



## Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du Parc éolien de Muzillac (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

**DÉCEMBRE 2018**  
Code. affaire : 18-0121  
Resp. étude : Brice Normand



**Ouest am**

L'intelligence collective au service des territoires

Ce document a été réalisé par :

*Brice Normand – écologue*

*Hélène Godefroy - écologue*

## Sommaire

<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>10</b>
4.1 PROSPECTIONS DE TERRAIN.....	10
4.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION .....	12
4.2.1 <i>Prospectabilité et détectabilité.....</i>	<i>12</i>
4.2.2 <i>Tests d'efficacité et de persistance.....</i>	<i>13</i>
4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES .....	14
<b>5 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>15</b>
5.1 TRAVAIL DE TERRAIN .....	15
5.2 TRAITEMENT DES DONNEES.....	16
5.3 ANALYSE DE LA SENSIBILITE .....	16
5.3.1 <i>Niveau de patrimonialité.....</i>	<i>16</i>
5.3.2 <i>Niveau de sensibilité.....</i>	<i>17</i>
5.3.3 <i>Niveau de vulnérabilité.....</i>	<i>17</i>
<b>6 LIMITES DE LA MÉTHODE .....</b>	<b>18</b>
6.1 SITE ET PROTOCOLE .....	18
6.2 MATERIEL.....	18
6.3 ESPECES ET METHODE ACOUSTIQUE.....	18
<b>RESULTATS.....</b>	<b>19</b>
<b>7 HABITATS .....</b>	<b>20</b>
7.1 HABITATS OBSERVÉS SUR LE SITE .....	20
7.2 HABITATS DANS UN RAYON DE 300M (PHOTOINTERPRETATION) .....	24
<b>8 RESULTATS DES TESTS .....</b>	<b>26</b>
8.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE .....	26
8.2 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE .....	26
<b>9 CHIROPTERES.....</b>	<b>29</b>
9.1 MORTALITE.....	29
9.2 ESPECES CONCERNEES.....	32
9.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE .....	33
9.4 CAUSES DE MORTALITE.....	34
9.5 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES .....	34
9.6 SUIVIS D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE .....	35
9.6.1 <i>Sensibilité potentielle .....</i>	<i>35</i>
9.6.2 <i>Analyse au regard de la mortalité réelle constatée.....</i>	<i>36</i>
9.6.3 <i>Activité par période et par éolienne .....</i>	<i>37</i>

<b>10</b>	<b>AVIFAUNE.....</b>	<b>41</b>
10.1	MORTALITE .....	41
10.2	ESPECES CONCERNEES .....	44
10.3	ESTIMATION DE LA MORTALITE.....	45
10.4	CAUSES DE LA MORTALITE .....	46
10.5	STATUTS DES ESPECES IMPACTEES.....	46
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>47</b>
<b>11</b>	<b>CHIROPTERES.....</b>	<b>48</b>
<b>12</b>	<b>AVIFAUNE.....</b>	<b>48</b>
<b>13</b>	<b>MESURES DE BRIDAGE ET DE SUIVIS .....</b>	<b>49</b>
	<b>TABLE DES FIGURES.....</b>	<b>50</b>
	<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>51</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>52</b>
	<b>ANNEXE 1 : FORMULAIRES DE MORTALITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>53</b>
	<b>ANNEXE 2 : DONNEES BRUTES D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE .....</b>	<b>54</b>
	<b>ANNEXE 3 : FORMULAIRES DE MORTALITE DE L'AVIFAUNE.....</b>	<b>55</b>

# INTRODUCTION

---

# 1 PREAMBULE

A la demande de la société Uniper, un suivi environnemental du parc en exploitation à Muzillac a été confié au bureau d'études OUEST AM' en 2018.

**Tableau 1 : Parc éolien de Muzillac**

Parc éolien (département : Morbihan)	Date de mise en service	Nombre d'éoliennes	Numéro des éoliennes	Commune
Muzillac	Décembre 2008	6 - 3 éoliennes suivies	E1 E5 E6	Muzillac

Le suivi environnemental est composé de deux parties :

- ✓ Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux,
- ✓ Suivi comportemental des chauves-souris effectué par l'intermédiaire de sorties d'écoutes nocturnes.

La présente étude est conforme aux exigences réglementaires en vigueur lors du lancement de l'étude, à savoir:

- ✓ Arrêté du 26 août 2011 concernant les installations classées ICPE (et notamment l'article 12<sup>1</sup>),
- ✓ Protocole des suivis environnementaux de parcs éoliens terrestres MEDDE – 2015,
- ✓ Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de chiroptères (actualisation 2016 des recommandations de la SFEPM version 2.1 (février 2016)).

**Notons que la présente étude a été commandée et débutée en mars 2018, avant la publication du nouveau protocole de suivi des parcs éoliens terrestres d'avril 2018.**

<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 6 éoliennes est situé au sud-est de la ville de Muzillac. Le parc est situé à proximité d'une ZNIEFF de type 2 (Estuaire de la Vilaine et marais dépendants Id : 530014740), d'un site NATURA 2000 directive habitat (Estuaire de la Vilaine Id : FR5300034) et d'un site NATURA 2000 directive oiseaux (Baie de la Vilaine Id : FR5310074). **Seules les éoliennes E1, E5 et E6 ont été étudiées dans le cadre de cette étude.**

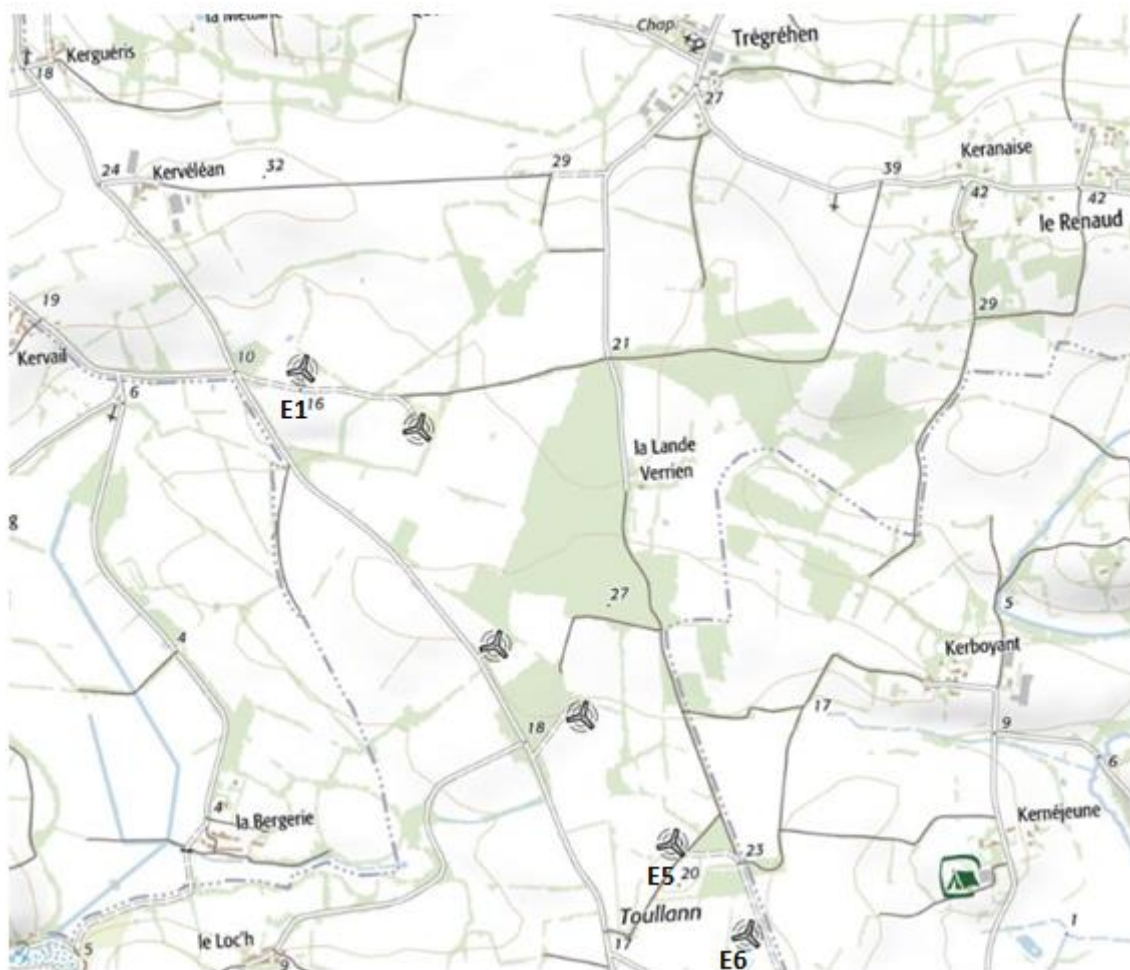


Figure 1 : Carte de localisation du Parc de Muzillac



Figure 2 : Eoliennes E1, E5 et E6

## METHODOLOGIE

---



### 3 HABITATS

Tableau 2 : Date d'inventaire des habitats et de la flore

Date	Nature des observations	Intervenants
02 juillet 2018	Habitat-flore	Brice Normand

L'identification ou la caractérisation des différentes communautés végétales ou unités de végétation est basée sur l'utilisation de la méthode de la phytosociologie sigmatiste.

Le niveau de précision des unités de végétation suit les préconisations suivantes :

- ✓ pour les communautés végétales à fort intérêt (habitats d'intérêt communautaire, végétations des zones humides d'intérêt, végétations à forte naturalité) : le rang de l'association ou à défaut de l'alliance,
- ✓ pour les autres végétations naturelles ou semi-naturelles : rang de l'alliance,
- ✓ pour les milieux anthropisés : le code Corine biotopes.

