		art. 3	2	4	3
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	LC	LC	LC	NA <sup>c</sup>	NA <sup>c</sup>	LC		art. 3	2	3	2,5
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	-	LC			0	2	0,5
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	LC	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	VU		art. 3	4	0	2
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	LC	LC	LC	LC	-	-			-	2	0,5

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	LR MONDE (2017)	LR EUROPE (2015)	LR FR NICHEURS (2016)	LR FR HIVERNANT (2016)	LR FR DE PASSAGE (2016)	LR BRETAGNE NICHEURS (2015)	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	LC	NT	-	LC	NA <sup>d</sup>	-			-	2	0,5
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC			0	2	0,5
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	LC	LC	VU	NA <sup>d</sup>	NA <sup>c</sup>	LC		art. 3	2	2	2
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	LC	LC	NT	-	DD	LC		art. 3	2	3	2,5
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC			2	2	2
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	LC	LC	LC	-	NA <sup>b</sup>	LC		art. 3	2	2	2
Mésange noire	<i>Periparus ater</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	NT		art. 3	3	1	2
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	LC	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	LC			0	3	0,5
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC		art. 3	2	3	2,5
Pinson du Nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	LC	LC	-	DD	NA <sup>d</sup>	-		art. 3	-	0	0,5
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	LC	LC	LC	-	DD	LC		art. 3	2	2	2
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	NT	NT	VU	DD	NA <sup>d</sup>	VU		art. 3	4	2	3
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	LC	LC	-	LC	-	-	X		-	2	0,5
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	LC	LC	NT	-	DD	EN		art. 3	5	2	3,5
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	NA <sup>c</sup>	LC		art. 3	2	3	2,5
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC		art. 3	2	3	2,5
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	LC	LC	LC	NA <sup>d</sup>	-	LC		art. 3	2	1	1,5
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	NT	VU	NT	LC	NA <sup>d</sup>	VU			3	2	2,5
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	LC	LC	VU	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC		art. 3	2	2	2

NA : non applicable ; DD : donnée insuffisante ; RE : nicheur disparu ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : Préoccupation mineure

### 11.6.1 MIGRATION POSTNUPTIALE

Les espèces sont peu nombreuses et concernent des passereaux, des limicoles, et des colombidés, lesquels sont observés en migration active ou en transit journalier, avec des flux concentrés et parfois importants. Parmi les vols notés les plus importants, signalons lors des 3 passages :

- 132 puis 29 Pigeons ramiers en vol sud le 26 octobre au-dessus du bois de Bel Avenir ;
- 113 Etourneaux sansonnets en vol sud-ouest entre E1 et la RD15 le 26 octobre ;
- 108 Pluviers dorés en vol le 28 novembre. Ils dessinent des orbes en arrivant face au parc puis finissent par se poser sur la parcelle bordant la RD15 ;
- 44 Pinsons des arbres le 15 novembre en vol sud-ouest au-dessus du bois de Bel Avenir ;
- 40 Pigeons ramiers le 26 octobre au sud du parc puis 21 le 29 novembre à l'est du parc se dirigeant vers le sud-sud-ouest ;
- 30 Pinsons des arbres en vol sud-est le 15 novembre à l'est du parc, puis 27 en vol ouest au nord du parc le 26 octobre ;
- 25 Grive mauvis en vol ouest le 15 novembre entre les éoliennes E1 et E4.

Les autres vols notés ne concernaient généralement que moins de 15 oiseaux, mais soulignons cependant des vols récurrents chez l'Alouette des champs, principalement le 26 octobre et le 15 novembre pour des effectifs de 28 puis 49 oiseaux.

Quant au Pipit farlouse, il est assez régulier sur les prairies du parc éolien, avec quelques oiseaux en alimentation, mais les seuls groupes en migration active comptabilisaient 23 oiseaux en vol nord-est et sud-ouest le 26 octobre, puis 7 oiseaux en vol ouest le 15 novembre.

Malgré des milieux propices aux rapaces, aucune espèce n'a été décelée durant cette période.

