



# **Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du parc éolien de Grand- Fougeray, commune de Grand-Fougeray (Ille-et-Vilaine 35)**

**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-MALO  
**Tél. : 02 40 94 92 40**  
**Fax : 02 40 63 03 93**  
[nantes@ouestam.fr](mailto:nantes@ouestam.fr)

## **Rapport de l'étude environnementale**

**JANVIER 2021**  
Code. affaire : 20-0036  
Resp. étude : Brice Normand



L'intelligence collective au service des territoires

Ce document a été réalisé par :

*Brice Normand – écologue*

*Christophe Billoin – technicien faune*

*Loïc Bellion – chiroptérologue*

*Laurie Hubert – technicienne faune*

## Sommaire

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>1 PREAMBULE.....</b>	<b>6</b>
<b>2 LOCALISATION DU PARC.....</b>	<b>7</b>
<b>METHODOLOGIE .....</b>	<b>8</b>
<b>3 HABITATS .....</b>	<b>9</b>
<b>4 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROP TERES .....</b>	<b>9</b>
4.1    TRAVAIL DE TERRAIN .....	9
4.2    TRAITEMENT DES DONNEES.....	10
4.3    LIMITES DE LA METHODE .....	10
4.3.1    Site et protocole.....	10
4.3.2    Espèces et méthode acoustique .....	10
<b>5 SUIVI DE LA MORTALITE .....</b>	<b>11</b>
5.1    PROSPECTIONS DE TERRAIN.....	11
5.2    COEFFICIENTS DE CORRECTION .....	13
5.2.1    Prospectabilité et détectabilité.....	13
5.2.2    Tests d'efficacité et de persistance.....	14
5.3    METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES .....	16
<b>6 ANALYSE DE LA SENSIBILITE DES ESPECES .....</b>	<b>17</b>
6.1    NIVEAU DE PATRIMONIALITE .....	17
6.2    NIVEAU DE SENSIBILITE .....	17
6.3    NIVEAU DE VULNERABILITE .....	17
<b>7 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE LA REGION ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE .....</b>	<b>18</b>
<b>8 BRIDAGE.....</b>	<b>19</b>
<b>RESULTATS.....</b>	<b>20</b>
<b>9 HABITATS DANS UN RAYON DE 300M (PHOTOINTERPRETATION) .....</b>	<b>21</b>
<b>10 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX .....</b>	<b>23</b>
<b>11 RESULTATS DES TESTS .....</b>	<b>24</b>
11.1    TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE .....	24
11.2    PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE .....	25
<b>12 CHIROP TERES .....</b>	<b>26</b>
12.1    SUIVI D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE.....	26
12.1.1    Espèces recensées sur le site et activité.....	26
12.1.2    Analyse de l'activité par nuit sur l'ensemble du suivi.....	29
12.1.3    Corrélation de l'activité avec la vitesse de vent .....	33
12.1.4    Corrélation de l'activité avec la température .....	34
12.2    MORTALITE.....	35
12.3    ESTIMATION DE LA MORTALITE .....	36
12.4    MISE EN LIEN DE L'ACTIVITE ET DE LA MORTALITE.....	37

---

<b>13 AVIFAUNE .....</b>	<b>38</b>
13.1 MORTALITE.....	38
13.2 ESPECES CONCERNEES.....	39
13.3 CAUSES DE LA MORTALITE.....	40
13.4 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES .....	41
13.5 ESTIMATION DE LA MORTALITE .....	42
<b>14 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE .....</b>	<b>43</b>
14.1 CHIROPTERES .....	43
14.2 AVIFAUNE.....	43
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>46</b>
<b>TABLE DES FIGURES.....</b>	<b>48</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>50</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE .....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXE 2 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX EN EUROPE – TOBIAS DÜRR .....</b>	<b>53</b>

---

## INTRODUCTION

---

## **1 PREAMBULE**

A la demande de la société **Innovent**, un suivi environnemental du parc en exploitation de **Grand-Fougeray**, sur la commune du même nom, a été confié au bureau d'études OUEST AM' sur les périodes d'avril à novembre 2020.

**Tableau 1: parc éolien de Grand-Fougeray**

Parc éolien (département : Ille-et-Vilaine)	Commune	Date de mise en service	Type d'éoliennes + hauteur mât	Numéro des éoliennes
Grand-Fougeray	Grand-Fougeray	août-07	WinWind D1	E1 E2

Le suivi environnemental est composé de trois parties :

- ✓ suivi comportemental des chauves-souris effectué par l'intermédiaire d'un enregistrement continu en nacelle,
- ✓ suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux,
- ✓ comparaison des données de mortalité avec la synthèse réalisée par Ouest Am' sur les données de mortalités disponibles entre 2011 et 2020 sur tous les parcs suivis de Bretagne

Notre proposition respecte les documents de référence suivants :

- ✓ arrêté du 22 juin 2020 modifiant l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement,
- ✓ arrêté du 26 août 2011 concernant les installations classées ICPE (et notamment l'article 12),
- ✓ protocole des suivis environnementaux de parcs éoliens terrestres MEDDE – avril 2018

## 2 LOCALISATION DU PARC

Le parc de **Grand-Fougeray** est situé au nord de la ville de **Grand-Fougeray**, dans le département d'Ille-et-Vilaine (35) en Bretagne.

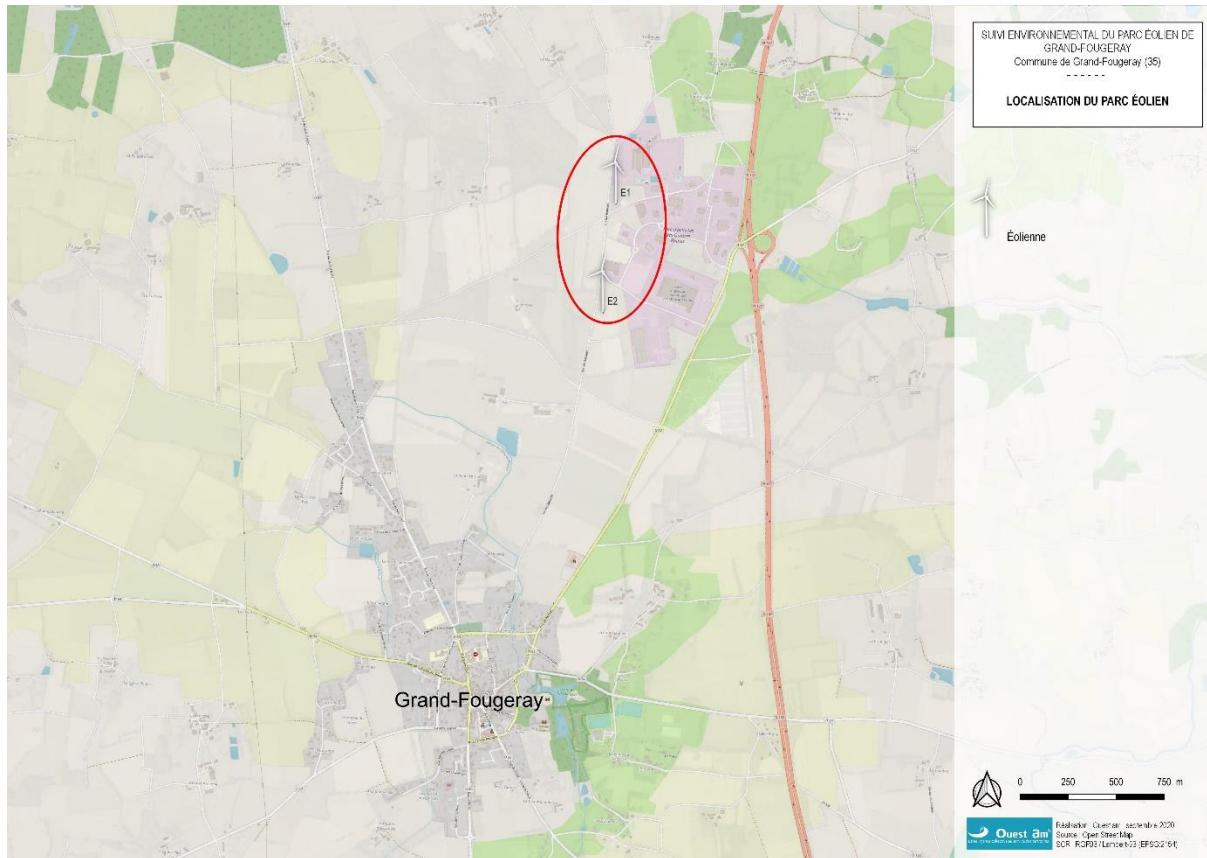


Figure 1 : carte de localisation du parc de Grand-Fougeray

---

## METHODOLOGIE

---

## **3 HABITATS**

L'aire d'étude pour l'identification ou la caractérisation des communautés végétales et des habitats (typologie Corine Land Cover) comprend les parcelles situées dans un rayon de 300 mètres autour des éoliennes. Il s'agit d'un travail de photo-interprétation des photographies aériennes les plus récentes. La nomenclature CORINE Land Cover a été utilisée pour déterminer ces habitats.

## **4 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES**

### **4.1 TRAVAIL DE TERRAIN**

Le suivi de l'activité des chiroptères a été réalisé durant toute la durée de prospection par l'intermédiaire de deux enregistreurs en continu en nacelle : le GSM-Batcorder. Il couvre en partie les trois saisons d'observation (printemps, été, automne), c'est-à-dire la période **de mai à novembre 2020**. Cette période correspond, dans le cycle biologique des chiroptères à la période de transit printanier d'avril à mai, de mise bas et d'élevage des jeunes de mai à septembre et du transit automnal de septembre à novembre.

Un dispositif comprend :

- ✓ 1 GSM-Batcorder
- ✓ 1 disque microphone
- ✓ 1 batterie plomb
- ✓ 1 chargeur/connecteur alimentation
- ✓ des fixations

Ce dernier a été installé sur l'éolienne **E1** du parc de **Grand-Fougeray** le 24 avril avec les réglages suivants :

- Quality : 20
- Threshold : -36dB
- Posttrigger : 800ms
- Cut off frequency : 14kHz
- Noise filter : on
- Horaires : 1 heure avant la tombée de la nuit jusqu'à 1 heure après le lever du jour

## **4.2 TRAITEMENT DES DONNEES**

Le GSM Batcorder enregistre les sons sur des cartes SD par séquences.

Les fichiers ont été décompressés et analysés avec les logiciels du système Batcorder.

Une vérification manuelle doit alors être faite à l'aide de logiciels de visualisation des sonagrammes tels que batsound® ou bcAnalyze3® light. Cette seconde détermination des espèces permet d'éliminer les éventuelles erreurs du logiciel. Elle est fondée sur les connaissances actuelles (Barataud M. 2015 – Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse. 3<sup>e</sup> éd. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344p.).

Tous les fichiers relatifs à la présence de chiroptères enregistrés sont vérifiés manuellement. Les fichiers considérés comme « sons parasites » par le logiciel de traitement automatique sont vérifiés systématiquement si leur volume est faible, s'il est trop important un échantillonnage d'au moins 50% est analysé.

A partir de ces déterminations, on obtient des données d'activité mesurées en secondes, permettant une analyse de l'activité plus précise et pouvant être réutilisées pour d'éventuelles comparaisons ultérieures.

## **4.3 LIMITES DE LA METHODE**

### **4.3.1 SITE ET PROTOCOLE**

Le suivi acoustique est réalisé sur la base d'un enregistreur, conformément au protocole national d'avril 2018. Les données sont donc extrapolées à l'échelle du parc. Cette configuration permet cependant de capter des signaux de transit lorsque les éoliennes se situent sur des trajectoires de migration. Il est important de noter que les signaux de transit sont beaucoup moins nombreux (les chiroptères les utilisant peu afin de limiter les dépenses d'énergie) et plus espacés dans le temps. Il est donc plus difficile de les capturer. De plus, il est fortement probable qu'une partie des migrations ou des phases de transit se fassent en silence lorsque les individus utilisent les mêmes trajectoires.