Les correspondances avec les codes Corine biotopes sont établies pour chaque unité de végétation identifiée susceptible d'être rattachée à ces différents référentiels.

Pour chaque habitat décrit, dans un encadré bleu, la correspondance au synsystème est précisée. Pour les habitats dégradés, semi-naturels ou pour les zones de cultures, un relevé de végétation est indiqué.

La correspondance en phytosociologie sigmatiste est indiquée avec description succincte liée au syntaxon.

La correspondance à la nomenclature des cahiers d'habitats Natura 2000 est précisée le cas échéant.

Les résultats sont présentés par habitat du référentiel Corine biotopes avec les précisions quant aux appartenances au référentiel de la phytosociologie sigmatiste. Le document de référence utilisé est « Classification physionomique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays-de-la-Loire. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 262 p. Delassus, Magnanon et al., 2014 ».

La caractérisation des **zones humides** s'effectue par **l'analyse de la flore et des sols**.

## 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.).

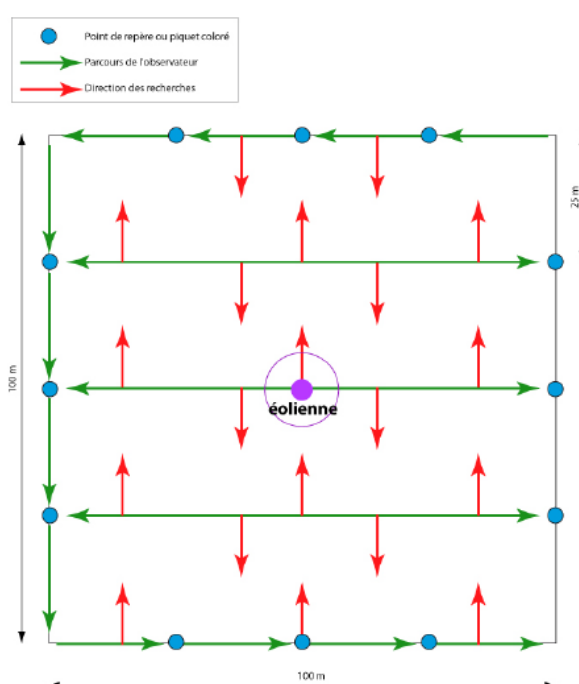


Figure 3 : Schéma de prospection sous les éoliennes

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 3: Fréquence de prospection par mois

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total
Muzillac	1	4	5	3	4	3	0	20 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, 5 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 4 : 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(\hat{I}: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 jusqu'à 2-3 heures du matin pour les chiroptères. 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 5 : Suivi d'activité des chiroptères**

SUIVI CHIROPTEROLOGIQUE 2018		
Date des sorties	Période du cycle biologique	Conditions météorologiques
12 juin	Mise bas	Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
18 juin		Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
03 juillet	Elevage des jeunes	Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité sauf E5 : à l'arrêt
18 juillet	Accouplement	Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
13 septembre	Migration	Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
18 octobre		Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité

## 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 6 : Niveau de patrimonialité**

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 7 : Niveau de sensibilité par espèce**

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 8 : Niveau de sensibilité par nombre de cadavres**

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 9 : Niveau de vulnérabilité**

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 LIMITES DE LA MÉTHODE

---

### 6.1 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.

### 6.2 MATERIEL

---

Les enregistrements liés à la méthode employée ont été réalisés lors de 7 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.

### 6.3 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

---

## 7 HABITATS

### 7.1 HABITATS OBSERVÉS SUR LE SITE

Le tableau suivant comprend l'ensemble des habitats recensés au niveau de l'aire d'étude.

**Tableau 10 : Habitats recensés au niveau de l'aire d'étude**

Intitulé Corine biotopes	Code Corine biotopes	Syntaxon	Intitulé Natura 2000	Code Natura 2000
<b>Zones non humides</b>				
Landes à Fougères	31.86		Aucun	/
Pâturages continus	38.11	<i>Cynosurion cristati</i>	Aucun	/
Prairies des plaines médio-européennes à fourrage	38.22	<i>Arrhenatherion s.s.</i>	Aucun	
Prairies sèches améliorées	81.1		Aucun	/
Champs d'un seul tenant intensément cultivés	82.1		Aucun	/
Plantations de Pins européens	83.3112		Aucun	/
Petits bois, bosquets	84.3		Aucun	/
Bocages	84.4		Aucun	/

➤ **Landes à Fougères (31.86)**

Formations végétales dominées par la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*). Aucun relevé de végétation n'a donc été réalisé.

➤ **Pâturages continus (38.11)**

Ces prairies sont des pâturages mésophiles pâturées et fertilisées, relativement pauvres en espèces. Aucune espèce recensée dans ce groupement n'est protégée à l'échelle du territoire.

➤ **Prairies des plaines médio-européennes à fourrage (38.22)**

Cette typologie désigne les prairies mésotrophes à eutrophes fauchées. Toutefois, ces prairies peuvent également être utilisées pour le pâturage et ne contiennent donc pas toutes les espèces caractéristiques des prairies uniquement fauchées ou dans des proportions différentes.

➤ **Prairies sèches améliorées (81.1)**

Ces prairies sont des prairies permanentes semées ou très fortement fertilisées, liées à une végétation commensale des cultures, souvent appauvries en espèce. Ici les prairies sont riches en Ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum*), une espèce cultivée comme plante fourragère. Ce type de prairie n'est pas rattaché à un syntaxon phytosociologique donné car impossible à caractériser. Cet habitat n'héberge aucune espèce patrimoniale.



Figure 6 : Prairie sèche améliorée.

➤ **Champs d'un seul tenant intensément cultivés (82.1)**

Ce milieu ne représente pas d'intérêt floristique particulier. Aucun relevé de végétation n'a été réalisé car les parcelles en question étaient une culture intensive de céréales (maïs et blé), sans végétation messicole ou observable lors des inventaires. Aucune espèce végétale protégée et/ou patrimoniale n'a été constatée sur celle-ci.

➤ **Plantation de Pins (83.3112)**

Il s'agit d'une plantation de pins en mosaïque avec des clairières de Ptéridaies et des fruticées atlantiques à *Prunus spinosa* et *Rubus fruticosus* (31.86 x 31.87 x 83.8112). On y recense des espèces des chênaies acidiphiles avec le Chêne pédonculé (*Quercus robur*) présent en forte proportion notamment dans la plantation la plus à l'ouest.

Relevé de végétation : *Pinus* sp., *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Crataegus monogyna*, *Lonicera periclymenum*, *Pteridium aquilinum*, *Ulex europaeus*, *Cytisus scoparius*, *Dactylis glomerata*, *Potentilla erecta*, *Teucrium scorodonium*.



Figure 7 : Plantation de conifères et ptéridaies

#### ➤ Petits bois, bosquets (84.3)

Boisements acidiclins en contact avec des parcelles céréalières ou des prairies. L'intérêt floristique de ce groupement est moindre. Cette formation ne contient aucune espèce patrimoniale et/ou protégée.

Relevé de végétation: *Pinus sp.*, *Quercus robur*, *Crataegus monogyna*, *Hedera helix*, *Lonicera periclymenum*, *Ulex europaeus*, *Prunus avium*, *Prunus spinosa*, *Salix atrocinerea*, *Cytisus scoparius*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* subsp. *Bertolonii*, *Poa pratense*, *Anthoxanthum odoratum*, *Plantago lanceolata*, *Carex sylvatica*, *Clinopodium vulgare*, *Erica cinerea*, *Epilobium hirsutum*, *Urtica dioica*.

#### ➤ Bocages (84.4)

Sur site, le bocage est représenté par des haies arborées multistrate disposées de façon linéaire, entremêlés de prairies et de cultures. Les arbres caducifoliés de ces haies sont communs dans le département.

Relevé de végétation: *Pinus sp.*, *Quercus robur*, *Crataegus monogyna*, *Salix atrocinerea*, *Prunus spinosa*, *Cytisus scoparius*, *Lonicera periclymenum*, *Ulex europaeus*, *Pteridium aquilinum*, *Torilis arvensis*, *Teucrium scorodonium*, *Dactylis glomerata*, *Crepis capillaris*, *Convolvulus arvensis*, *Centaurea jacea*, *Jacobaea vulgare*, *Agrostis capillaris*, *Cirsium arvense*, *Rumex crispus*, *Galium aparine*, *Echium vulgare* (7), *Hypericum perforatum* (7), *Oenanthe crocata* (1), *Erica cinerea* (3), *Jasione montana*,