Le 26 octobre, le passage est plus soutenu avec un total de 498 oiseaux empruntant les directions sud, sud-ouest et nord, et un effectif de 201 Pigeons ramiers, soit l'espèce la plus abondante lors de cette matinée.

Une autre espèce a aussi montré des effectifs importants : l'Étourneau sansonnet avec 149 oiseaux.

Le 15 novembre, les effectifs sont en baisse et ne concernent que 30 Grives mauvis et 10 Pipits farlouses. Néanmoins, le passage du Pinson des arbres est dominant avec un effectif de 148, dont deux groupes de 30 et 44 individus en vol sud et sud-ouest.

Le 29 novembre, le groupe le plus important noté en vol est celui du Pluvier doré avec 108 oiseaux.

D'autre part, certains groupes de passereaux (Pinson des arbres et Bruant jaune notamment) arrivant sur le parc, se posent quelques instants sur certaines haies avant de reprendre leur migration. C'est notamment le cas sur les haies à l'ouest de l'éolienne E3.

Soulignons la présence à l'ouest des éoliennes E1 et E4 d'un rassemblement de Pluviers dorés (zone de repos et d'alimentation) le 26 octobre et le 29 novembre. Ces oiseaux arrivent généralement de l'ouest, et peuvent tourner de longues minutes avant de se poser, parfois en contournant une ou deux éoliennes.

Le parc étant localisé sur un point culminant, les éoliennes sont visibles de loin par les migrateurs. Les oiseaux venant du sud le franchissent de part et d'autre des éoliennes, les colombidés et les corneilles ont tendance à passer à l'est à une distance assez importante, près du hameau de Guernauter. Les oiseaux venant de l'ouest transitent de part et d'autre des éoliennes, parfois assez proches de celles-ci, qu'elles soient à l'arrêt ou en marche.

En dehors du Pluvier doré, aucun comportement de contournement du parc n'a été noté lors de la migration postnuptiale, suggérant que la plupart des oiseaux anticipent leur trajet longtemps à l'avance. Ceci est vraisemblablement dû à l'emplacement du parc, situé sur un point culminant. Les éoliennes sont donc perçues de très loin par les migrateurs. En effet, la plupart des vols notés se déroulaient soit à très haute altitude, au-delà du bout des pales, soit entre les différentes éoliennes mais dans ce cas à moins de 50m de hauteur.

Les colombidés sont assez bien représentés sur le site. En effet les vols de Pigeons ramiers sont assez fréquents, notamment au-dessus du bois de Ker Jobic et au sud du parc.

Ajoutons aussi que le Bruant jaune est très régulier au sein du parc, avec des oiseaux en transit à des multiples reprises, se dirigeant vers leurs zones d'alimentation. Notons cependant un vol de 11 oiseaux en migration active le 15 novembre.

Le parc éolien semble donc se situer sur un axe de migration ou de transit assez important, avec, sur l'ensemble des 3 visites, un effectif de 959 oiseaux :

- 498 oiseaux le 26 octobre 2017 ;
- 291 oiseaux le 15 novembre 2017 ;
- 170 oiseaux le 29 novembre 2017.