### **4.3.2 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.

## 5 SUIVI DE LA MORTALITE

### 5.1 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 1 hectare par éolienne) grâce à des points de repères visuels (ANDRE, 2004). Les transects au sein de ce quadrillage sont espacés de 5 à 10 mètres en fonction des contraintes liées au terrain et à la végétation. Ce quadrillage permet une prospection rigoureuse à raison de 45 minutes environ par éolienne (pouvant varier de 35 minutes à 1 heure selon les contraintes liées à la végétation et à la visibilité).

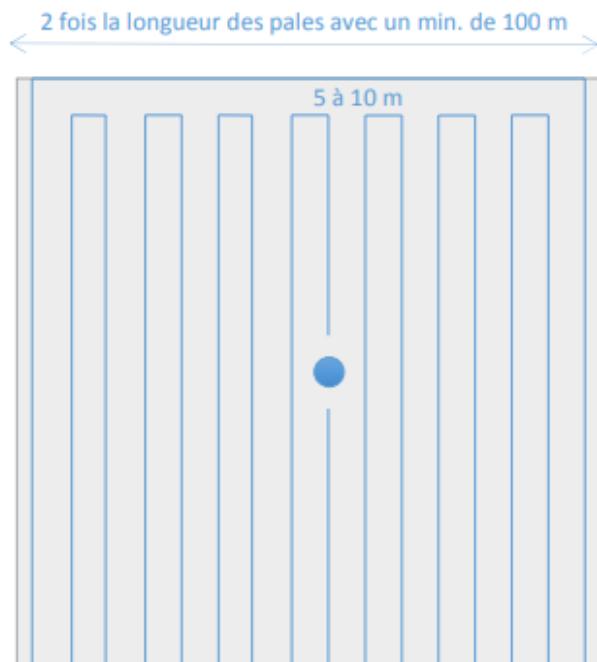


Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes

Ce quadrillage d'un hectare par éolienne ainsi matérialisé permet une prospection rigoureuse et standardisée conçue à l'origine pour les oiseaux mais parfaitement transposable aux chauves-souris.

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.

Les passages sont réalisés une fois par semaine, en respectant si possible un intervalle de 7 jours, conformément au protocole national de suivi.

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

Grand-Fougeray	2020						
	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	total
Grand-Fougeray	3	5	4	3	3	2	20

Le suivi de mortalité a été réalisé **du 11 mai au 19 octobre 2020**. Au total, **20 passages** de prospection pour la mortalité avifaune et chiroptères ont été réalisés durant ce suivi

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.

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 sexe lorsque c'est possible.

## 5.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION

### 5.2.1 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.

De cette manière, pour chaque passage, un tableau (annexe 1) est rempli avec la prospectabilité sous chaque éolienne et la détectabilité qui est indiquée par un niveau de couverture végétale :

- ✓ niveau D1 : sol nu (sols labourés, plateformes, ...),
- ✓ niveau D2 : végétations basses (pâturages, prairies fauchées, ...),
- ✓ niveau D3 : végétation haute.

Tableau 3 : exemple de tableau de prospectabilité et détectabilité

Date	Eolienne	Prospectabilité totale (%)		Détectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
		Réelle	Impraticable	1	2	3	Chiroptères	Oiseaux
04/10/2018	E1	100	0		100			
	E2	95	5		100			
	E3	96	4		100			
	E4	100	0	14	86			
	E5	100	0	100				



**Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site)**

## 5.2.2 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 septembre 2020.

**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. Le test est fait sous une ou deux éoliennes représentatives des habitats observés (avec les différentes hauteurs de végétation possible) sur l'ensemble du parc.

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.

La persistance est calculée à partir de la formule suivante :

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

Ce qui permet de définir un nombre moyen de jours avant la disparition des cadavres. Pour exemple :  $((9-4)*1) + ((4-0)*5)/10 = 2,5$  jours avant disparition

**Tableau 4: exemple de persistance sur un parc éolien**

Date du test	Nb de cadavres déposés	Jour de la recherche			t
		1	5	13	
Test	10	9	4	0	2,5



**Figure 4: illustrations de la persistance des cadavres**

## 5.3 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 5 : 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{\text{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>- <b>p</b> (pour Huso) : <math>t * \frac{1 - \exp(-\frac{I}{t})}{I}</math></li> <li>- <b>p</b> (pour Jones) : <math>\exp(-0.5 * \left( \frac{I}{t} \right))</math></li> </ul>

L'utilisation de ces formules peut donner, sous certaines conditions, des résultats aberrants. La formule de Jones calcule le taux de persistance en utilisant une exponentielle inverse, ce qui donne des surestimations de mortalité lorsque la persistance est faible. Le calcul du taux de persistance de la formule de Huso atténue ce problème, mais sans le résoudre totalement. La formule d'Erickson ne prend pas en compte ce taux de persistance.

## 6 ANALYSE DE LA SENSIBILITE DES ESPECES

*Nb : la méthode de détermination des niveaux de patrimonialité, de sensibilité et de vulnérabilité est issue du Guide régional Hauts-de-France – prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens de novembre 2020. Les résultats ont été adaptés à la région Bretagne sur la base de la méthodologie employée dans le guide.*

### 6.1 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 (IUCN) est validée en Bretagne, le niveau 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 évaluabile	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.

### 6.2 NIVEAU DE SENSIBILITE

Les données de Tobias Dürr (2020) ont été analysées pour déterminer le niveau de sensibilité des espèces de la manière suivante :

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

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

### 6.3 NIVEAU DE VULNERABILITE

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

**Tableau 8 : 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

## **7 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE LA REGION ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE**

Afin de pouvoir effectuer une comparaison au niveau régional de la mortalité des chiroptères et des oiseaux (en fonction de la quantité de données fiables disponibles), Ouest Am' a réalisé une étude en 2020 sur les données de mortalité collectées sur la période 2003 à 2020.

Les données sont issues des suivis réalisés par Ouest Am' et des données collectées auprès des services de l'État. L'étude a été réalisée sur la région Bretagne, la région Pays de la Loire et la région Normandie. Tous les suivis en Pays de la Loire, en Morbihan et Côtes-d'Armor ont été collectés. Pour les autres départements, les données sont actuellement lacunaires ou sont en cours d'analyse.

Concernant la Bretagne, beaucoup de données étant disponibles, l'analyse comparative est statistiquement intéressante et fiable. Seules les données statistiquement robustes ont été conservées pour les comparaisons : les suivis avec un minimum de 20 visites par an.

Les résultats sont donnés sous la forme d'un graphique de classement des parcs du plus mortifère au moins mortifère pour les chauves-souris et pour les oiseaux sur la période 2003-2020. Le nom des parcs est rendu anonyme par un numéro.

Le graphique comprend l'année de suivi « après la date de mise en service » (MSI), le nombre de cadavres par suivi et le nombre de cadavres par éolienne et par visite. La boîte à moustaches illustre le nombre de cadavres par éolienne et par visite de tous les suivis étudiés.

**Le paragraphe suivant décrit la représentation graphique sous forme de boîte à moustache dans les graphiques précédemment cités (cf. figure suivante) :**

- **La boîte centrale** délimitée par le premier et le troisième quartile contient 50% des observations. La position de **la médiane** à l'intérieur de la boîte indique qu'il existe autant de valeurs supérieures qu'inférieures à cette valeur dans l'échantillon ;
- Les frontières se trouvent à 1,5 fois la longueur de la boîte de part et d'autre de celle-ci. En général, celles-ci n'apparaissent pas sur le diagramme. Ce sont les valeurs adjacentes qui apparaissent, c'est-à-dire les valeurs réellement observées les plus proches des frontières et à l'intérieur de celles-ci. Les 2 valeurs adjacentes inférieure et supérieure forment **les moustaches** ;
- **Les valeurs observées éloignées / extrêmes** se trouvent à plus de 1,5 fois la longueur de la boîte de part et d'autre de celle-ci. Elles sont identifiées par un cercle ;
- **La croix** dans la boîte indique la position de la moyenne sur l'échantillon.

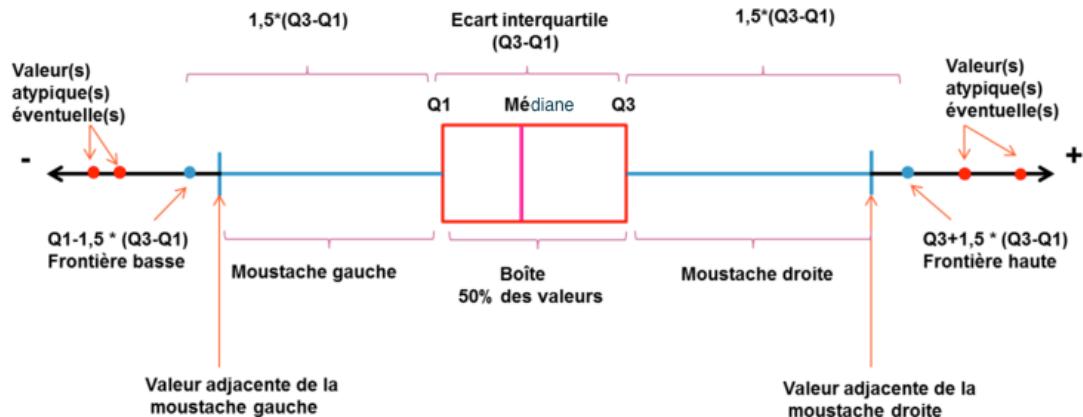


Figure 5 : Interprétation d'une boîte à moustaches ([www.ilovestatistics.be](http://www.ilovestatistics.be))

D'après les valeurs du nombre de cadavres par éolienne et par visite de tous les suivis étudiés, différents niveaux de mortalité sont définis selon le barème suivant :

Tableau 9 : classes de niveau de mortalité

Niveau de mortalité	Limite inférieure	Limite supérieure	Éléments de la boîte à moustache
Très fort	$Q3 + 1,5 * (Q3 - Q1)$	$\infty$	Valeur atypique haute
Fort	$Q3$	$Q3 + 1,5 * (Q3 - Q1)$	Moustache droite
Modéré	$Q1$	$Q3$	Boîte (50% des valeurs)
Faible	$> 0$	$Q1$	Moustache gauche
Très faible		Aucun cadavre retrouvé*	

\*aucun cadavre retrouvé ne signifie pas nécessairement qu'aucun individu n'a été impacté.

Au regard de cette analyse, la significativité de la mortalité est définie comme suit :

Tableau 10 : classes de niveau de mortalité et significativité

Niveau de mortalité	Significatif	Non significatif
Très fort	X	
Fort	X	
Modéré (de la moyenne à Q3)	X	
Modéré (de Q1 à la moyenne)		X
Faible		X
Très faible		X

## 8 BRIDAGE

Aucun bridage n'est actuellement mis en place sur les éoliennes du parc de Grand-Fougeray.