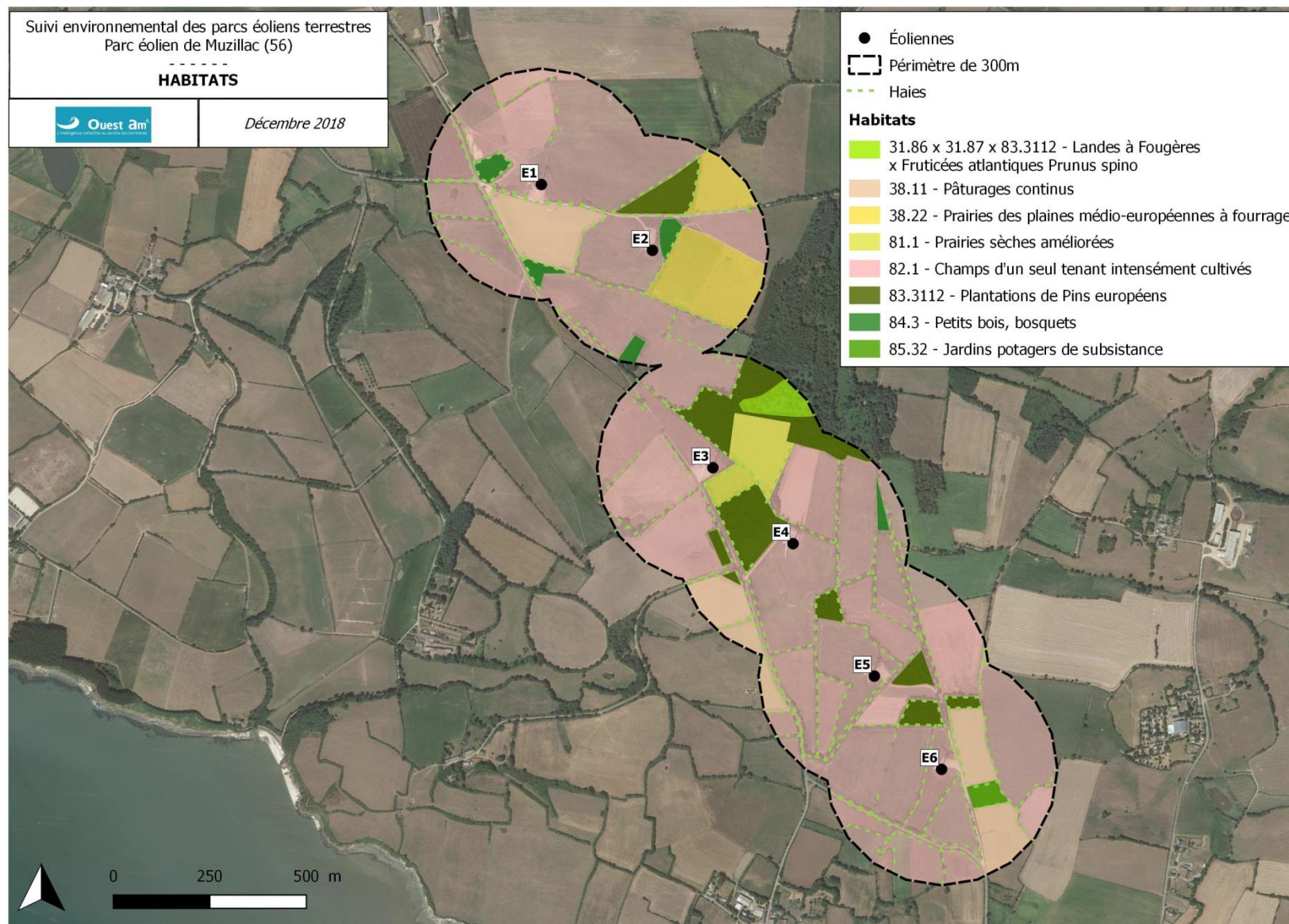


Figure 8 : Carte des habitats à proximité des aires de prospection

## 7.2 HABITATS DANS UN RAYON DE 300M (PHOTOINTERPRETATION)

---

Les habitats situés dans un rayon de 300 mètres autour de chaque éolienne ont été déterminés par photo-interprétation à l'aide des codes CORINE Land Cover (cf. carte page suivante).

Cette analyse permet de distinguer les habitats suivants sur le périmètre d'étude :

- ✓ terres arables hors périmètres d'irrigation,
- ✓ forêts de conifères,
- ✓ forêts mélangées.

Le site est essentiellement composé de bocages et de boisements (plantations).





Figure 9 : Habitats situés dans un rayon de 300 mètre autour des éoliennes sur le parc de Muzillac.

## 8 RESULTATS DES TESTS

### 8.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE

L'indice de découverte a été de 0,7 lors des deux tests.

Tableau 11 : indice d'efficacité d'observation

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

La persistance des 20 cadavres des tests a été de 10 jours avant la disparition totale. Avec la formule de persistance suivante, on obtient une **persistance de 3,24 jours**.

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

Tableau 12 : indice de persistance

date du test	nb de cadavres déposés	jour de la recherche			t
		1	5	10	
moyenne	20	20	11	0	<b>3,2</b>
Session de juin	10	10	6	0	3,4
Session d'août	10	10	5	0	3

### 8.2 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 : un champ de maïs entourant l'éolienne, dont les rangées sont pénétrables et prospectables, mais dont la hauteur et le recouvrement de plus en plus conséquents au fur et à mesure de l'avancement de la saison, rendait difficile voir quasi impossible les découvertes de cadavres jusqu'à la récolte du maïs début septembre.
- ✓ E5 : un champ de blé entourant l'éolienne, non prospectable jusqu'au sa récolte début juillet.

- ✓ E6 : un champ de maïs entourant l'éolienne, dont les rangées sont pénétrables et prospectables, mais dont la hauteur et le recouvrement de plus en plus conséquents au fur et à mesure de l'avancement de la saison, rendait difficile voir quasi impossible les découvertes de cadavres jusqu'à la récolte du maïs début septembre.

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 13 : Valeurs de prospectabilité et de détectabilité**

Date	Eolienne	Prospectabilité totale		Couvert végétal			Cadavres	
		Réelle	Impraticable	1	2	3	Chiroptères	Oiseaux
15/05/2018	E1	100	0	29	71			
	E5	19	81	100				
	E6	95	5	16	84			
07/06/2018	E1	100	0	29	71			
	E5	19	81	100				
	E6	95	5	18	82			
12/06/2018	E1	100	0	29	71			
	E5	19	81	100				
	E6	95	5	16	84			
19/06/2018	E1	100	0	29	71			
	E5	19	81	100				
	E6	95	5	16	84			
22/06/2018	E1	100	0	29	71			1
	E5	19	81	100				
	E6	95	5	18	82			
02/07/2018	E1	100	0	29	71			
	E5	19	81	100				
	E6	95	5	16	84			
09/07/2018	E1	30	70	100				
	E5	100	0	19	81			
	E6	20	80	20				
17/07/2018	E1	30	70	100				
	E5	100	0	19	81			1
	E6	20	80	100				
24/07/2018	E1	30	70	100			1	
	E5	100	0	19	81			1
	E6	20	80	100				
31/07/2018	E1	30	70	100				
	E5	100	0	19	81			1

Date	Eolienne	Prospectabilité totale		Couvert végétal			Cadavres	
		Réelle	Impraticable	1	2	3	Chiroptères	Oiseaux
	E6	20	80	100				
14/08/2018	E1	30	70	100			2	
	E5	100	0	19	81			1
	E6	20	80	100				
22/08/2018	E1	30	70	100			3	
	E5	100	0	19	81			1
	E6	20	80	100				
27/08/2018	E1	30	70	100				
	E5	100	0	19	81			1
	E6	20	80	100				
05/09/2018	E1	30	70	100				
	E5	100	0	19	81			
	E6	20	80	100				
13/09/2018	E1	30	70	100				
	E5	100	0	19	71			
	E6	95	5	16	84			
20/09/2018	E1	30	70	100				
	E5	100	0	19	81			
	E6	95	5	16	84			
26/09/2018	E1	30	70	100				
	E5	100	0	19	81			
	E6	95	5	16	84			
05/10/2018	E1	100	0	29	71			1
	E5	100	0	100				
	E6	95	5	16	84			
11/10/2018	E1	100	0	29	71			
	E5	100	0	100			1	
	E6	95	5	16	84			
18/10/2018	E1	100	0	29	71			
	E5	100	0	19	81		4	
	E6	95	5	100				

## 9 CHIROPTERES

### 9.1 MORTALITE

Au total **11 cadavres de chauves-souris** ont été trouvés lors des différentes prospections réalisées. Tous les cadavres ont été collectés à une distance inférieure à 40 mètres du mât (détail ci-après).

**Tableau 14 : Mortalité de chauves-souris**

Date	E1	E5	E6	Météo
15/05/2018	0	0	0	Ensoleillé
07/06/2018	0	0	0	Nuageux – Pluie fine
12/06/2018	0	0	0	Ensoleillé
19/06/2018	0	0	0	Ensoleillé
22/06/2018	0	0	0	Ensoleillé
02/07/2018	0	0	0	Pluie
09/07/2018	0	0	0	Ensoleillé
17/07/2018	0	0	0	Ensoleillé
24/07/2018	1 Pipistrelle commune	0	0	Ensoleillé
31/07/2018	0	0	0	Ensoleillé
14/08/2018	2 Pipistrelle commune	0	0	Ensoleillé
22/08/2018	2 Pipistrelle commune & 1 Noctule de Leisler	0	0	Ensoleillé
27/08/2018	0	0	0	Nuageux
05/09/2018	0	0	0	Nuageux
13/09/2018	0	0	0	Nuageux
20/09/2018	0	0	0	Ensoleillé
26/09/2018	0	0	0	Ensoleillé
05/10/2018	0	0	0	Ensoleillé
11/10/2018	0	1 Pipistrelle commune	0	Nuageux - Pluie
18/10/2018	0	2 Pipistrelle commune & 1 Pipistrelle de Kuh & 1 Pipistrelle de Nathusius	0	Ensoleillé

**Tableau 15 : Distances au mât des cadavres trouvés**

Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° de l'éolienne	Distance au mât (en m)	Orientation
24/07/2018	Pipistrelle commune	Mâle	Frais	E1	9	S
14/08/2018	Pipistrelle commune	Femelle	Frais	E1	5	S
14/08/2018	Pipistrelle commune	Mâle	Frais	E1	13	SO
22/08/2018	Pipistrelle commune	Ind	Décomposition	E1	7	S
22/08/2018	Pipistrelle commune	Ind	Décomposition	E1	4	N

Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° de l'éolienne	Distance au mât (en m)	Orientation
22/08/2018	Noctule de Leisler	Mâle	Frais	E1	18	S
11/10/2018	Pipistrelle commune	Mâle	Décomposition	E5	40	O
18/10/2018	Pipistrelle commune	Ind	Frais	E5	15	O
18/10/2018	Pipistrelle commune	Femelle	Frais	E5	17	O
18/10/2018	Pipistrelle de Kuhl	Mâle	Frais	E5	20	O
18/10/2018	Pipistrelle de Nathusius	Ind	Décomposition	E5	35	O





Figure 10 : Carte de localisation de la mortalité des Chiroptères

## 9.2 ESPECES CONCERNEES

L'espèce principalement retrouvée est la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) qui à elle seule représente 73% des cadavres découverts. On retrouve également de la **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*), de la **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) et de la **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) avec 1 cadavre découvert (soit 9% de la mortalité totale des chauves-souris).