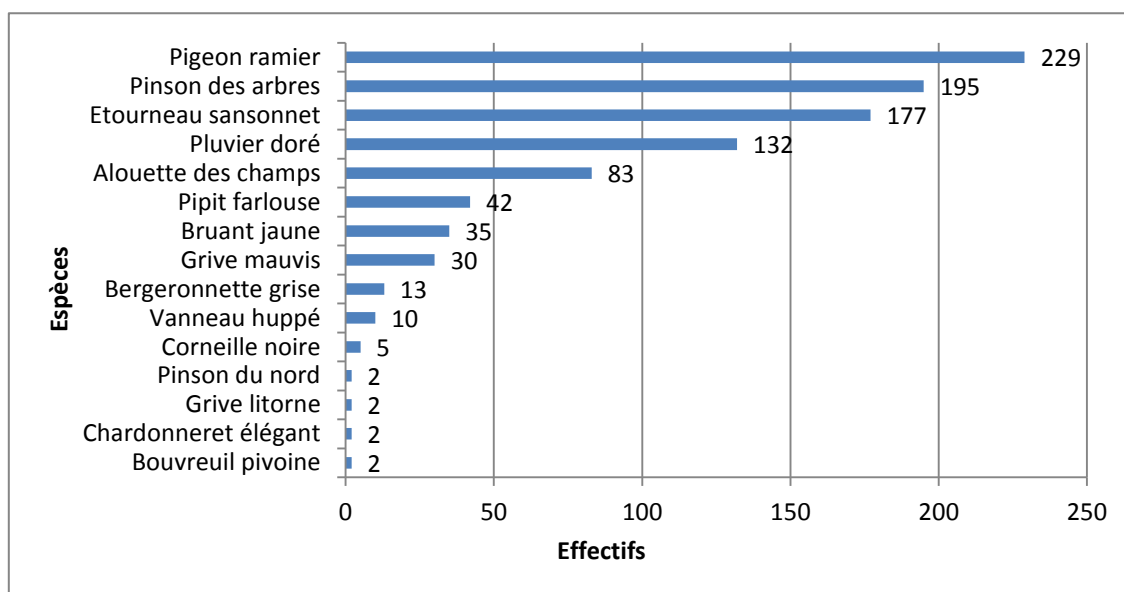


Figure 16 : effectifs par espèce sur l'ensemble de la saison postnuptiale

Globalement, le parc éolien de Bodervaden semble être situé sur un axe de migration pour de nombreux passereaux, surtout entre mi-octobre et fin novembre. Les oiseaux arrivant de l'ouest ou de l'est perçoivent les éoliennes de loin et franchissent ce « col » à hauteur des pales, voire beaucoup plus bas, tout en les évitant. Hormis quelques cas isolés (Pluvier doré, Pigeon ramier), nous n'avons pas noté de changement brusque de direction au contact du parc.



Figure 17: Migration postnuptiale - avifaune

### **11.6.2 HIVERNAGE**

---

Contrairement à la migration postnuptiale, le passage d'oiseaux durant la période hivernale est nettement plus atténué. La plupart des oiseaux notés sur le site le sont principalement en transit :

Malgré un groupe important d'Etourneaux sansonnets s'alimentant sur l'une des prairies le 17 janvier 2018, aucun autre groupe significatif n'a été noté en vol. Les rares transits concernaient entre 1 à 6 oiseaux dans des directions plutôt orientées nord et sud, comme par exemple 6 Grive mauvis et 2 Pipit farlouses en vol nord. Le 12 février, le passage apparaît d'abord plus intense, mais ne concerne que de rares espèces :

- 36 Pinson des arbres en vol est, puis 31 en vol nord-ouest ;
- 13 Etourneaux sansonnets en vol nord ;
- 7 Pipit farlouses en vol ouest ;
- 5 Alouettes des champs en vol nord.

### **11.6.3 MIGRATION PRENUPTIALE**

---

La période de migration prénuptiale étant plus diluée dans l'espace et le temps, il n'est pas surprenant de ne pas avoir constaté d'importants mouvements. Cependant, quelques Pinsons des arbres, Pigeons ramiers et Corneilles noires transitent au sein du parc, mais ceux-ci sont assez isolés et concernent probablement des oiseaux locaux.

Lors du second passage le 12 avril, un vol de 13 Corneilles noires a été noté en vol nord, mais cette observation est liée aux nombreuses parcelles favorables à leur alimentation.

En avril, une majorité de nicheurs sont déjà cantonnés (Alouette des champs, Alouette lulu, Bruant jaune) et les transits ont été peu perceptibles, pourtant, de nombreux migrants ne sont pas encore arrivés sur leurs zones de reproduction. En revanche, 5 Bruants jaunes en vol nord-ouest et un Pipit farlouse en vol nord-est sont considérés comme des migrants. Ajoutons que quelques Hirondelles rustiques ont été observées en vol sud au ras du sol, mais il s'agissait vraisemblablement d'oiseaux en chasse.