---

## RESULTATS

---

## **9 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).

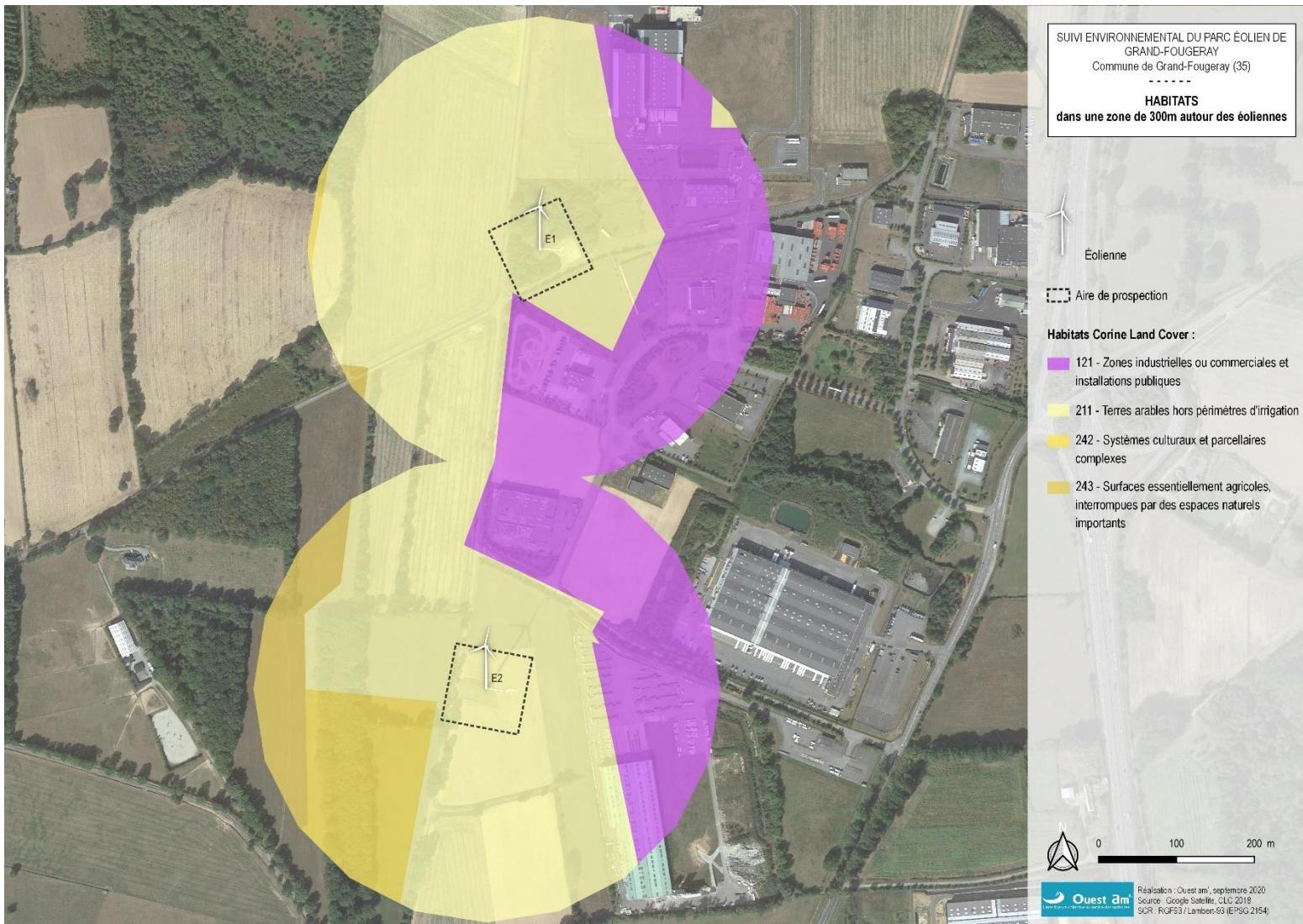
Cette analyse permet de distinguer quatre types d'habitats sur le périmètre d'étude :

- ✓ terres arables hors périmètres d'irrigation (57,9%),
- ✓ zones industrielles et commerciales et installations publiques (31,7%),
- ✓ systèmes culturaux et parcellaires complexes (6,4%),
- ✓ surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants (4%).

La carte ci-après montre principalement la présence de zones de cultures et de zones industrielles, mais également d'un bocage résiduel. Notons la présence de boisements au-delà du rayon de 300m.

Les habitats relevés dans un périmètre de 300m sont donc théoriquement peu attractifs pour les chiroptères. Cependant, plusieurs bosquets présents aux alentours peuvent servir de zones de chasses ou de gîtes à certaines espèces de chiroptères.

Les oiseaux quant à eux peuvent utiliser les zones de cultures pour des haltes migratoires, comme zone de nourrissage voire de reproduction pour certains oiseaux de plaine. Les boisements peuvent servir de zone de nidification pour les espèces sédentaires.



**Figure 6 : carte des habitats à proximité des aires de prospection**

## 10 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX

Dans un rayon de 5km autour du parc, aucun zonage environnemental n'est recensé.

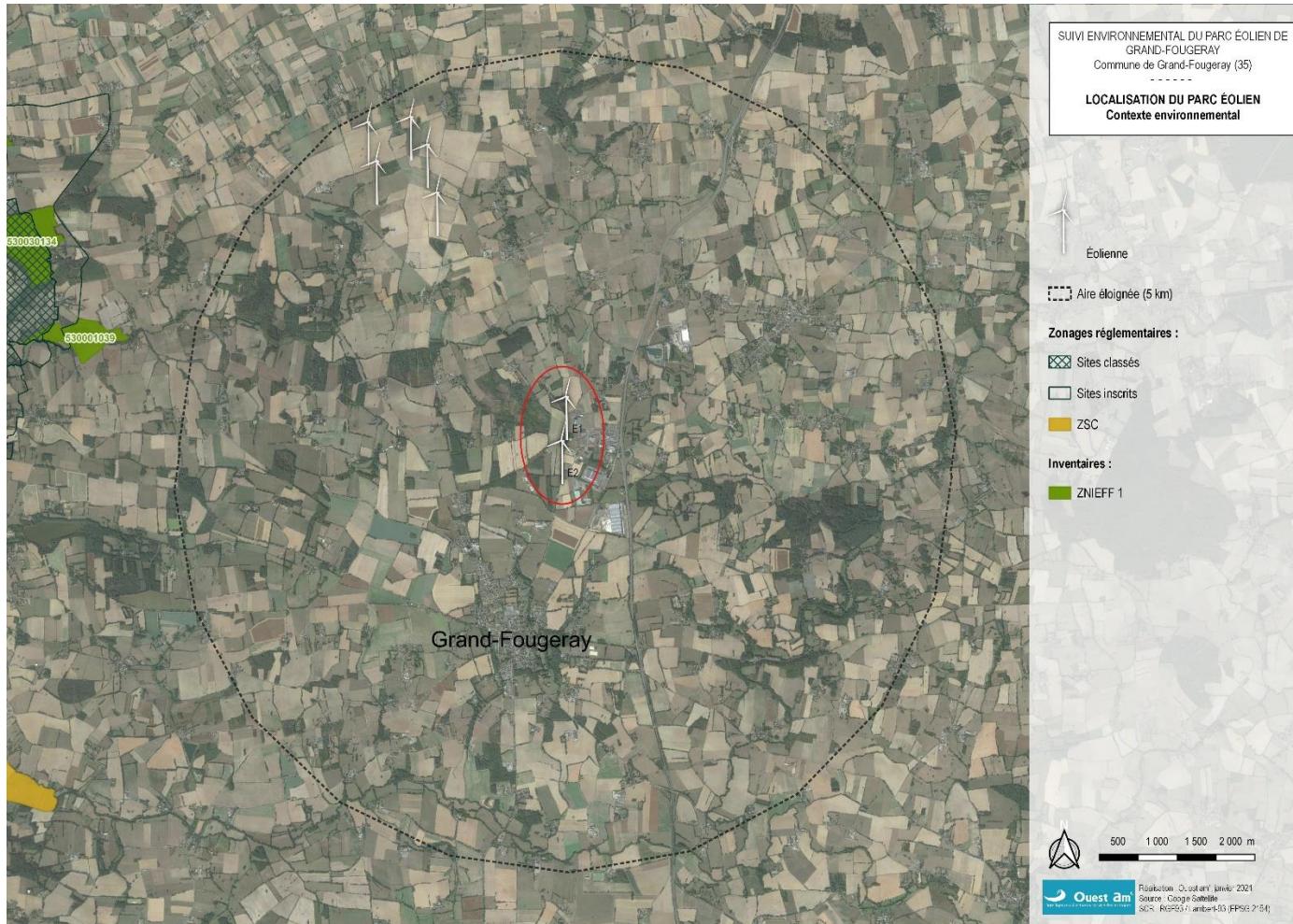


Figure 7 : carte du contexte environnemental du parc de Grand-Fougeray

## 11 RESULTATS DES TESTS

### 11.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE

Tableau 11 : indice d'efficacité d'observation

Niveau de détectabilité		D1		D2		D3	
Test	Date	Déposés	Retrouvés	Déposés	Retrouvés	Déposés	Retrouvés
1	29/06/2020	5	5	5	5	5	1
2	28/09/2020	5	5	5	5	5	1
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>

Le taux de détection calculé à partir de la note d'efficacité de recherche des deux tests et le pourcentage de recouvrement moyen par éolienne est en moyenne de 0,78.

Tableau 12 : indice de persistance

Test 1												
Jour	Date	N° poussin										Nombre restant
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	29/06/2020	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
1	30/06/2020	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
7	06/07/2020									x		1
9	08/07/2020									x		1
14	13/07/2020											0
<b>Nombre de jours moyen avant la disparition des cadavres :</b>											<b>1,8</b>	

Test 2												
Jour	Date	N° poussin										Nombre restant
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	28/09/2020	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
1	29/09/2020	x	x	x	x	x	x	x	x	x		9
7	05/10/2020	x										1
9	07/10/2020											0
<b>Nombre de jours moyen avant la disparition des cadavres :</b>											<b>1,5</b>	

La persistance des 20 cadavres des tests a été de 14 jours avant la disparition totale. Avec la formule de persistance, on obtient une **persistance moyenne de 1,65 jours**.

## 11.2 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 varié au cours des recherches.

Le graphique suivant montre, pour chaque éolienne, les superficies prospectées réellement par rapport aux surfaces prospectables théoriques.

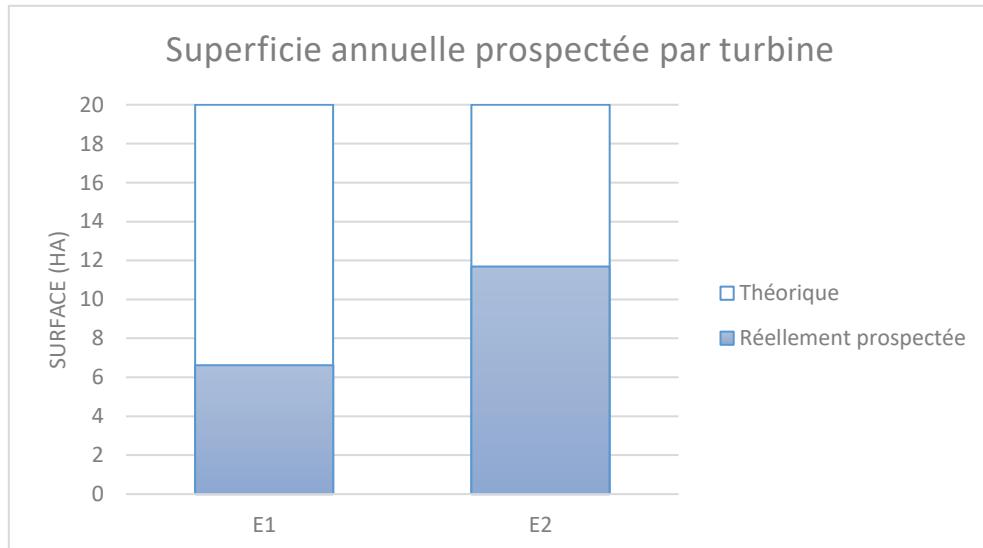


Figure 8 : superficie totale prospectée sur la durée de l'étude par éolienne

La prospectabilité totale de chaque éolienne, sur l'ensemble de la durée de ce suivi (1 hectare par éolienne et par visite, soit 20 hectares), est variable selon l'éolienne comme le montre le graphique ci-dessus.

La prospectabilité sur l'ensemble du parc est de 45,8% des surfaces prospectées sur l'ensemble de ce suivi mais avec des valeurs différentes selon les éoliennes. Avec 11,7 ha prospectés, soit 58%, l'éolienne E2 est celle ayant eu la plus grande surface prospectée. La prospectabilité de l'éolienne E1 est de 6,6 ha soit 33% de surface prospectée sur l'ensemble de ce suivi. Ceci est principalement dû au fait que les éoliennes sont implantées sur des zones de cultures et que la prospectabilité évolue en fonction de la hauteur et de la densité des cultures.

Ce facteur impacte logiquement les calculs d'estimation de mortalité avec une influence plus ou moins marquée selon la formule.

Les valeurs ci-dessous indiquent les périodes pendant lesquelles la prospectabilité est la moins bonne :

- ✓ E1 : culture, prospectabilité impactée de 69 % du 2 juin au 19 octobre,
- ✓ E2 : culture, prospectabilité impacté de 80 % du 28 juillet au 24 août.