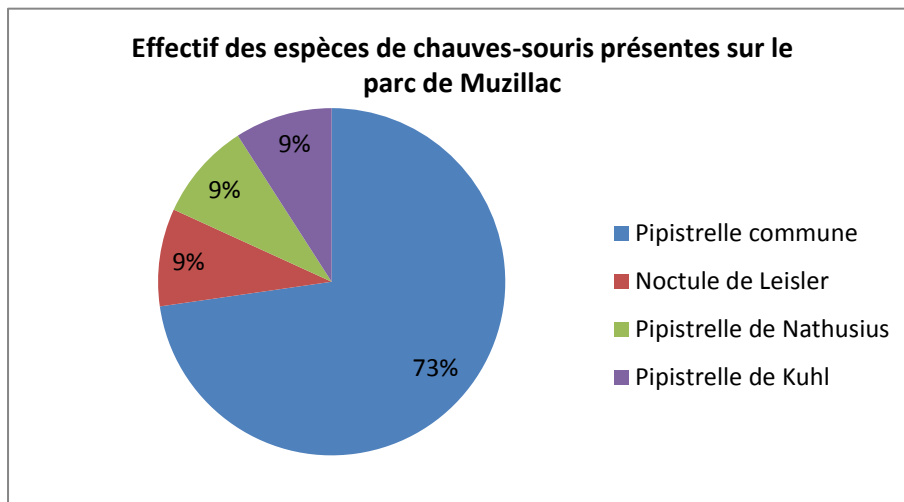


Figure 11 : Présentation graphique des effectifs des espèces de chauves-souris



Figure 12 : illustration de la mortalité des chauves-souris retrouvée



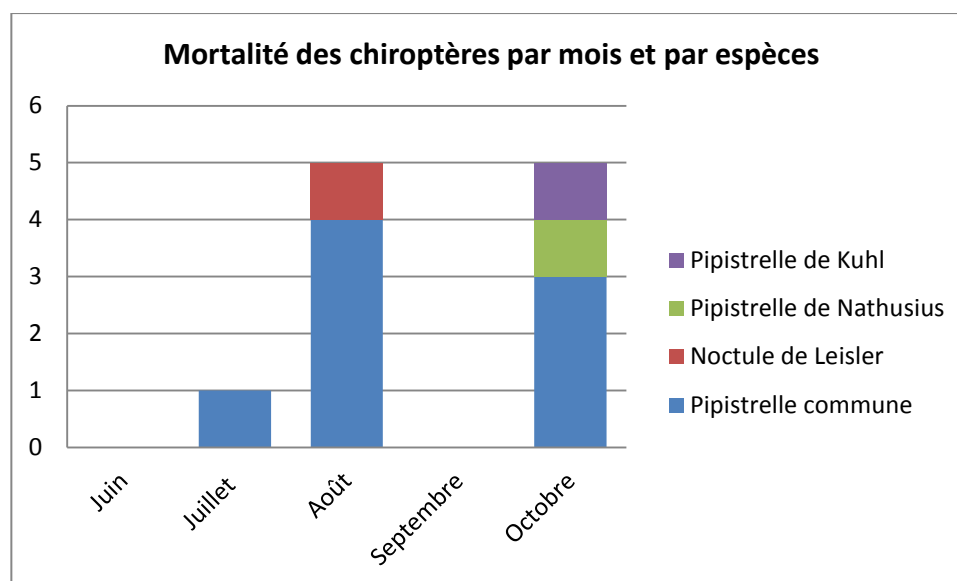


Figure 13 : Mortalité par mois et par espèce

### 9.3 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 16 : Estimation de la mortalité des chiroptères

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	6	22	30	28
E5	5	15	21	19
E6	0	0	0	0
Somme estimée	11	37	51	47

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

- ✓ entre 22 et 30 individus pour l'éolienne E1,
- ✓ entre 15 et 21 individus pour l'éolienne E5,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E6.

**Soit entre 37 et 51 cas de mortalité pour l'ensemble du parc sur une année** selon les formules. Soit en moyenne, **entre 12,3 et 17 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 17 : 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	22.50	5.11	52.08	9.99	39.67
Huso	35.54	8.08	80.97	15.89	62.31
Winkelmann	37.60	8.47	94.96	16.30	70.47
Jones	37.11	8.47	84.51	16.61	65.06

## 9.4 CAUSES DE MORTALITE

Il est difficile, et même parfois impossible, d'être catégorique au sujet des raisons qui ont provoqué la mort des chauves-souris observées sous les éoliennes de Muzillac. En effet, l'état de putréfaction ou de dessiccation de certains cadavres était tel qu'à défaut d'autopsie vétérinaire approfondie, la cause de la mort ne pouvait être clairement identifiée, alors qu'il n'empêchait pas forcément la diagnose ostéo-dentaire ou même le sexage des individus collectés.

Toutefois, de manière générale, l'examen de tous les cadavres retrouvés a montré ici, sans trop d'équivoque, que les chauves-souris sont mortes simplement par collision avec les éoliennes : fractures osseuses, traumatismes crâniens, lésions vasculaires et saignements, hémorragies sous-cutanées.

## 9.5 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

Les statuts de protection et de menace des espèces impactées sont rappelés ci-dessous.

Tableau 18 : Statuts de protection et de conservation des chauves-souris impactées par les éoliennes

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
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	LC	LC	NT	NT		Art. 2	3	3	3
Noctule de Leisler	<i>Noctula leisleri</i>	LC	LC	NT	NT		Art. 2	3	3	3

\*Liste rouge UICN, Monde, France, Europe

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

## 9.6 SUIVIS D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

### 9.6.1 SENSIBILITE POTENTIELLE

Au total, au moins 6 **espèces ont été recensées**. Parmi ces espèces, plusieurs murins et noctules indéterminés.

Parmi les espèces recensées, **4 sont particulièrement sensibles et vulnérables** : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Sérotine commune et la Barbastelle d'Europe.

**Tableau 19 : 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
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	LC	LC	NT	LC		Art. 2	2	3	2,5
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastellus barbastellus</i>	NT	VU	LC	NT	X	Art. 2	3	1	2

\*Liste rouge UICN, Monde, France, Europe

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

Pour rappel, total **11 cadavres de chauves-souris** ont été trouvés, **8 Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*), **1 Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*), **1 Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) et **1 Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) sous les éoliennes E1 et E5.

### 9.6.2 ANALYSE AU REGARD DE LA MORTALITE REELLE CONSTATEE

L'évolution du nombre de contacts par heure (nb c/h) pour la Pipistrelle commune (pas d'activité de noctule répertoriée) au niveau de E1 est la suivante :