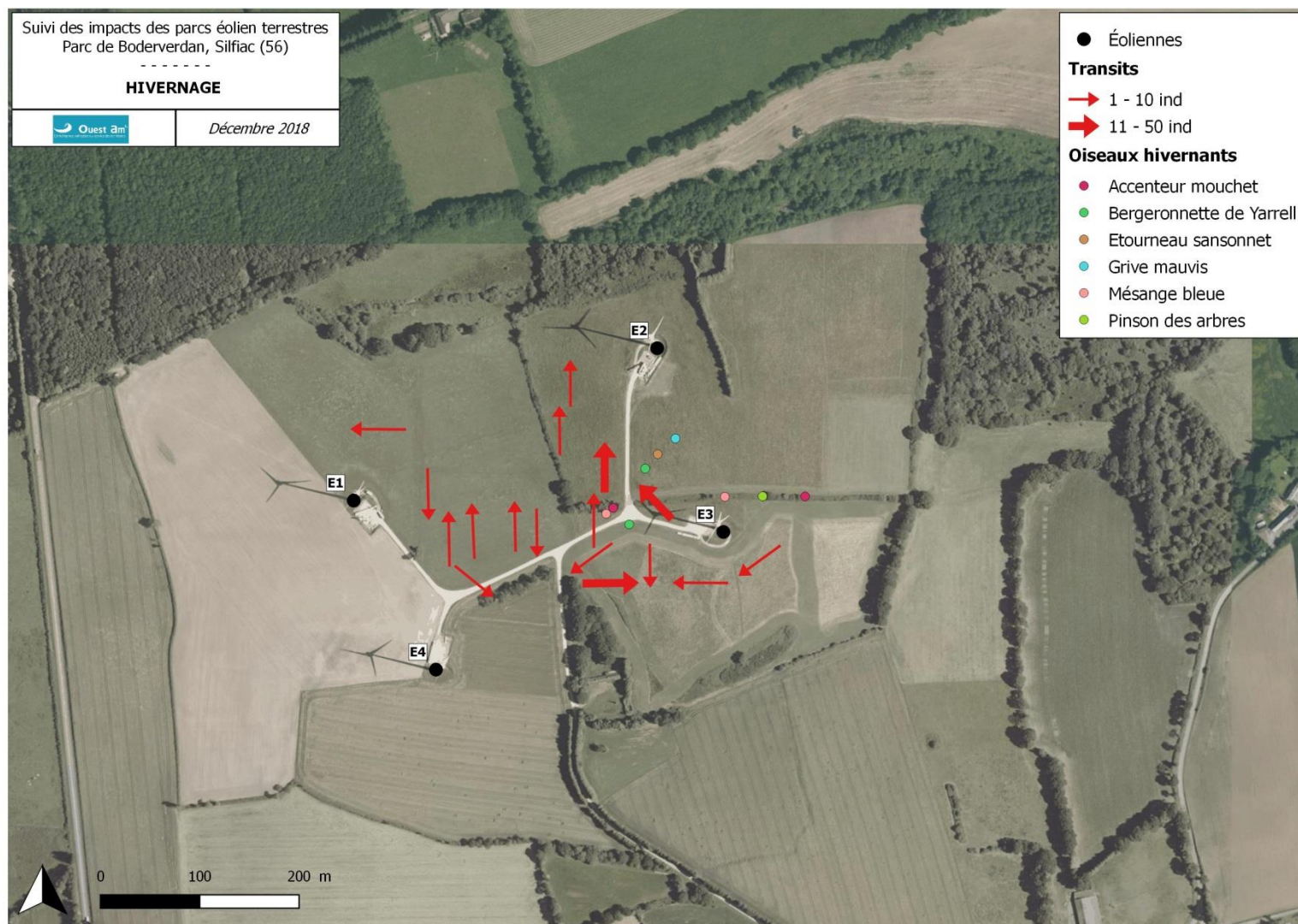


Figure 18: Hivernage - avifaune



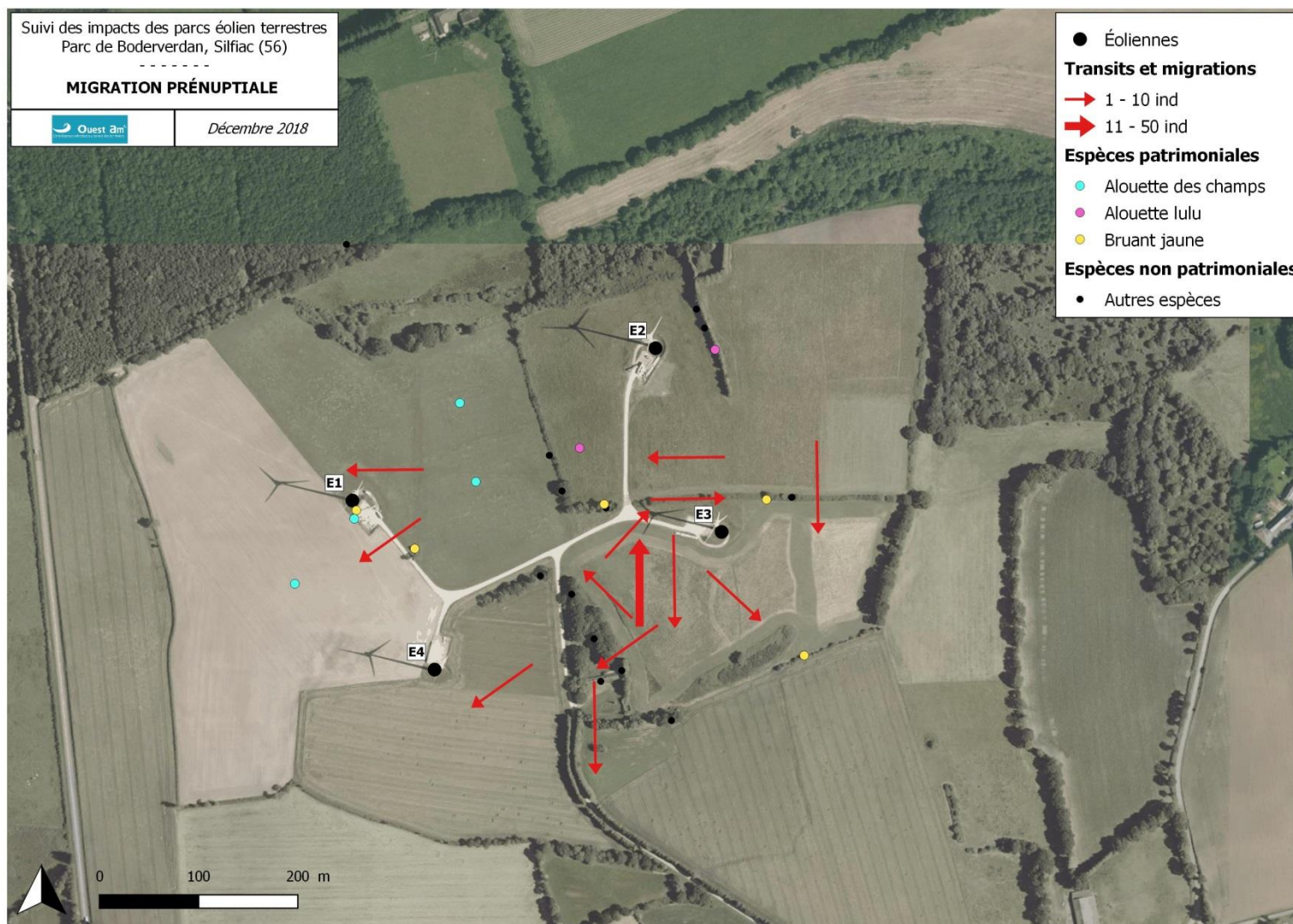


Figure 19: Hivernage - avifaune

#### **11.6.4 NIDIFICATION**

---

Durant cette période, les oiseaux sont beaucoup moins mobiles, notamment les passereaux, qui s'alimentent généralement à proximité de leur site de nidification. Les rares transits notés correspondent généralement à des oiseaux s'envolant d'une haie à une autre. Les autres vols constatés sont ceux des Corneilles noires, omniprésentes sur l'aire d'étude, mais surtout cantonnées à l'est du parc. Néanmoins, une Bondrée apivore a été observée en vol ouest le 18 mai, au nord-ouest du parc. Ajoutons que les vols les plus importants sont dus à l'Étourneau sansonnet, dont la reproduction est déjà terminée et déjà en regroupement postnuptial.