## 12 CHIROPTERES

### 12.1 SUIVI D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

#### 12.1.1 ESPECES RECENSEES SUR LE SITE ET ACTIVITE

Le suivi acoustique a mis en évidence la présence d'au moins **5 espèces de chauves-souris**. Parmi ces espèces, on trouve les « Nyctalloid » (Noctule commune, Noctule de Leisler) avec 7265,70 secondes d'enregistrement et les « Pipistrelloïd » (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Natusius) avec 6238,60 secondes d'enregistrement.

L'espèce ayant la plus forte activité sur le site est la **Noctule commune** avec 4814,95 secondes enregistrées sur l'ensemble de la période d'écoute (cf. graphique ci-après). On trouve ensuite la **Pipistrelle commune** avec 2944,32 secondes, la **Pipistrelle de Kuhl** avec 2594,53 secondes et la **Noctule de Leisler** avec 2450,70 secondes. La **Pipistrelle de Natusius** est également présente sur le site mais de manière moins importante avec 699,74 secondes enregistrées.

Les espèces recensées sont particulièrement sensibles aux éoliennes (pipistrelles et noctules).

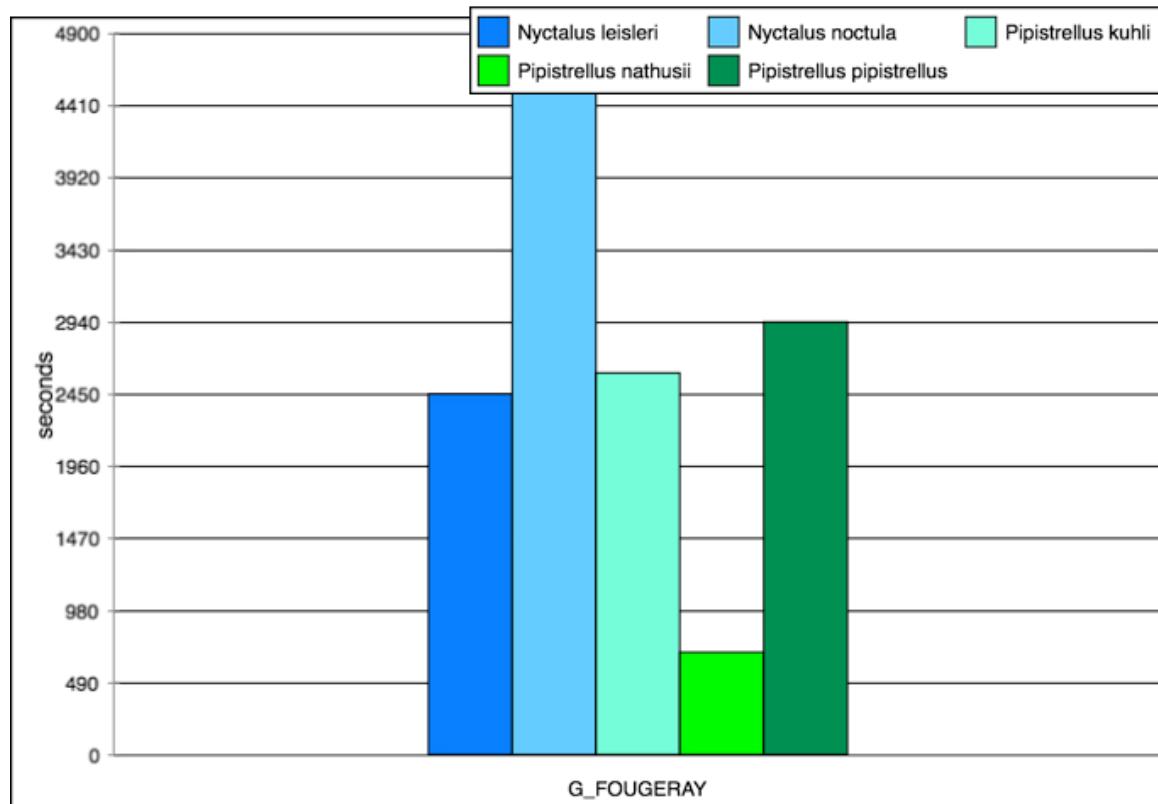
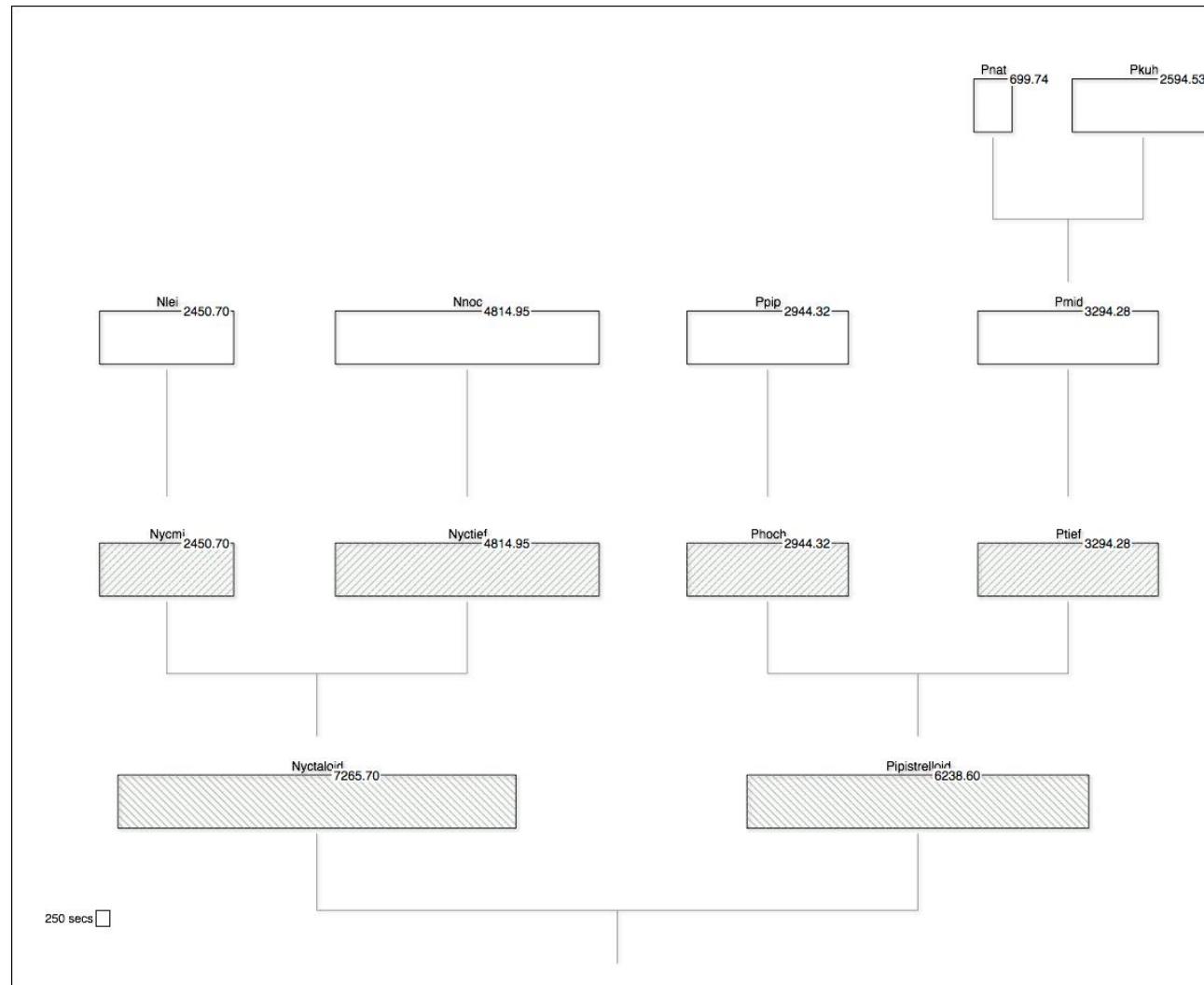


Figure 9 : nombre de secondes d'enregistrement par espèce



**Figure 10 : nombres de secondes enregistrées pour toutes les espèces recensées lors du suivi.**

Les différents regroupements sont liés à la ressemblance des sons émis par les chiroptères. **Nyctaloid** : Groupe des noctules et des sérotines, **Nycmi** : regroupement des Eser (*Eptesicus serotinus*)/**Nlei** (*Nyctalus leisleri*)/Vmur (*Vespertilio murinus*), **Nyctief** : regroupement des **Nnoc** (*Nyctalus noctula*)/Nlas (*Nyctalus lasiopterus*)/Tten (*Tadarida tentans*), **Pipistrelloïd** : Groupe des pipistrelles, **Phoch** : regroupement des **Ppip** (*Pipistrellus pipistrellus*)/Ppyg (*Pipistrellus pygmaeus*)/Msch (*Miniopterus schreibersii*), **Ptief** : regroupement des Hsav (*Hypsugo savii*)/Pmid, **Pmid** : regroupement des **Pkuh** (*Pipistrellus kuhlii*)/**Pnat** (*Pipistrellus nathusii*).

Tableau 13 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées en Bretagne

ESPÈCES	STATUT					ENJEUX	SENSIBILITÉ		NIVEAUX DE RISQUE
	Populations en BZH (dires d'experts et OEB 2016 )	Directive Habitats	LR BZH (2015)	LR France (2017)	PNAC BZH		Collision	Perte d'habitats (chasse/transit)	
Noctule commune	?	An.4	NT	VU	X	Responsabilité nationale au moins en matière de populations reproductrices. En Bretagne, les contacts sont localisés dans l'Est de la région, en Ille-et-Vilaine, au sud du Morbihan et autour de l'estuaire de la Loire en particulier le long des cours d'eau, forêt de feuillus mixtes, paysages ouverts et vallées.	+++	+	Très élevé
Noctule de Leisler	?	An.4	NT	NT	X	Responsabilité principalement en zone forestière durant la période de mise-bas, plus large en période de migration. La Noctule de Leisler peut être considérée comme rare et localisée à l'échelle de la région.	+++	+	Élevé
Pipistrelle commune	→	An.4	LC	NT	X	Espèce omniprésente dans la région.	+++	+	Élevé
Pipistrelle de Nathusius	?	An.4	NT	NT	X	Espèce très présente en période de migration, avec des flux d'individus le long de la côte et des cours d'eau et pièces d'eau. La Bretagne est assurément une halte pour cette espèce. La reproduction est plus anecdotique.	+++	+	Élevé
Pipistrelle de Kuhl	↑	An.4	LC	LC		Espèce omniprésente dans la région.	+++	+	Élevé

Source : DREAL Bretagne, liste des espèces chiroptères et oiseaux de Bretagne, Niveaux de risque des chiroptères

LR = Liste rouge

Statut liste rouge : LC (taxon de préoccupation mineure), NT (Taxon quasi menacé), VU (taxon vulnérable), EN (taxon en danger), CR (Taxon en danger critique),

DD (Taxon dont les données sont insuffisantes), NA (non applicable)

Les espèces menacées de disparition sont en CR, EN et VU

PNAC = Plan national d'actions en faveur des chiroptères

↑ : en diminution nette au national donc supposé en diminution

↑ : en augmentation en hibernation en Bretagne, donc supposé en augmentation

↑ : en augmentation en hibernation et reproduction en Bretagne

? : inconnu

### **12.1.2 ANALYSE DE L'ACTIVITE PAR NUIT SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI**

Sur l'ensemble de la période d'enregistrement, les chauves-souris ont été actives à partir de 19h jusqu'à 8h avec une période de forte activité entre 22h30 et 00h30 et une autre entre 1h et 3h. Le maximum d'activité est atteint entre 2h et 2h30.

La Noctule commune et la Pipistrelle commune ont été enregistrées sur toute la période d'enregistrement, c'est-à-dire d'avril à novembre. Ce sont également les deux seules espèces enregistrées durant le mois de novembre.

La Noctule de Leisler a été contactée tous les mois entre avril et octobre. La Pipistrelle de Kuhl a été enregistrée tous les mois entre mai et octobre.

La Pipistrelle de Natusius a quant à elle, été contactée uniquement au cours des mois de mai, juin, août et septembre.