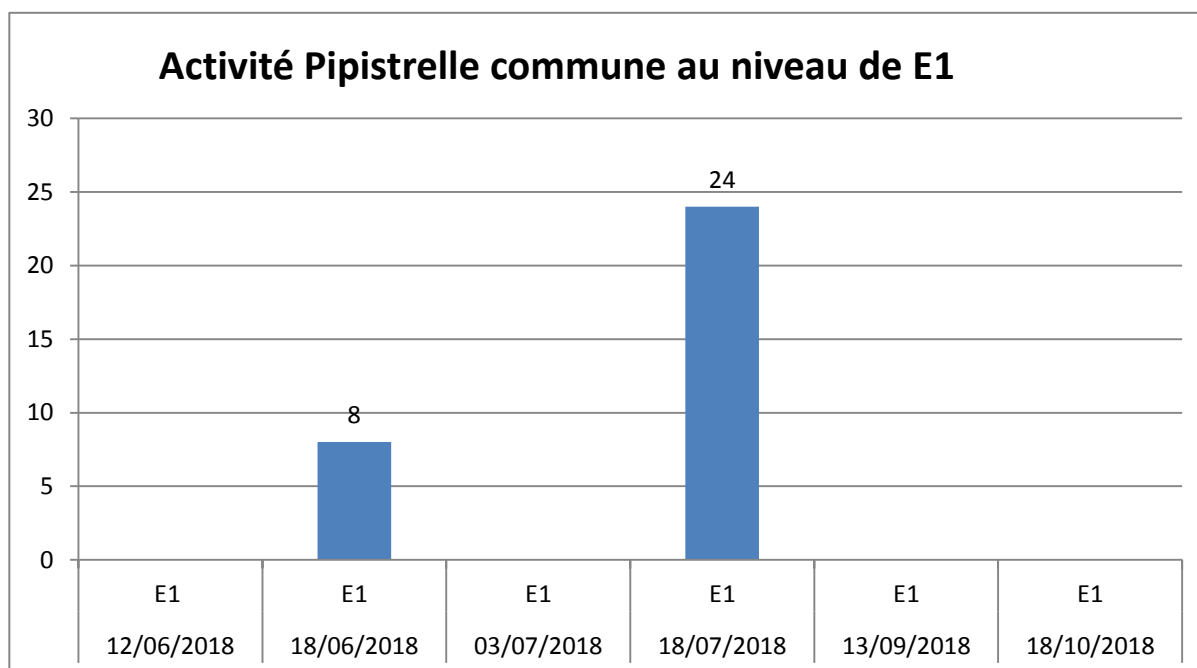


Figure 14 : Activité de la Pipistrelle commune au niveau de E1

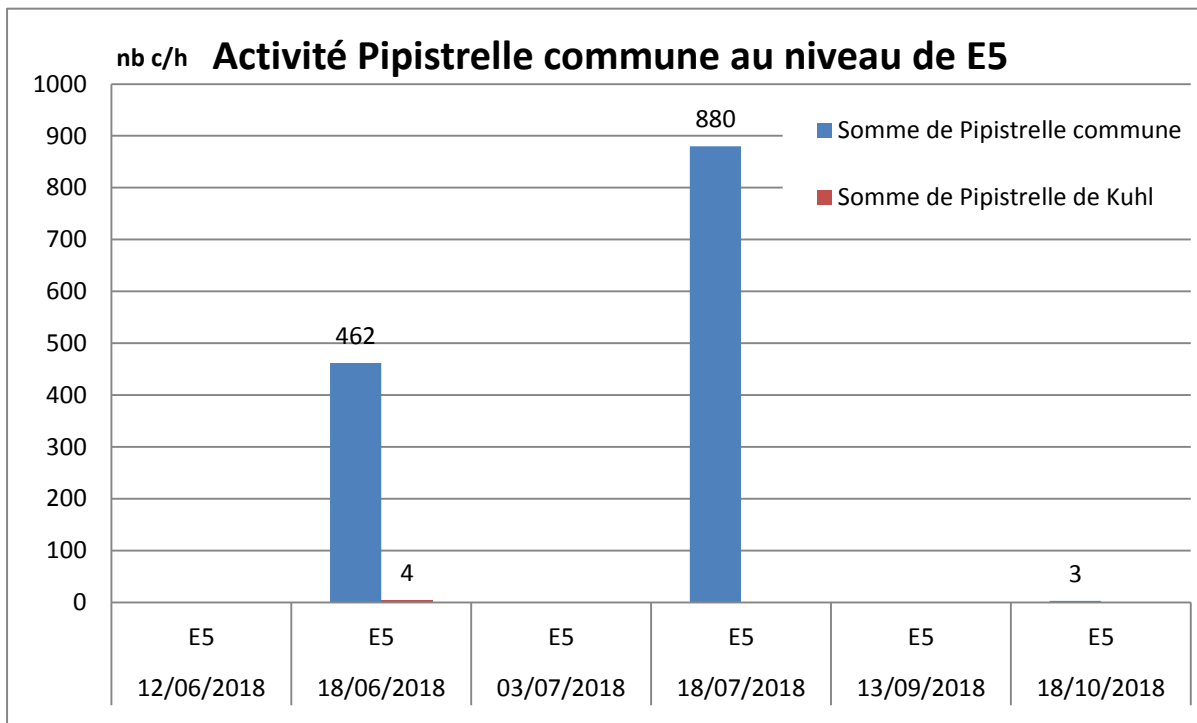


Figure 15 : Activité des pipistrelles communes et de Kuhl au niveau de E5

### 9.6.3 ACTIVITE PAR PERIODE ET PAR EOLIENNE

---

Les graphiques des pages suivantes indiquent que les fins des mois de juin et de juillet ont été des périodes à forte activité :

- ✓ 470 c/h pour la Pipistrelle commune le 18 juin,
- ✓ 920 c/h pour la Pipistrelle commune le 18 juillet.

Sur l'ensemble de l'année, les contacts ont été principalement enregistrés au niveau de E5 (1345 c/h pour la Pipistrelle commune). **Le taux important au niveau de E5 peut s'expliquer par la présence d'un boisement à proximité de l'éolienne.**

**Le détail de l'activité par éolienne et par soirée permet d'observer les pics d'activité** en fonction des éoliennes pour faire d'éventuelles corrélations avec la mortalité.

**Le Pic d'activité fin juillet ne correspondent pas à une découverte de cadavres, il est néanmoins possible que ce soit autant à cause de l'absence de mortalité que de la faible prospectabilité durant cette période du suivi à cause du champ de maïs.**