Soulignons aussi quelques espèces se reproduisent à proximité des différentes éoliennes du parc :

- 2 à 3 couples de Bruants jaunes, avec des oiseaux assez mobiles, transitant entre les différentes haies du secteur ;
- 4 chanteurs d'Alouette des champs ;
- 1 voire 2 couples d'Alouette lulu ;
- un couple de Faucon crécerelle probablement nicheur, et venant chasser de temps en temps entre les différentes machines ;
- des petits groupes de Martinets noirs en chasse occasionnellement au-dessus du parc le 26 juin ;

Concernant les alouettes, lors de leur chant et de leur vol nuptial, elles peuvent s'élever à des hauteurs assez importantes. L'Alouette lulu a notamment été observée à plusieurs reprises assez proche des pales de l'éolienne E3, et l'Alouette des champs très proche des pales de l'éolienne E1.

Quant au Bruant jaune, des chanteurs ont été régulièrement vus dans des haies à proximité des éoliennes E1, E2 et E3. Pour ces trois espèces, aucun cas de mortalité n'a été constaté.

D'autre part, l'Hirondelle rustique se reproduit dans les écuries au sud du parc avec au moins 3 nids comptés. Les oiseaux chassent le long des haies à l'ouest de l'éolienne E3, et parfois au-dessus des prairies, mais lors de sa recherche de nourriture, l'espèce vole à basse altitude (moins de 10 mètres).

Notons aussi qu'un couple de Buse variable se reproduit vraisemblablement au sein de ce périmètre, et semble avoir assimilé les éoliennes qu'elles soient à l'arrêt ou en mouvement. Les individus observés sont bien souvent cantonnés au sud de l'éolienne E3.