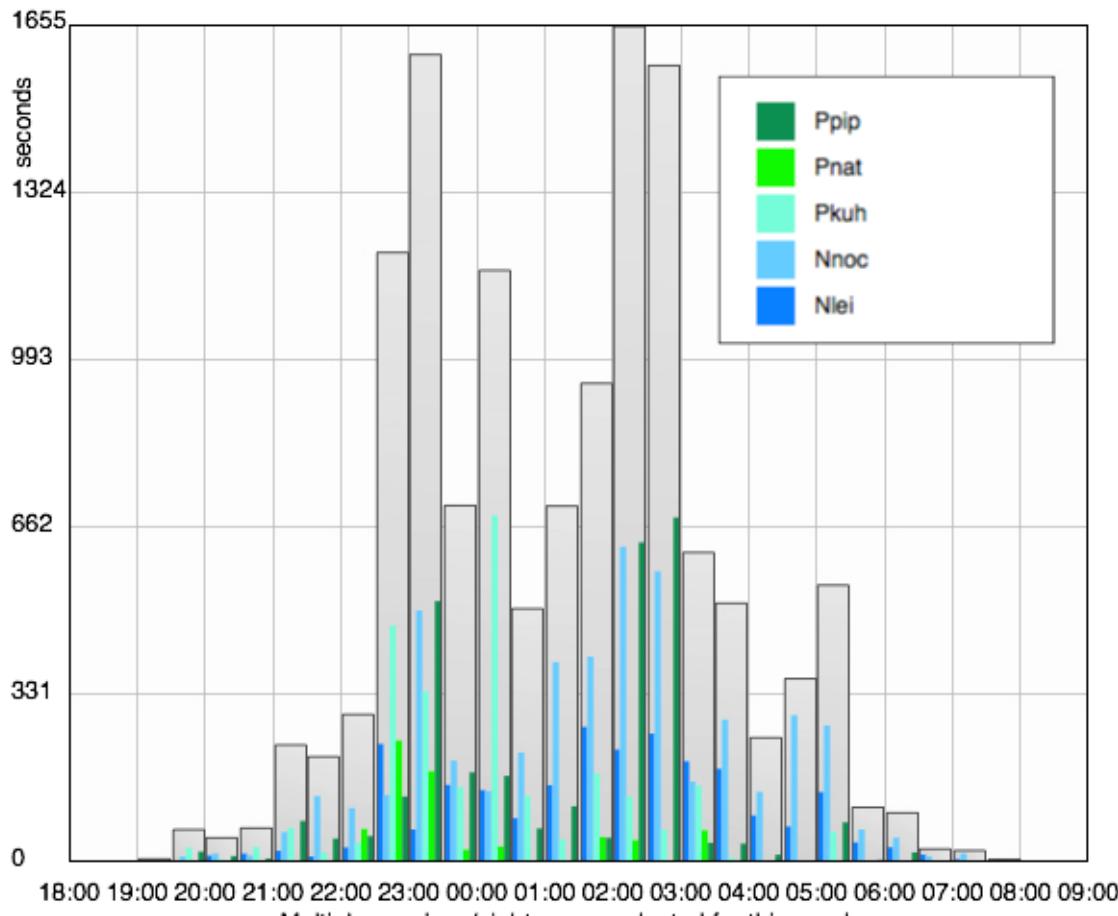


Figure 11 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrements.

L'échelle des graphiques ci-dessus est variable en fonction de la quantité de contacts afin de pouvoir visualiser les activités enregistrées quelle que soit le niveau d'activité.