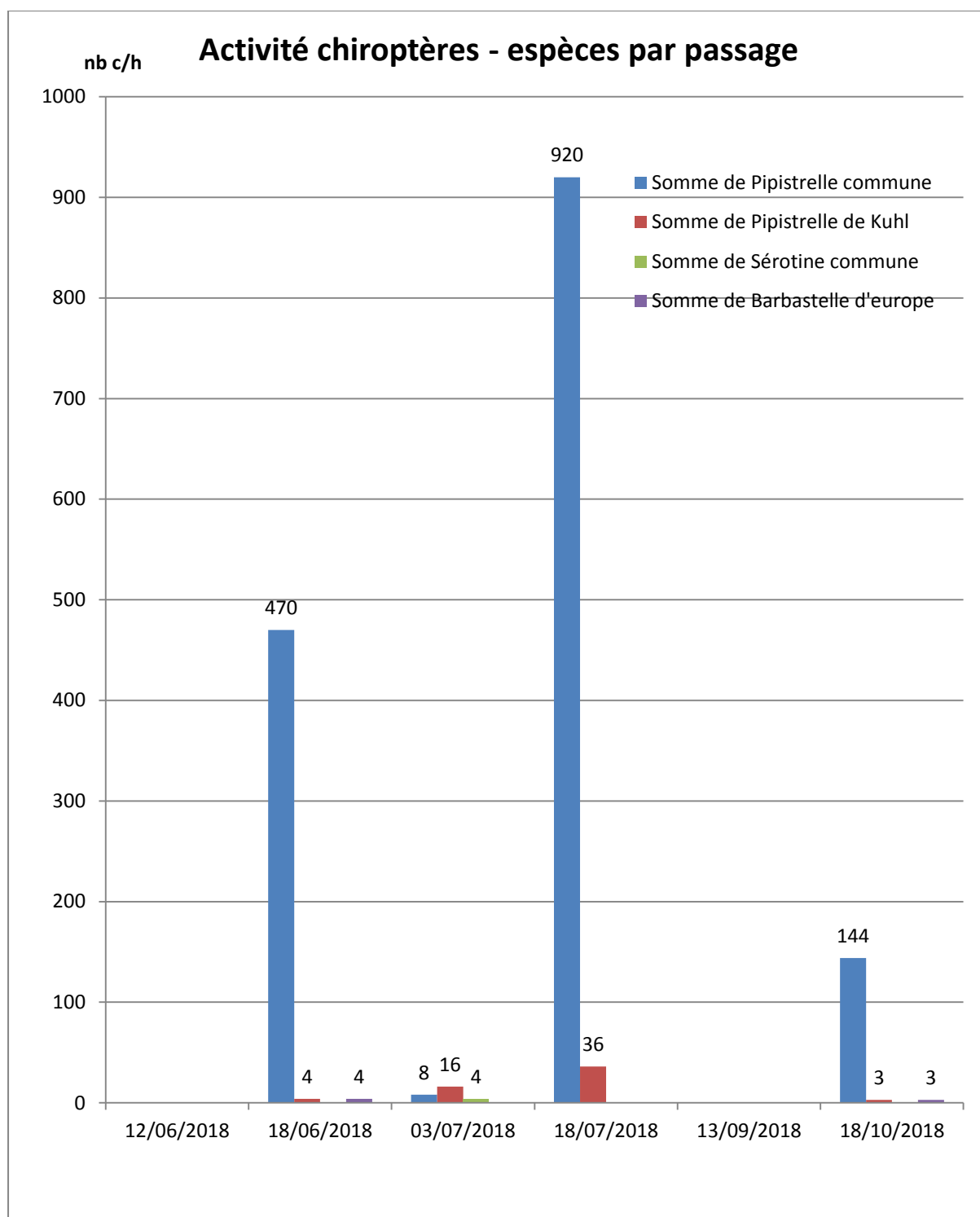


Figure 16 : Activité chiroptères – espèces par passage

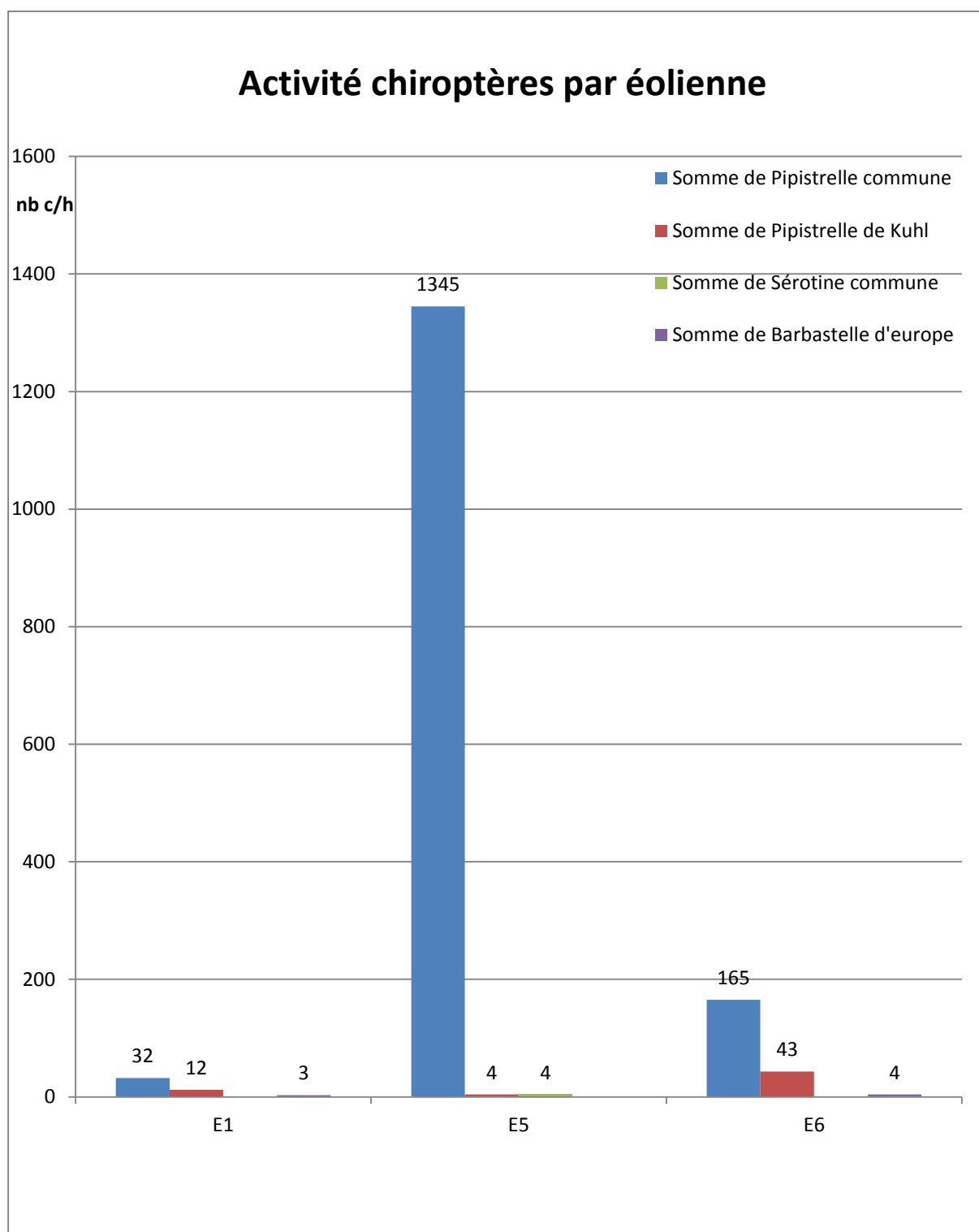


Figure 17 : Activité chiroptères – espèces par éolienne

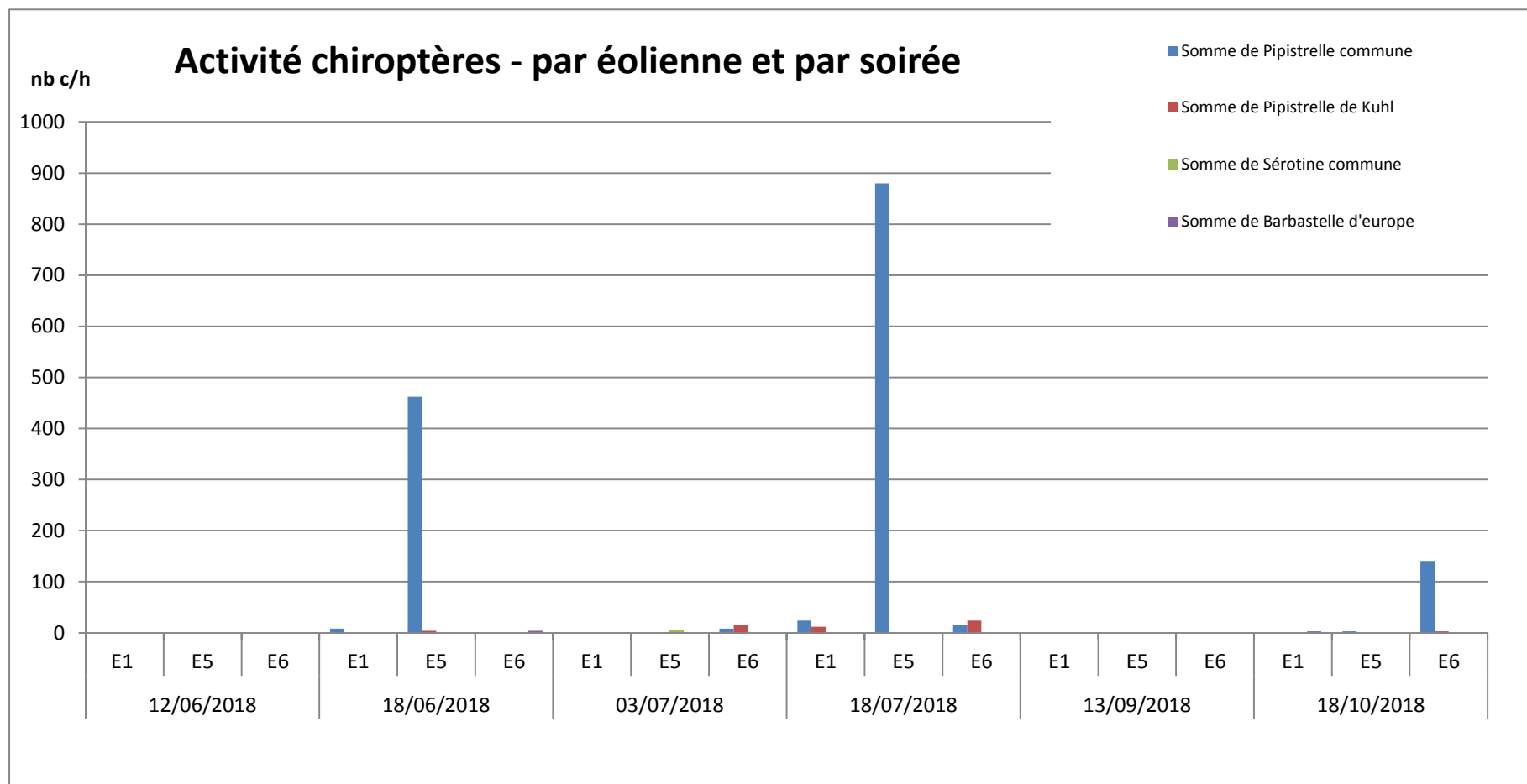


Figure 18 : Activité chiroptères – espèces par éolienne, par soirée



## 10 AVIFAUNE

### 10.1 MORTALITE

Au total **8 cadavres d'oiseaux** ont été découverts sous les éoliennes du parc de Muzillac pour 20 passages. Les cadavres ont été collectés à une distance inférieure à 50 mètres du mât (détail ci-après).

**Tableau 20 : Mortalité des oiseaux**

Date	E1	E5	E6	Météo
15/05/2018	0	0	0	Ensoleillé
07/06/2018	0	0	0	Nuageux – Pluie fine
12/06/2018	0	0	0	Ensoleillé
19/06/2018	0	0	0	Ensoleillé
22/06/2018	1 Faisan de Colchide	0	0	Ensoleillé
02/07/2018	0	0	0	Pluie
09/07/2018	0	0	0	Ensoleillé
17/07/2018	0	1 Mouette mélanocéphale	0	Ensoleillé
24/07/2018	0	1 Goéland argenté	0	Ensoleillé
31/07/2018	0	1 Oiseau indéterminé	0	Ensoleillé
14/08/2018	0	1 Goéland argenté	0	Ensoleillé
22/08/2018	0	1 Goéland marin	0	Ensoleillé
27/08/2018	0	1 Goéland argenté	0	Nuageux
05/09/2018	0	0	0	Nuageux
13/09/2018	0	0	0	Nuageux
20/09/2018	0	0	0	Ensoleillé
26/09/2018	0	0	0	Ensoleillé
05/10/2018	1 Faucon crécerelle	0	0	Ensoleillé
11/10/2018	0	0	0	Nuageux - Pluie
18/10/2018	0	0	0	Ensoleillé

**Tableau 21 : Tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres trouvés**

Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° de l'éolienne	Distance au mât (en m)	Orientation
22/06/2018	Faisan de Colchide	Femelle	Partiellement prédaté	E1	21	SO
17/07/2018	Mouette mélanocéphale	Ind	Partiellement prédaté	E5	46	NE
24/07/2018	Goéland argenté	Ind	Partiellement prédaté	E5	50	NE

Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° de l'éolienne	Distance au mât (en m)	Orientation
31/07/2018	Oiseau indéterminé	Ind	Partiellement prédaté	E5	48	N
14/08/2018	Goéland argenté	Ind	Partiellement prédaté	E5	47	O
22/08/2018	Goéland marin	Ind	Partiellement prédaté	E5	33	N
27/08/2018	Goéland argenté	Ind	Partiellement prédaté	E5	49	N
05/10/2018	Faucon crécerelle	Ind	Partiellement prédaté	E5	26	So