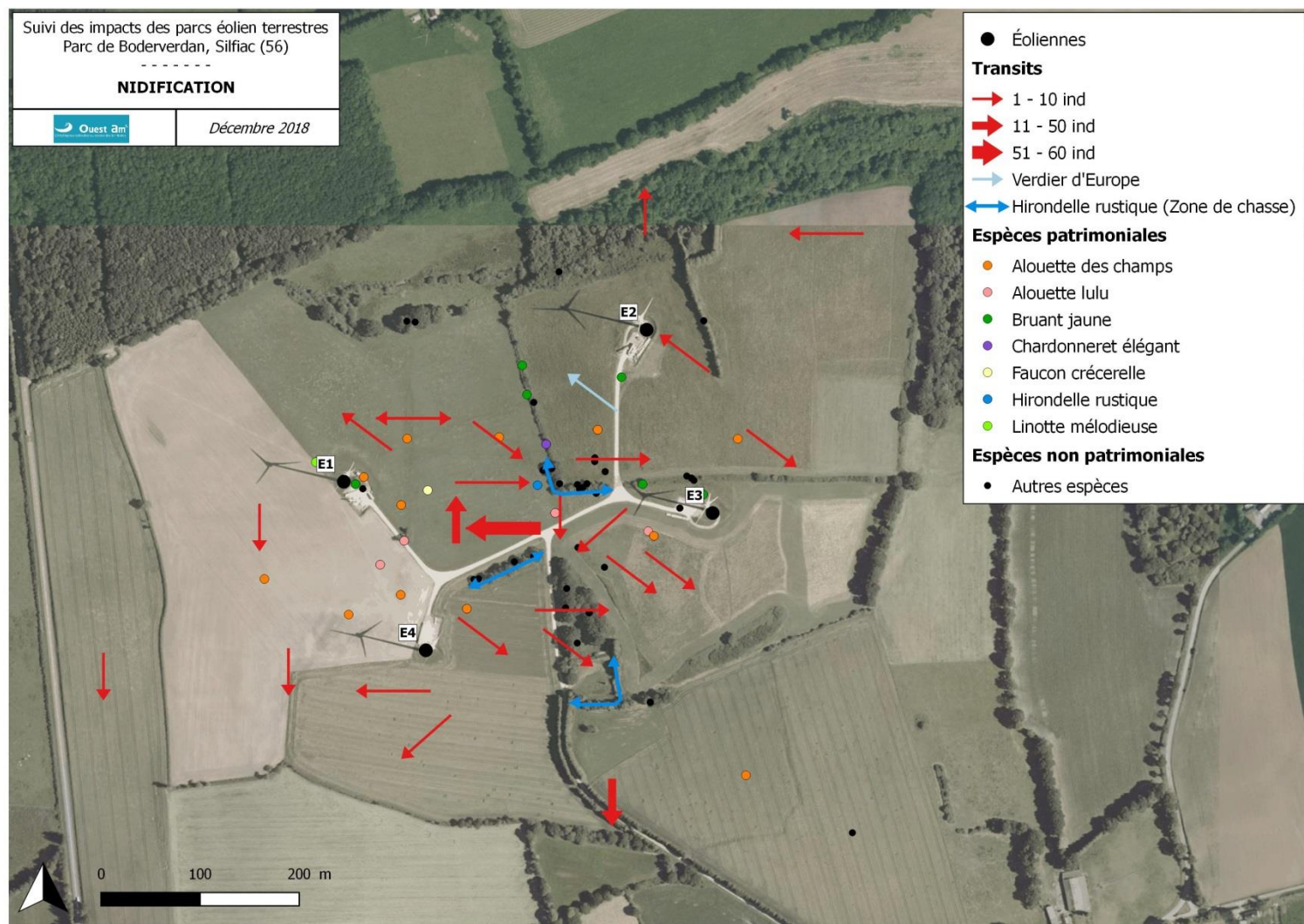


Figure 20: Nidification - avifaune

## CONCLUSION

---



## 12 CHIROPTERES

---

Les résultats observés nous permettent de conclure que le comportement des chiroptères et la mortalité réelle et estimée ne nécessitent pas la mise en place d'un bridage sur le parc.

## 13 AVIFAUNE

---

Les résultats de l'étude de suivi d'activité réalisée en 2017-2018 indiquent une forte activité ornithologique en automne et assez faible en période internuptiale, bien que régulière.

Le parc n'est pas évité par les oiseaux lors des phases de migration. Ils peuvent cependant l'éviter à partir d'une distance que nous ne sommes pas en mesure de percevoir lors des suivis.

Le seul cadavre d'oiseau découvert a été un Martinet noir sous l'éolienne E2. L'espèce n'est pas régulière mais peut chasser en groupe au-dessus du parc. Rappelons qu'un maximum de 11 Martinets noirs a été vu le 26 juin 2018.

Malgré cela, les observations d'impact direct de mortalité sont très faibles et les impacts indirects sur le comportement de l'avifaune ne permettent pas de conclure à la nécessité de réaliser un bridage spécifique sur le parc en question pour l'avifaune.

## 14 CONCLUSION SUR LA NECESSITE DE REALISER LES SUIVIS EN ANNEE N+1

---

Au regard des suivis réalisés et des résultats, nous concluons à la non nécessité de reproduire les suivis en année n+1.

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : carte de localisation du Parc de Bodervédan .....	7
Figure 2 : éoliennes de gauche à droite et de haut en bas E1 à E4.....	7
Figure 3 : schéma de prospection sous les éoliennes .....	9
Figure 4 : photographies d'exemples de prospectabilité mais avec des détectabilités différentes .....	11
Figure 5 : illustrations de la persistance des cadavres .....	12
Figure 6 : bâtiment accueillant plusieurs espèces de chiroptères .....	23
Figure 7 : intérieur du bâtiment avec présence du Grand Rhinolophe.....	24
Figure 8 : Carte des habitats à proximité des aires de prospection.....	25
Figure 9 : Carte des habitats situés dans un rayon de 300m .....	26
Figure 10 : activité chiroptères – espèces par passage .....	32
Figure 11 : activité chiroptères – espèces par éolienne.....	33
Figure 12 : activité chiroptères – espèces par éolienne, par soirée.....	34
Figure 13 : Carte de localisation de la mortalité de l'avifaune.....	37
Figure 14: Illustration du Martinet retrouvé sur le site .....	38
Figure 15 : mortalité par mois et par espèces.....	38
Figure 16 : effectifs par espèce sur l'ensemble de la saison postnuptiale.....	44
Figure 17: Migration postnuptiale - avifaune.....	45
Figure 18: Hivernage - avifaune .....	47
Figure 19: Hivernage - avifaune .....	48
Figure 20: Nidification - avifaune .....	50