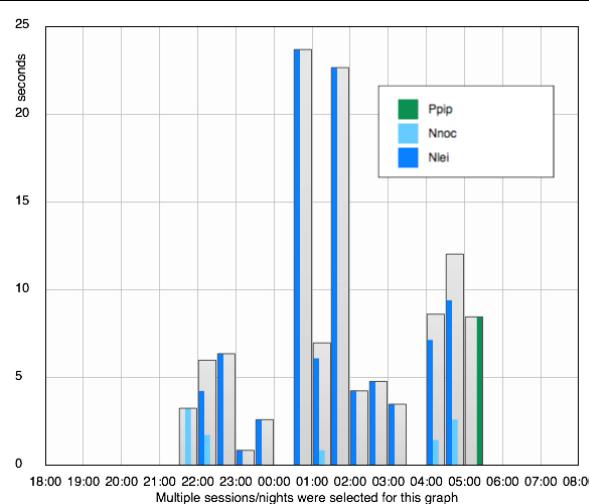


Figure 12 : activité enregistrée en avril

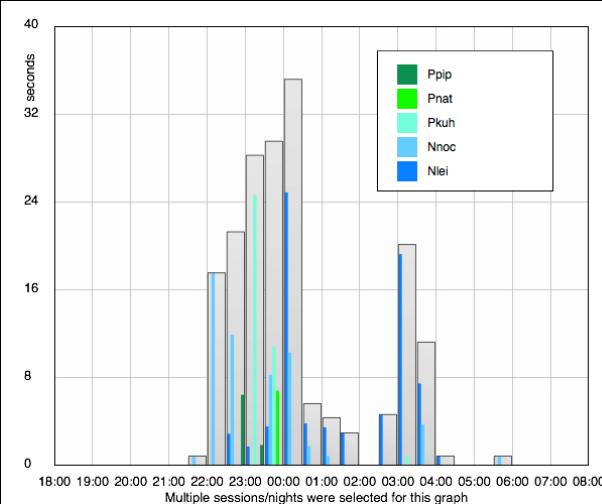


Figure 13 : activité enregistrée en mai

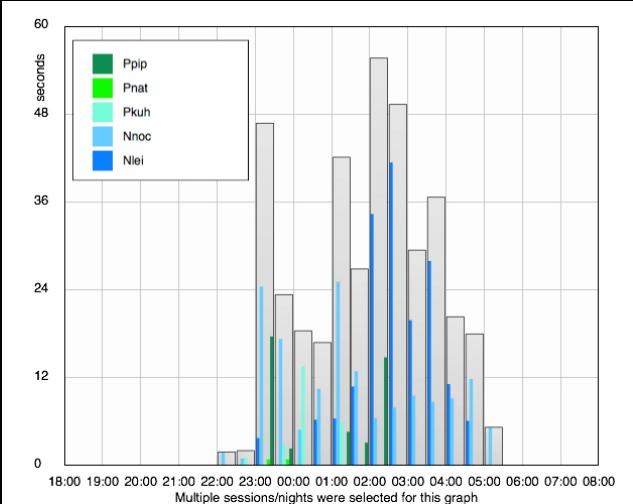


Figure 14 : activité enregistrée en juin

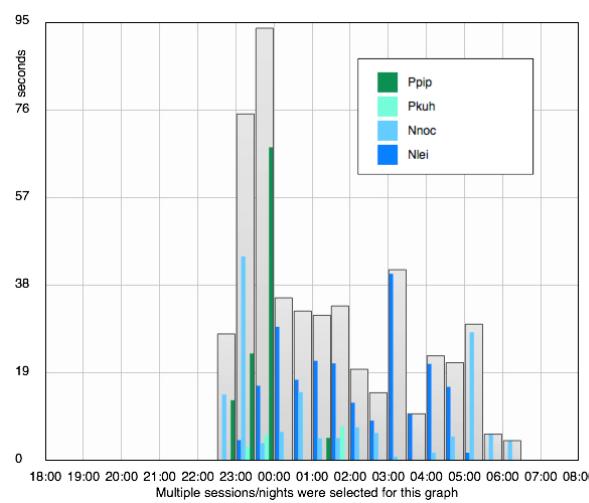


Figure 15 : activité enregistrée en juillet

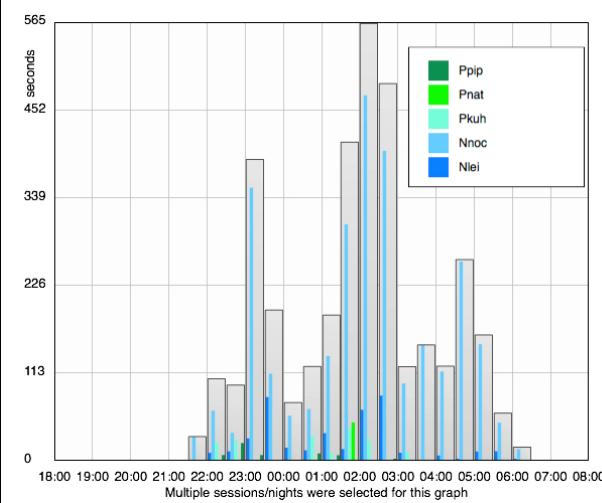


Figure 16 : activité enregistrée en août

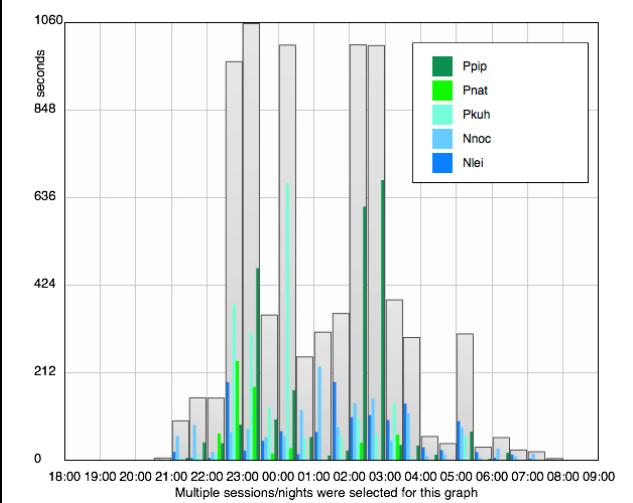


Figure 17 : activité enregistrée en septembre

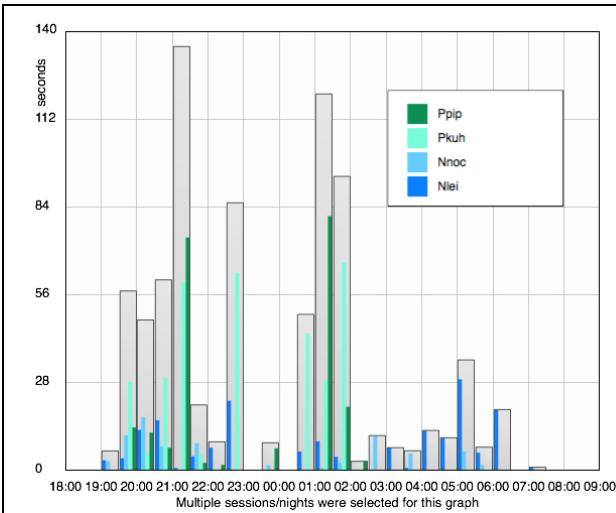


Figure 18 : activité enregistrée en octobre

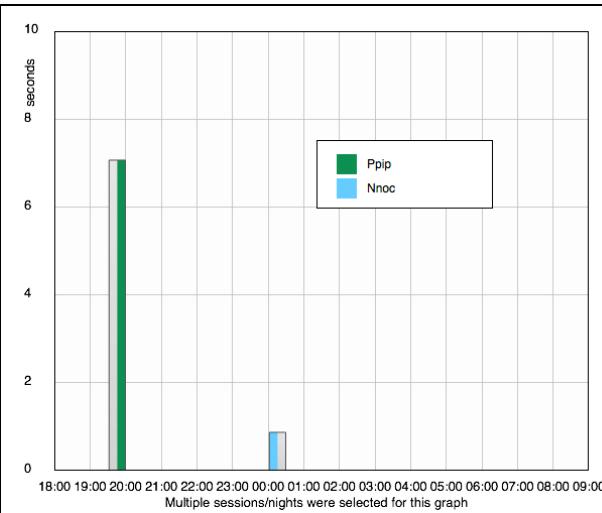


Figure 19 : activité enregistrée en novembre

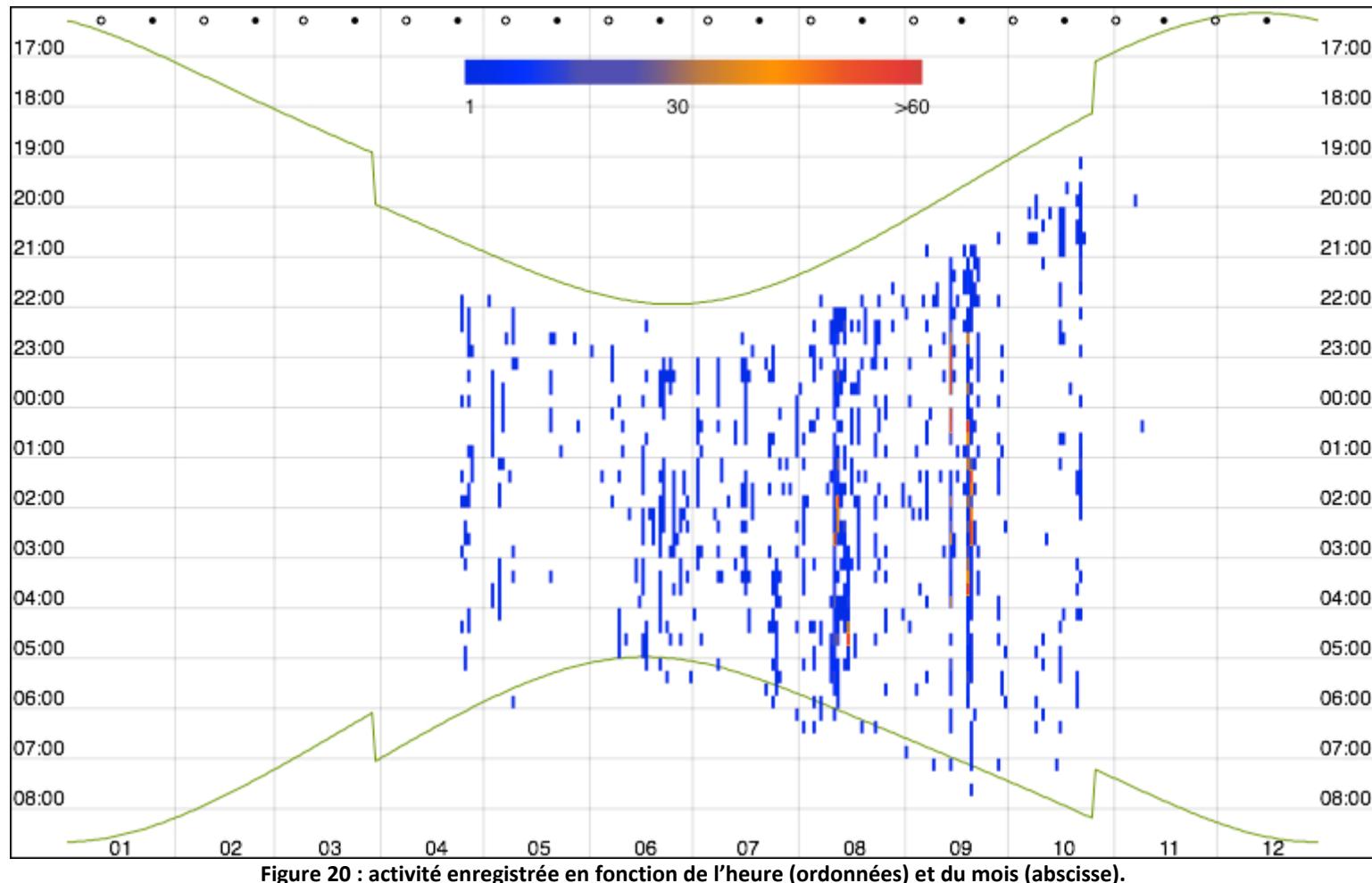


Figure 20 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).

Les couleurs des traits représentent le nombre de séquences.

### 12.1.3 CORRELATION DE L'ACTIVITE AVEC LA VITESSE DE VENT

En 2020, l'activité a été enregistrée à partir d'une vitesse de vent de 2 m/s et jusqu'à 8,5 m/s avec une majorité de l'activité entre 4 m/s et 6,5 m/s (cf. graphiques suivants). 90% de l'activité totale enregistrée durant ce suivi se situe entre 0 m/s et 7,5 m/s.

L'activité décroît fortement à partir de 6,5 m/s ; vitesse au-delà de laquelle quatre espèces sont encore actives bien que peu présentes, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Noctule commune et la Noctule de Leisler.

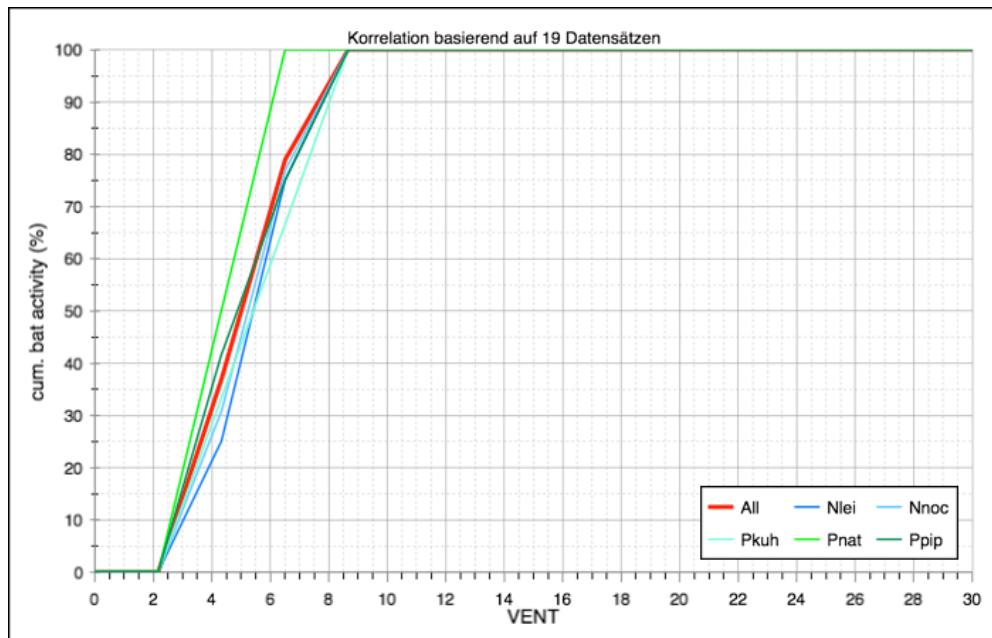


Figure 21 : graphique de corrélation entre l'activité des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.

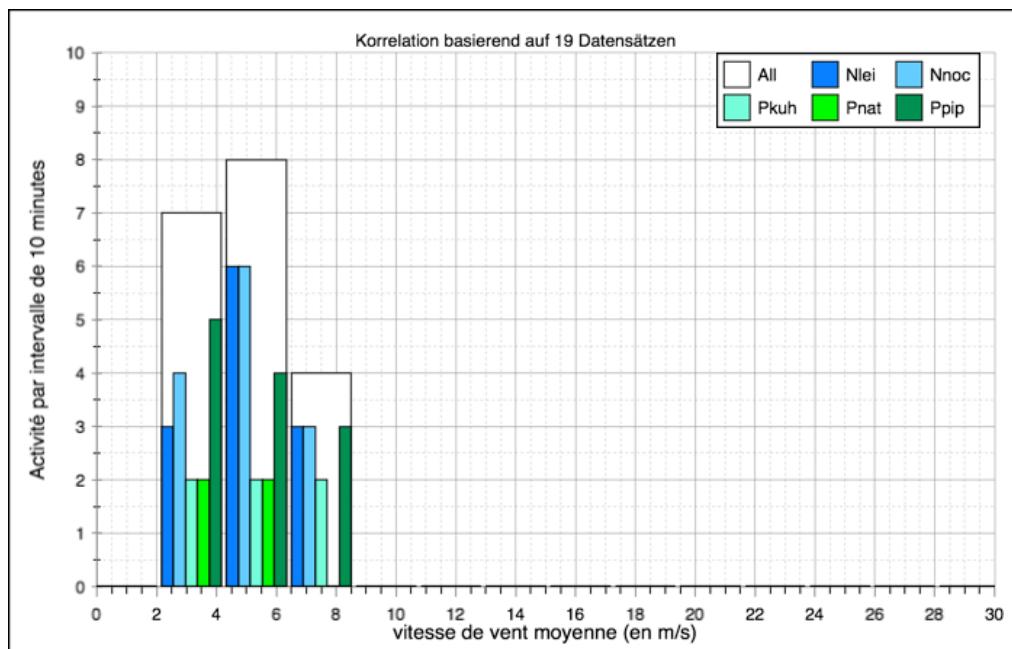


Figure 22 : diagramme de corrélation entre l'activité des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.

#### **12.1.4 CORRELATION DE L'ACTIVITE AVEC LA TEMPERATURE**

Sur l'année 2020, sur le site de Grand-Fougeray, les chiroptères ont été actifs à partir de 9°C jusqu'à 34°C, correspondant à la température maximum enregistrée durant la nuit sur le site durant cette étude et non la température maximum pour l'activité des chiroptères.

L'activité selon la température est assez homogène. L'activité augmente progressivement entre 9°C et 17°C et atteint un maximum entre 18°C et 19°C. Entre 19°C et 21°C, l'activité décroît, puis subit une légère hausse entre 21°C et 22°C pour ensuite diminuer progressivement entre 22°C et 34°C.

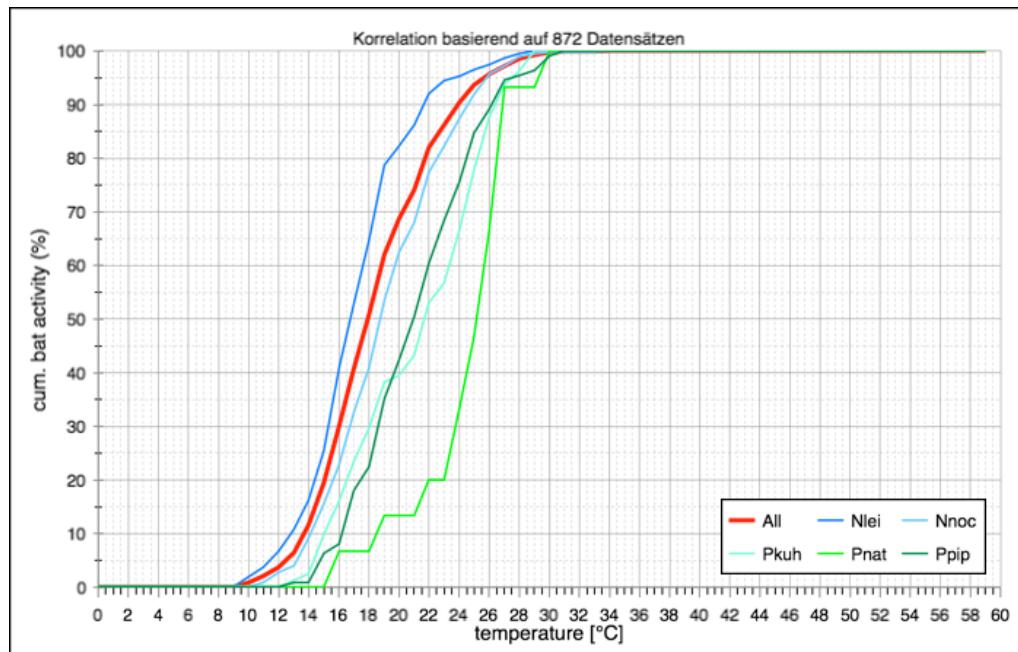


Figure 23 : graphique de corrélation entre l'activité des chiroptères et la température en °C.