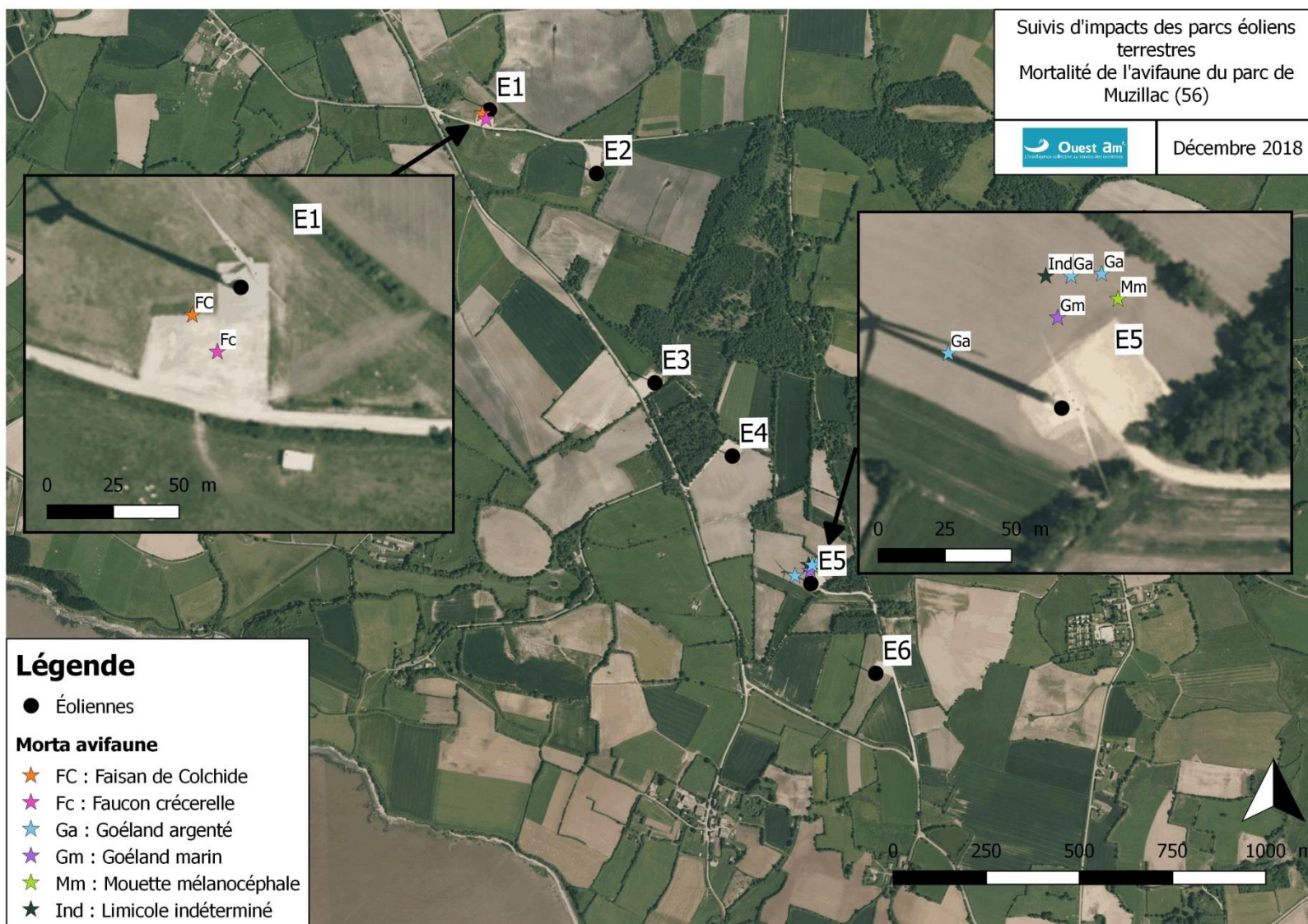


Figure 19 : Carte de localisation de la mortalité de l'avifaune

## 10.2 ESPECES CONCERNEES

L'espèce principalement retrouvée est le **Goéland argenté** (*Larus argentatus*) qui à lui seul représente 37% des cadavres découverts.

On retrouve également le **Faisan de Colchide** (*Phasianus colchicus*), la **Mouette** mélanocéphale (*Ichthyaetus melanocephalus*), le **Goéland** marin (*Larus marinus*), le **Faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*) avec respectivement un cadavre.

On note que la mortalité sur le parc éolien de Muzillac a été observée en été durant les mois de juin, juillet et août, ainsi qu'en automne au cours du mois d'octobre.

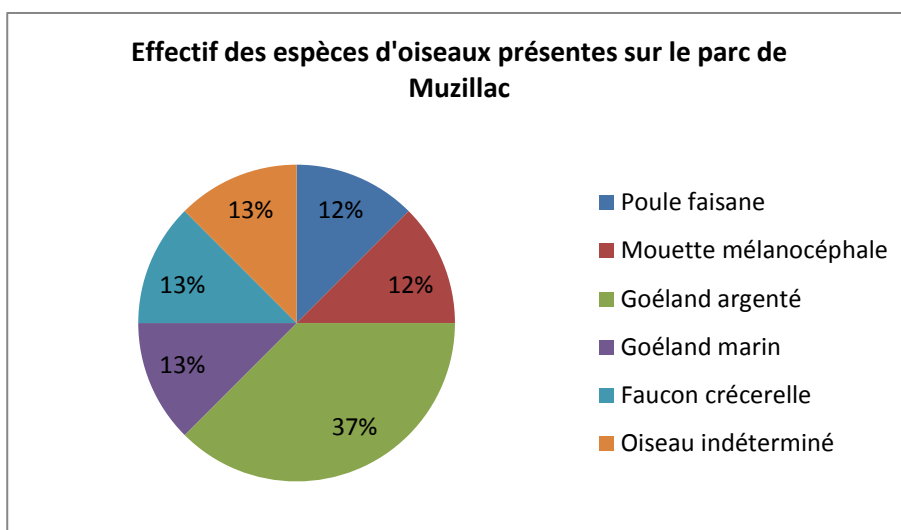


Figure 20: Effectif des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes

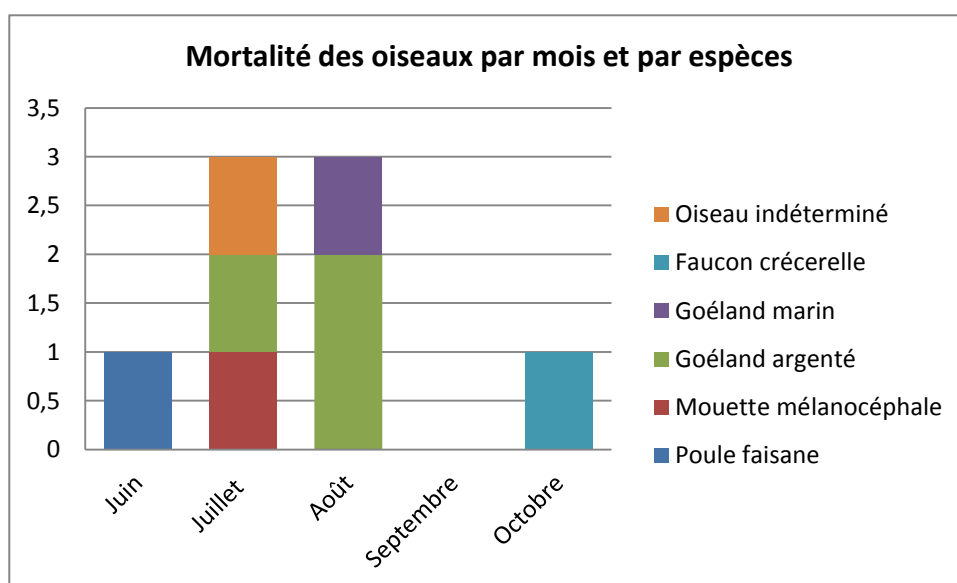


Figure 21 : Mortalité par mois et par espèces

## 10.3 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	2	7	10	9
E5	6	15	25	22
E6	0	0	0	0
Somme estimée	8	22	35	31

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

- ✓ entre 7 et 10 individus pour l'éolienne E1,
- ✓ entre 15 et 25 individus pour l'éolienne E5,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E6.

**Soit entre 22 et 35 cas de mortalité pour l'ensemble du parc sur une année** selon les formules. Soit en moyenne, **entre 7,33 et 11,67 cas de mortalité par éolienne par an.**

**Soit entre 37 et 51 cas de mortalité pour l'ensemble du parc sur une année** selon les formules. Soit en moyenne, **entre 12,3 et 17 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 :

**Figure 22 : 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	16.96	7.66	30.77	10.60	25.18
Huso	26.82	12.33	47.67	16.83	39.15
Winkelmann	28.26	12.36	59.35	16.96	45.65
Jones	27.96	12.82	49.84	17.48	40.90

## 10.4 CAUSES DE LA MORTALITE

Les causes de mortalité concernant l'avifaune sont très claires, il s'agit de mortalité par collision avec les éoliennes provoquant soit des fractures ou des lésions des membres.

## 10.5 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

Les statuts de protection et de menace des espèces impactées sont rappelés ci-dessous.

**Tableau 23 : Statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés**

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
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	LC	LC	NT	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC		art. 3	2	4	3
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	LC	NT	NT	NA <sup>c</sup>	-	VU		art. 3	4	4	4
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	LC	LC	LC	NA <sup>c</sup>	NA <sup>c</sup>	LC		art. 3	2	3	2,5
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	LC	LC	LC	NA <sup>c</sup>	NA <sup>c</sup>	DD	X	art. 3	1	1	1

\*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

## CONCLUSION

---



## 11 CHIROPTERES

---

Au total, au moins 6 **espèces ont été recensées lors des soirées d'écoute**. Parmi ces espèces, plusieurs murins et noctules indéterminés. Parmi les espèces recensées, **4 sont particulièrement sensibles et vulnérables** : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Sérotine commune et la Barbastelle d'Europe.

Au total **11 cadavres de chauves-souris** ont été trouvés, 8 **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*), 1 **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*), 1 **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) et 1 **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) sous les éoliennes E1 et E5.