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Parc éolien de Bodervédan .....	6
Tableau 2: fréquence de prospection par mois .....	10
Tableau 3 : formules d'estimation de la mortalité .....	13
Tableau 4 : suivi d'activité des chiroptères.....	14
Tableau 5 : niveau de patrimonialité des chiroptères .....	15
Tableau 6 : niveau de sensibilité des chiroptères .....	16
Tableau 7 : niveau de sensibilité par nombre de cadavres de chiroptères .....	16
Tableau 8 : niveau de vulnérabilité des chiroptères.....	16
Tableau 9 : dates des suivis ornithologiques .....	18
Tableau 10 : niveau de patrimonialité de l'avifaune .....	19
Tableau 11 : niveau de sensibilité par rapport aux cadavres de l'avifaune.....	19
Tableau 12 : niveau de vulnérabilité de l'avifaune .....	20
Tableau 13 : habitats dans un carré de 100m de côté.....	23
Tableau 14 : indice d'efficacité d'observation .....	27
Tableau 15 : indice de persistance.....	27
Tableau 16 : valeurs de prospectabilité et de détectabilité .....	28
Tableau 17 : mortalité de chauves-souris.....	30
Tableau 18 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées .....	31
Tableau 19 : données brutes d'activité Chiroptérologique .....	35
Tableau 20 : mortalité des oiseaux .....	36
Tableau 21 : tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres d'oiseaux .....	36
Tableau 22 : estimation de la mortalité des oiseaux .....	39
Tableau 23 : Estimation de la mortalité avec le site <a href="https://shiny.cefe.cnrs.fr">https://shiny.cefe.cnrs.fr</a> .....	39
Tableau 24 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés .....	40
Tableau 25 : statuts de protection et de conservation des oiseaux recensés.....	41



## **ANNEXE**

---

## ANNEXE 1 : FORMULAIRES DE MORTALITE DE L'AVIFAUNE

## FORMULE D'ERICSON

Eolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfacique	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total par ans
	Na	Nb	d	A	I	t	N
E1	0	0	0,7	0	9,3	4	0
E2	1	0	0,7	1,35135135	9,3	4	4
E3	0	0	0,7	0	9,3	4	0
E4	0	0	0,7	0	9,3	4	0

## FORMULE DE JONES

Eolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfacique	Taux de persistance	Intervalle effectif	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Coefficient correcteur	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total par ans
	Na	Nb	d	A	p	Î	I	e	t	N
E1	0	0	0,7	0	0,31270344	8	9,3	0,86021505	4	0
E2	1	0	0,7	1,35135135	0,31270344	8	9,3	0,86021505	4	7
E3	0	0	0,7	0	0,31270344	8	9,3	0,86021505	4	0
E4	0	0	0,7	0	0,31270344	8	9,3	0,86021505	4	0

**FORMULE DE HUSO**

Eolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfactive	Taux de persistance	Intervalle effectif	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Coefficient correcteur	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total par ans
	Na	Nb	d	A	p	Î	I	e	t	N
E1	0	0	0,7	0	0,38805013	8	9,3	0,86021505	4	0
E2	1	0	0,7	1,35135135	0,38805013	8	9,3	0,86021505	4	6
E3	0	0	0,7	0	0,38805013	8	9,3	0,86021505	4	0
E4	0	0	0,7	0	0,38805013	8	9,3	0,86021505	4	0