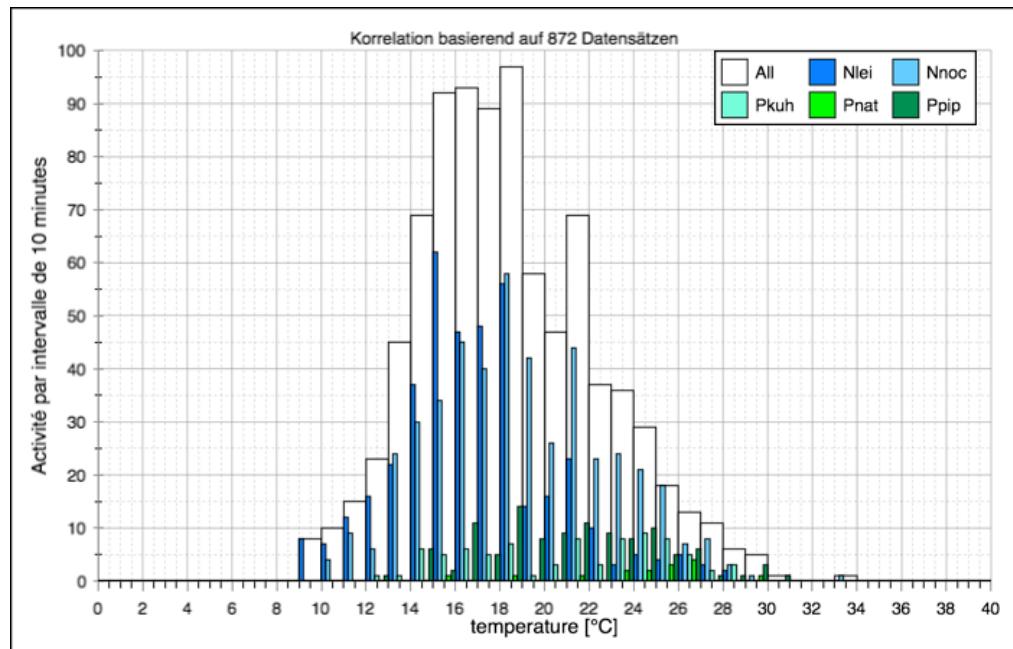


Figure 24 : diagramme de corrélation entre l'activité des chiroptères et la température en °C.

## 12.2 MORTALITE

**Aucun cadavre de chiroptère** n'a été découvert durant ce suivi de 20 passages sous les éoliennes du parc de Grand-Fougeray.

**Tableau 14 : mortalité des chiroptères**

Passage	Date	E1	E2	Météo
1	11/05/2020	0	0	nuageux, vent moyen, 12°C
2	18/05/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 23°C
3	25/05/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 21°C
4	02/06/2020	0	0	ensoleillé, vent fable, 26°C
5	08/06/2020	0	0	nuageux, vent moyen, 19°C
6	15/06/2020	0	0	couver, vent faible, averses, 18°C
7	22/06/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 20°C
8	29/06/2020	0	0	nuageux, vent faible 18°C
9	06/07/2020	0	0	nuageux, vent moyen 17°C
10	13/07/2020	0	0	ensoleillé, vent faible 22°C
11	20/07/2020	0	0	nuageux, vent moyen, 21°C
12	28/07/2020	0	0	nuageux, vent moyen, 17°C
13	10/08/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 29°C
14	17/08/2020	0	0	nuageux, vent faible, 19°C
15	24/08/2020	0	0	nuageux, vent faible, 16°C
16	07/09/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 19°C
17	22/09/2020	0	0	nuageux, vent faible, 17°C
18	28/09/2020	0	0	couver, vent moyen, 17°C
19	05/10/2020	0	0	ensoleillé, vent fort, 12°C
20	19/10/2020	0	0	ensoleillé, vent moyen, 11°C

## **12.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE**

En l'absence de cadavre trouvé sur le site, aucune estimation de la mortalité ne peut être calculée.

## 12.4 MISE EN LIEN DE L'ACTIVITE ET DE LA MORTALITE

Plusieurs pics d'activité ont été enregistrés durant ce suivi :

- ✓ les 11 et 12 août avec respectivement 1122 et 1249 secondes d'enregistrement,
- ✓ le 14 septembre avec 4376 secondes,
- ✓ les 19 et 20 septembre avec 1177 et 2000 secondes,
- ✓ le 22 octobre avec 568 secondes.

Cependant, comme aucun cadavre de chauves-souris n'a été découvert au cours de ce suivi, **il est donc impossible d'établir un lien entre l'activité et une éventuelle mortalité.**

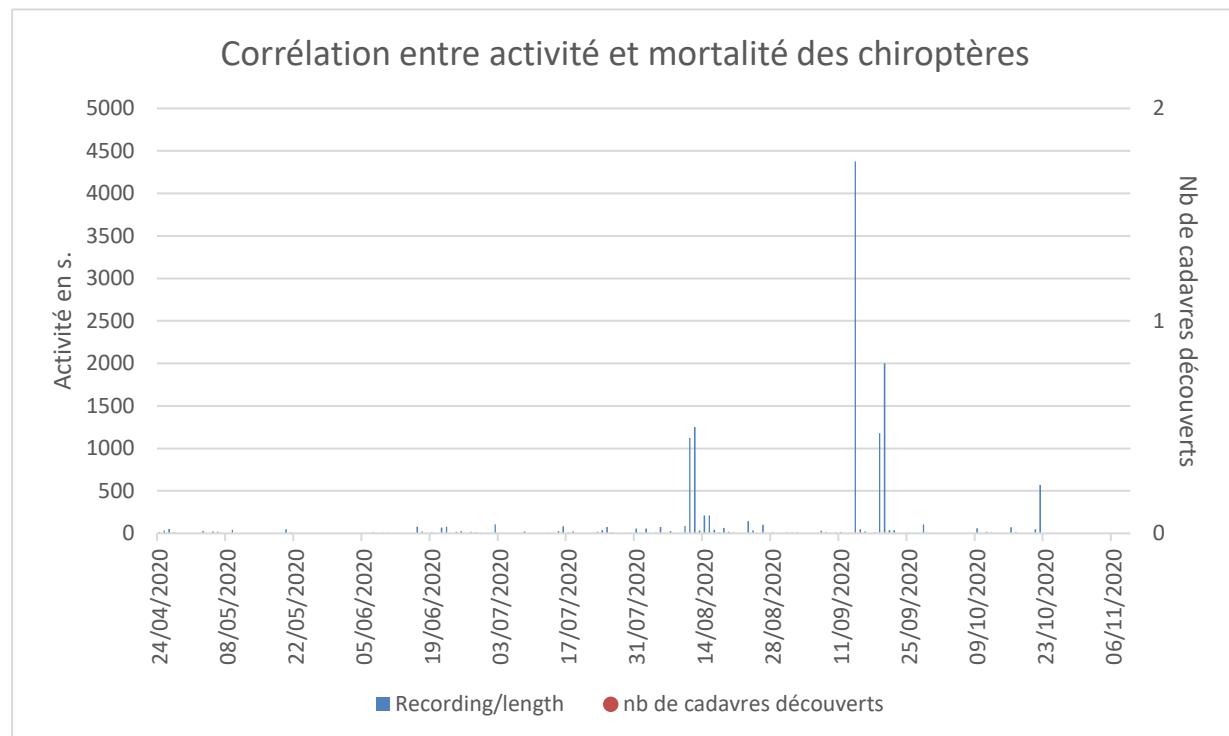


Figure 25 : graphique de corrélation entre la durée d'activité enregistré et le nombre de cadavres découverts

## 13 AVIFAUNE

### 13.1 MORTALITE

Au total, **deux cadavres d'oiseaux** ont été découverts sous les éoliennes du parc de Grand-Fougeray au cours des 20 passages réalisés lors de ce suivi. Ces cadavres ont été collectés à des distances de 1 et 24 mètres par rapport au mât. L'état des cadavres a permis d'identifier l'espèce mais pas le sexe.

Tableau 15 : mortalité des oiseaux

Passage	Date	E1	E2	Météo
1	11/05/2020	0	0	nuageux, vent moyen, 12°C
2	18/05/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 23°C
3	25/05/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 21°C
4	02/06/2020	1 Bergeronnette grise	0	ensoleillé, vent fable, 26°C
5	08/06/2020	0	0	nuageux, vent moyen, 19°C
6	15/06/2020	0	0	couver, vent faible, averses, 18°C
7	22/06/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 20°C
8	29/06/2020	1 Tourterelle des bois	0	nuageux, vent faible 18°C
9	06/07/2020	0	0	nuageux, vent moyen 17°C
10	13/07/2020	0	0	ensoleillé, vent faible 22°C
11	20/07/2020	0	0	nuageux, vent moyen, 21°C
12	28/07/2020	0	0	nuageux, vent moyen, 17°C
13	10/08/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 29°C
14	17/08/2020	0	0	nuageux, vent faible, 19°C
15	24/08/2020	0	0	nuageux, vent faible, 16°C
16	07/09/2020	0	0	ensoleillé, vent faible, 19°C
17	22/09/2020	0	0	nuageux, vent faible, 17°C
18	28/09/2020	0	0	couver, vent moyen, 17°C
19	05/10/2020	0	0	ensoleillé, vent fort, 12°C
20	19/10/2020	0	0	ensoleillé, vent moyen, 11°C

Tableau 16 : tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres trouvés

Date	Espèce	Sexe	État du cadavre	Éolienne	Distance au mât	Orientation
02/06/2020	Bergeronnette grise	Ind.	frais	E1	24	NE
29/06/2020	Tourterelle des bois	Ind.	aile et ventre sectionnés, tête manquante	E1	1	SO

## 13.2 ESPECES CONCERNÉES

Deux espèces ont été identifiées : La **Bergeronnette grise** (*Motacilla alba*) et la **Tourterelle des bois** (*Streptopelia turtur*).



Figure 26 : exemple des cadavres d'oiseaux trouvés sous les éoliennes du parc de Grand-Fougeray

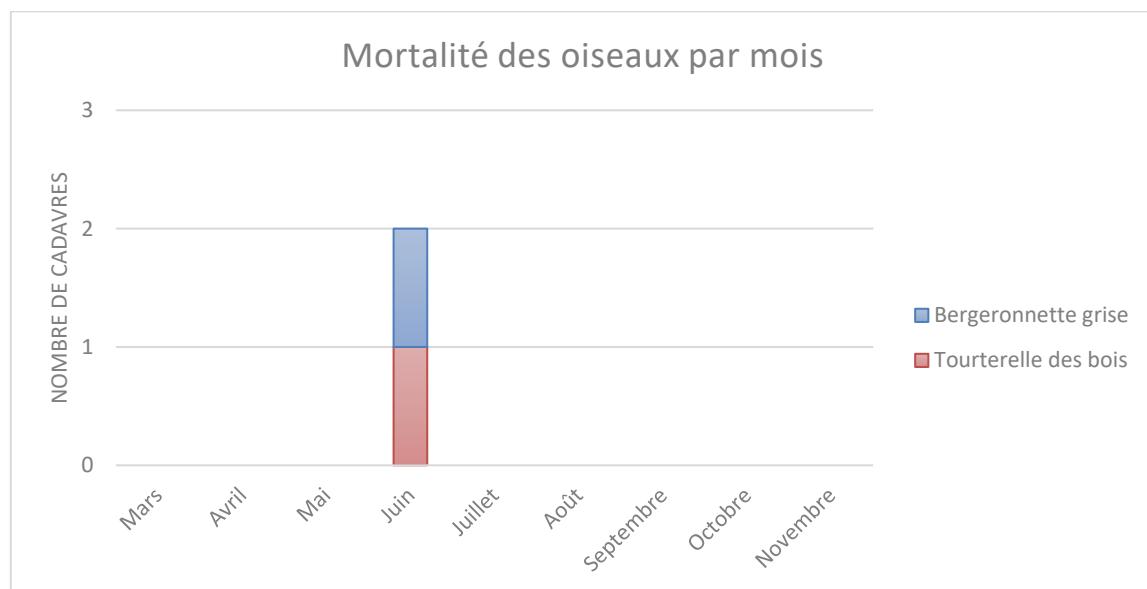
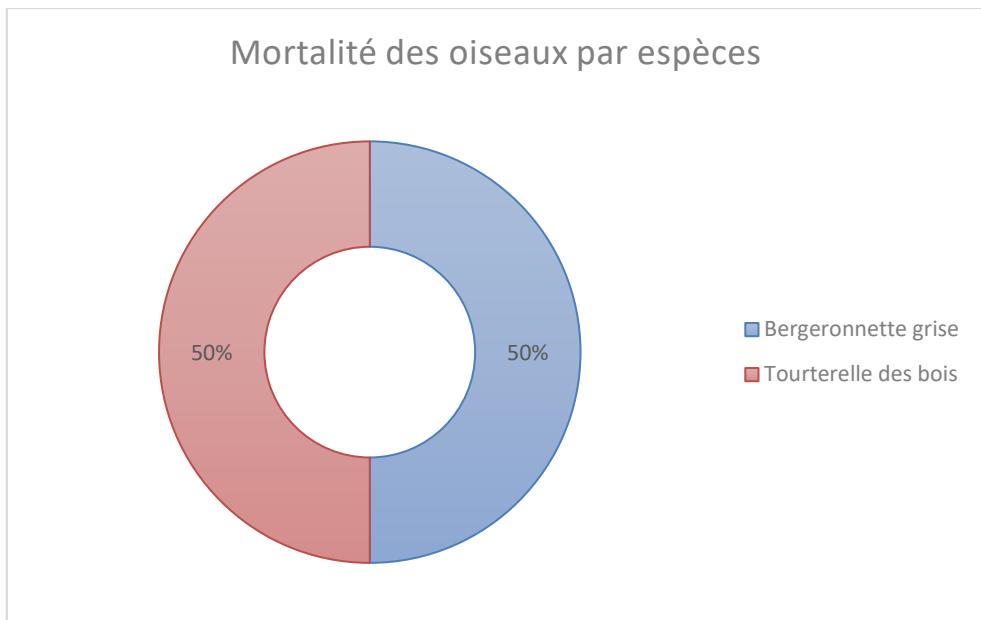