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

- ✓ entre 22 et 30 individus pour l'éolienne E1,
- ✓ entre 15 et 21 individus pour l'éolienne E5,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E6.

De plus, on note pour l'éolienne E5 que le niveau de prospectabilité était mauvais en raison de la présence d'une culture de maïs, ce qui a probablement limité les observations de cadavres.

## 12 AVIFAUNE

---

Au total **8 cadavres d'oiseaux** ont été découverts sous les éoliennes du parc de Muzillac pour 20 passages. Les cadavres ont été collectés à une distance inférieure à 50 mètres du mât (détail ci-après).

L'espèce principalement retrouvée est le **Goéland argenté** (*Larus argentatus*) qui à lui seul représente 37% des cadavres découverts.

On retrouve également le **Faisan de Colchide** (*Phasianus colchicus*), la **Mouette mélanocéphale** (*Ichthyophaga melanocephala*), le **Goéland marin** (*Larus marinus*), le **Faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*) avec respectivement un cadavre.

On note que la mortalité sur le parc éolien de Muzillac a été observée en été durant les mois de juin, juillet et août, ainsi qu'en automne au cours du mois d'octobre.



## 13 MESURES DE BRIDAGE ET DE SUIVIS

---

Au regard de l'activité et de la mortalité observée et estimée, il est nécessaire de brider les éoliennes E1 et E5 de la manière suivante :

### Bridage pour l'éolienne E1 :

- ✓ Période : du 1<sup>er</sup> juillet au 31 août
- ✓ Heures de bridage : entre coucher de soleil – 30 min et lever du soleil + 30 min
- ✓ Lorsque la vitesse à hauteur de moyeu  $\leq 5,5\text{m/s}$
- ✓ Lorsque la température  $\geq 7^{\circ}\text{C}$

### Bridage pour l'éolienne E5 :

- ✓ Période : du 1<sup>er</sup> juillet au 31 octobre
- ✓ Heures de bridage : entre coucher de soleil – 30 min et lever du soleil + 30 min
- ✓ Lorsque la vitesse à hauteur de moyeu  $\leq 5,5\text{m/s}$
- ✓ Lorsque la température  $\geq 7^{\circ}\text{C}$

**Ces bridages devront s'accompagner d'un suivi environnemental selon le protocole d'avril 2018 afin de vérifier l'innocuité des éoliennes par rapport aux oiseaux et aux chauves-souris.**

**Ce suivi permettra d'ajuster plus précisément le bridage si nécessaire.**

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation du Parc de Muzillac .....	7
Figure 2 : Eoliennes E1, E5 et E6 .....	7
Figure 3 : Schéma de prospection sous les éoliennes.....	10
Figure 4 : Photographies d'exemples de prospectabilité mais avec des détectabilités différentes ....	12
Figure 5 : Illustrations de la persistance des cadavres.....	13
Figure 6 : Prairie sèche améliorée.....	21
Figure 7 : Plantation de conifères et ptéridaies.....	22
Figure 8 : Carte des habitats à proximité des aires de prospection .....	23
Figure 9 : Habitats situés dans un rayon de 300 mètre autour des éoliennes sur le parc de Muzillac.	25
Figure 10 : Carte de localisation de la mortalité des Chiroptères .....	31
Figure 11 : Présentation graphique des effectifs des espèces de chauves-souris.....	32
Figure 12 : illustration de la mortalité des chauves-souris retrouvée .....	32
Figure 13 : Mortalité par mois et par espèce.....	33
Figure 14 : Activité de la Pipistrelle commune au niveau de E1 .....	36
Figure 15 : Activité des pipistrelles communes et de Kuhl au niveau de E5.....	36
Figure 16 : Activité chiroptères – espèces par passage .....	38
Figure 17 : Activité chiroptères – espèces par éolienne .....	39
Figure 18 : Activité chiroptères – espèces par éolienne, par soirée .....	40
Figure 18 : Carte de localisation de la mortalité de l'avifaune .....	43
Figure 20: Effectif des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes.....	44
Figure 21 : Mortalité par mois et par espèces .....	44
Figure 22 : Estimation de la mortalité avec le site <a href="https://shiny.cefe.cnrs.fr">https://shiny.cefe.cnrs.fr</a> .....	45

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Parc éolien de Muzillac .....	6
Tableau 2 : Date d'inventaire des habitats et de la flore .....	9
Tableau 3: Fréquence de prospection par mois.....	10
Tableau 4 : Formules d'estimation de la mortalité .....	14
Tableau 5 : Suivi d'activité des chiroptères.....	15
Tableau 6 : Niveau de patrimonialité .....	16
Tableau 7 : Niveau de sensibilité par espèce .....	17
Tableau 8 : Niveau de sensibilité par nombre de cadavres.....	17
Tableau 9 : Niveau de vulnérabilité.....	17
Tableau 10 : Habitats recensés au niveau de l'aire d'étude.....	20
Tableau 11 : indice d'efficacité d'observation.....	26
Tableau 12 : indice de persistance .....	26
Tableau 13 : Valeurs de prospectabilité et de détectabilité .....	27
Tableau 14 : Mortalité de chauves-souris .....	29
Tableau 15 : Distances au mât des cadavres trouvés.....	29
Tableau 16 : Estimation de la mortalité des chiroptères .....	33
Tableau 17 : Estimation de la mortalité avec le site <a href="https://shiny.cefe.cnrs.fr">https://shiny.cefe.cnrs.fr</a> .....	34
Tableau 18 : Statuts de protection et de conservation des chauves-souris impactées par les éoliennes .....	34
Tableau 19 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées.....	35
Tableau 20 : Mortalité des oiseaux .....	41
Tableau 21 : Tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres trouvés .....	41
Tableau 22 : Estimation de la mortalité des oiseaux .....	45
Tableau 23 : Statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés .....	46

## ANNEXES

---

## ANNEXE 1 : FORMULAIRES DE MORTALITE DES CHIROPTERES

## FORMULE D'ERICSON

Variables	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
	Na	Nb	d	A	I	t	N
E1	6	0	0,7	1,62601626	5	3,2	22
E5	5	0	0,7	1,321003963	5	3,2	15
E6	0	0	0,7	0	5	3,2	0

## FORMULE DE JONES

Variables	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
	Na	Nb	d	A	p	$\hat{I}$	I	e	t	N
E1	6	0	0,7	1,62601626	0,45783336	6,4	5	1	3,2	30
E5	5	0	0,7	1,321003963	0,45783336	6,4	5	1	3,2	21
E6	0	0	0,7	0	0,45783336	6,4	5	1	3,2	0

## FORMULE DE HUSO

Variables	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
	Na	Nb	d	A	p	$\hat{I}$	I	e	t	N
E1	6	0	0,7	1,62601626	0,50584871	6,4	5	1	3,2	28
E5	5	0	0,7	1,321003963	0,50584871	6,4	5	1	3,2	19
E6	0	0	0,7	0	0,50584871	6,4	5	1	3,2	0

## ANNEXE 2 : DONNEES BRUTES D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

Dates	Eolienne	Horaires	Température	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Sérotine commune	Barbastelle d'europe	Météo
12/06/2018	E5	22h15 - 22h30	17°C					Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
12/06/2018	E6	22h33 - 22h48	17°C					
12/06/2018	E1	22h54 - 23h09	15°C					
18/06/2018	E5	00h36 - 00h51	14°C	462	4			Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
18/06/2018	E6	00h55 - 01h10	14°C				4	
18/06/2018	E1	01h16 - 01h31	14°C	8				
03/07/2018	E5	00h53 - 01h08	17°C			4		Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité sauf E5 : à l'arrêt
03/07/2018	E6	01h12 - 01h27	17°C	8	16			
03/07/2018	E1	01h33 - 01h48	17°C					
18/07/2018	E5	00h28 - 00h43	16°C	880				Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
18/07/2018	E6	00h45 - 01h00	16°C	16	24			
18/07/2018	E1	01h07 - 01h22	15°C	24	12			
13/09/2018	E5	23h35 - 23h55	12°C					Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
13/09/2018	E6	23h57 - 00h17	12°C					
13/09/2018	E1	00h21 - 00h41	11°C					
18/10/2018	E5	22h17 - 22h37	14°C	3				Ciel dégagé, absence de pluie, éoliennes en pleine activité
18/10/2018	E6	22h39 - 22h59	14°C	141	3			
18/10/2018	E1	23h05 - 23h25	13°C				3	

## ANNEXE 3 : FORMULAIRES DE MORTALITE DE L'AVIFAUNE

## FORMULE D'ERICSON

Variables	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
	Na	Nb	d	A	I	t	N
E1	2	0	0,7	1,62601626	5	3,2	7
E5	6	0	0,7	1,321003963	5	3,2	18
E6	0	0	0,7	0	5	3,2	0

## FORMULE DE JONES

Variables	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
	Na	Nb	d	A	p	$\hat{I}$	I	e	t	N
E1	2	0	0,7	1,62601626	0,45783336	6,4	5	1	3,2	10
E5	6	0	0,7	1,321003963	0,45783336	6,4	5	1	3,2	25
E6	0	0	0,7	0	0,45783336	6,4	5	1	3,2	0

## FORMULE DE HUSO

Variables	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
	Na	Nb	d	A	p	$\hat{I}$	I	e	t	N
E1	2	0	0,7	1,62601626	0,50584871	6,4	5	1	3,2	9
E5	6	0	0,7	1,321003963	0,50584871	6,4	5	1	3,2	22
E6	0	0	0,7	0	0,50584871	6,4	5	1	3,2	0