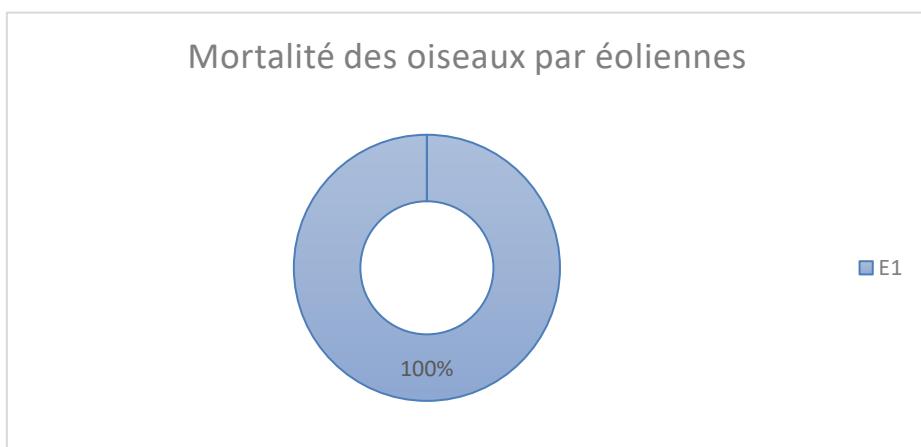
Figure 27 : mortalité par mois et par espèce

Les deux cadavres d'oiseaux ont été découverts au mois de juin correspondant à la période de nidification.



**Figure 28 : effectif des espèces d'oiseaux découverts**

la Bergeronnette grise et la Tourterelle des bois représentent respectivement 50% de la mortalité avifaune constatée durant ce suivi.



Les deux cadavres ont été trouvés sous l'éolienne E1. Elle concentre donc 100% de la mortalité avifaune constatée durant la durée de ce suivi.

### **13.3 CAUSES DE LA MORTALITE**

Il est parfois difficile d'être catégorique au sujet des raisons qui ont provoqué la mort de l'avifaune observée sous les éoliennes. En effet, l'état de putréfaction ou de dessiccation d'un cadavre est parfois tel qu'à défaut d'autopsie vétérinaire approfondie, la cause de la mort ne peut être clairement identifiée.

Dans notre cas, la mortalité par collision avec les pales est avérée pour le cadavre de Tourterelle des bois puisque ses ailes et son ventre ont été sectionnés. En ce qui concerne le cadavre de bergeronnette grise, il est très probable que celui-ci ait également été tué par collision avec une pale au regard de la faible distance de découverte du cadavre par rapport au mât de l'éolienne (24 mètres).

## 13.4 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

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

La **Bergeronnette grise** est classée « en préoccupation mineure » (LC) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de France et sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne.

La **Tourterelle des bois** figure « vulnérable » (VU) sur la liste rouge à l'échelle mondiale et européenne ainsi que sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de France. Cette espèce est inscrite en « préoccupation mineure » (LC) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne.

**Tableau 17 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés**

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	LR MONDE (2017)	LR EUROPE (2015)	LR FR NICHEURS (2016)	LR BRETAGNE NICHEURS (2015)	LR FR HIVERNANT (2016)	LR FR DE PASSAGE (2016)	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Indice de conservation (nicheurs)	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	LC	LC	LC	LC	NA	-	-	art. 3	2	1	1,5
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	VU	VU	VU	LC	-	NA	DD		4	1	2,5

\*Liste rouge UICN, Monde, Europe, France

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

## 13.5 ESTIMATION DE LA MORTALITE

---

L'estimation de la mortalité a été calculée à l'aide de 3 méthodes : Erickson, Jones, et Huso, conformément aux exigences du protocole national d'avril 2018.

**Tableau 18 : estimation de la mortalité des oiseaux**

OISEAUX														
N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Coefficient correcteur surfacique	Intervalle entre les passages (jours)	Persistance moyenne d'un cadavre (jours)	Taux de persistance		Intervalle effectif	Coefficient correcteur de l'intervalle	Nombre de cadavres estimé		
	Na	Nb						d	A	I	t	p (Jones)	p (Huso)	î
E1	2	0	0,69	0,33	3,02	8,47	1,65	0,08	0,19	3,30	0,39	46	294	117
E2	0	0	0,88	0,58	0,00	8,47	1,65	0,08	0,19	3,30	0,39	0	0	0
Parc	2	0	0,78	0,46	2,18	8,47	1,65	0,08	0,19	3,30	0,39	46	294	117

Les estimations du nombre de cadavres des oiseaux par éolienne sont les suivants :

- ✓ de 46 à 294 individus pour l'éolienne E1,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E2.

Soit entre **46 et 294 cas de mortalité** pour l'ensemble du parc sur la durée de ce suivi.

Soit en moyenne **entre 23 et 147 cas de mortalité** par éolienne sur la durée de ce suivi.

## **14 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE**

---

### **14.1 CHIROPTERES**

---

La mortalité « brute » constatée pour les chiroptères sur le parc de Grand-Fougeray est nulle. Par rapport aux données brutes des 34 études collectées en Bretagne, le parc se positionne en 22<sup>ème</sup> position avec 13 autres parcs.

Pour rappel les estimations de mortalité sont de **0 cadavres** pour le parc sur la durée du suivi.

**Le niveau de mortalité constaté pour les chiroptères sur le parc de Grand-Fougeray est considéré comme très faible et non significatif.**

- ✓ Parc de Grand-Fougeray : 0 cadavre par éolienne et par visite,
- ✓ Moyenne en Bretagne : 0,0332 cadavre par éolienne et par visite (sur 34 rapports collectés plus la présente étude).

Par rapport à la mortalité moyenne par éolienne et par visite, le parc de Grand-Fougeray se positionne alors en 35<sup>ème</sup> position.

### **14.2 AVIFAUNE**

---

La mortalité « brute » constatée pour l'avifaune sur le parc de Grand-Fougeray est de deux cadavres. Par rapport aux données brutes des 34 études collectées en Bretagne, le parc se positionne en 22<sup>ème</sup> position avec cinq autres parcs.

Pour rappel les estimations sont de **46 à 294 cadavres** sur la durée du suivi pour le parc.

**Le niveau de mortalité constaté pour les oiseaux sur le parc de Grand-Fougeray est modéré et significatif.**

- ✓ Parc de Grand-Fougeray : moyenne de 0,05 cadavre par éolienne et par visite,
- ✓ Moyenne en Bretagne : 0,0360 cadavre (sur 34 rapports collectés plus la présente étude).

Par rapport à la mortalité moyenne par éolienne et par visite, le parc de Grand-Fougeray se positionne alors en 9<sup>ème</sup> position.

## MORTALITÉ DES CHIROPTRÈS

Classement du parc éolien de Grand-Fougeray parmi 34 suivis réalisés entre 2011 et 2020  
en Bretagne à raison d'au moins 20 passages par an (30 en moyenne)

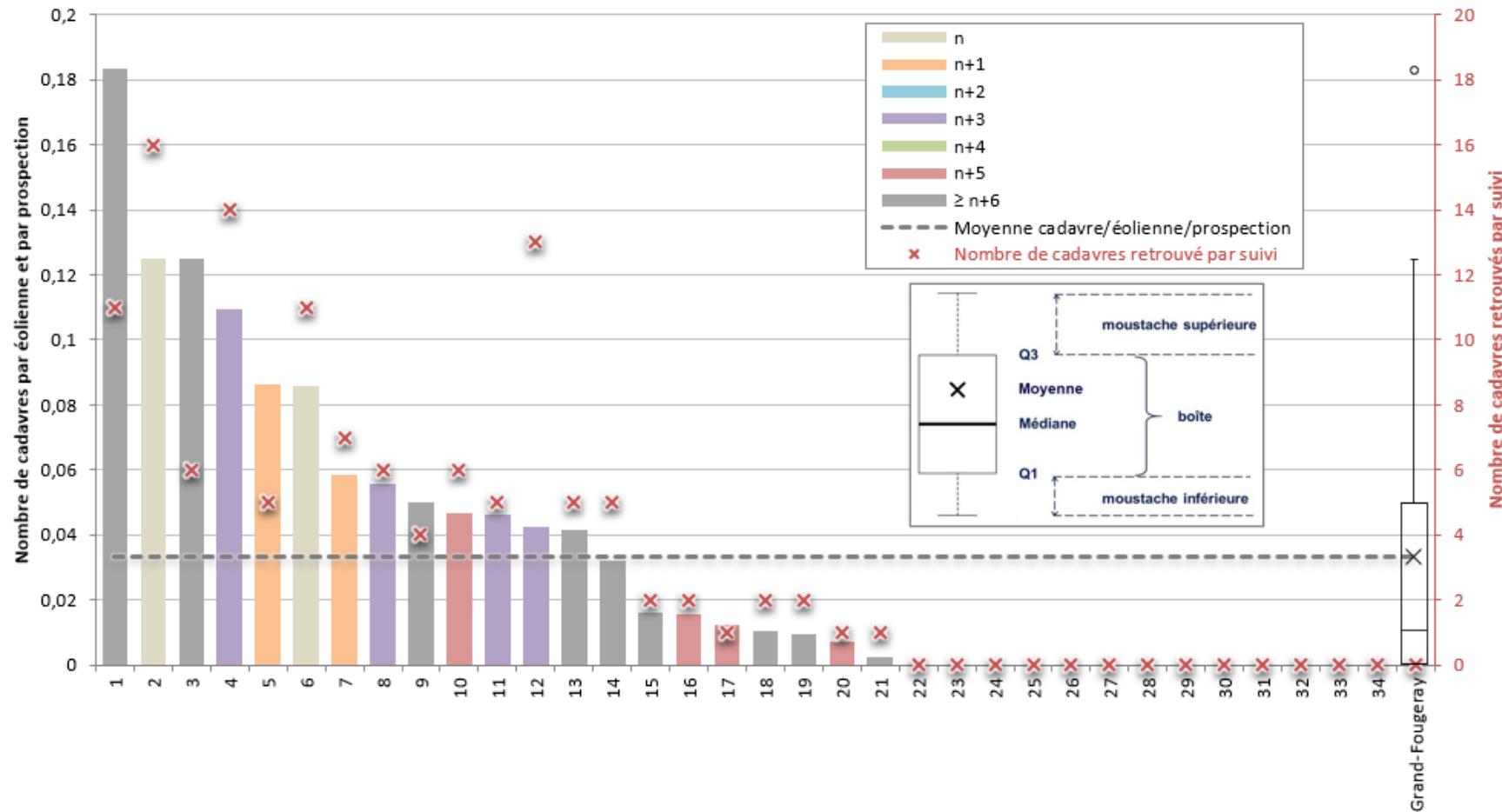


Figure 29 : intégration du parc de Grand-Fougeray dans un histogramme de mortalité chiroptères par éolienne et par visite.

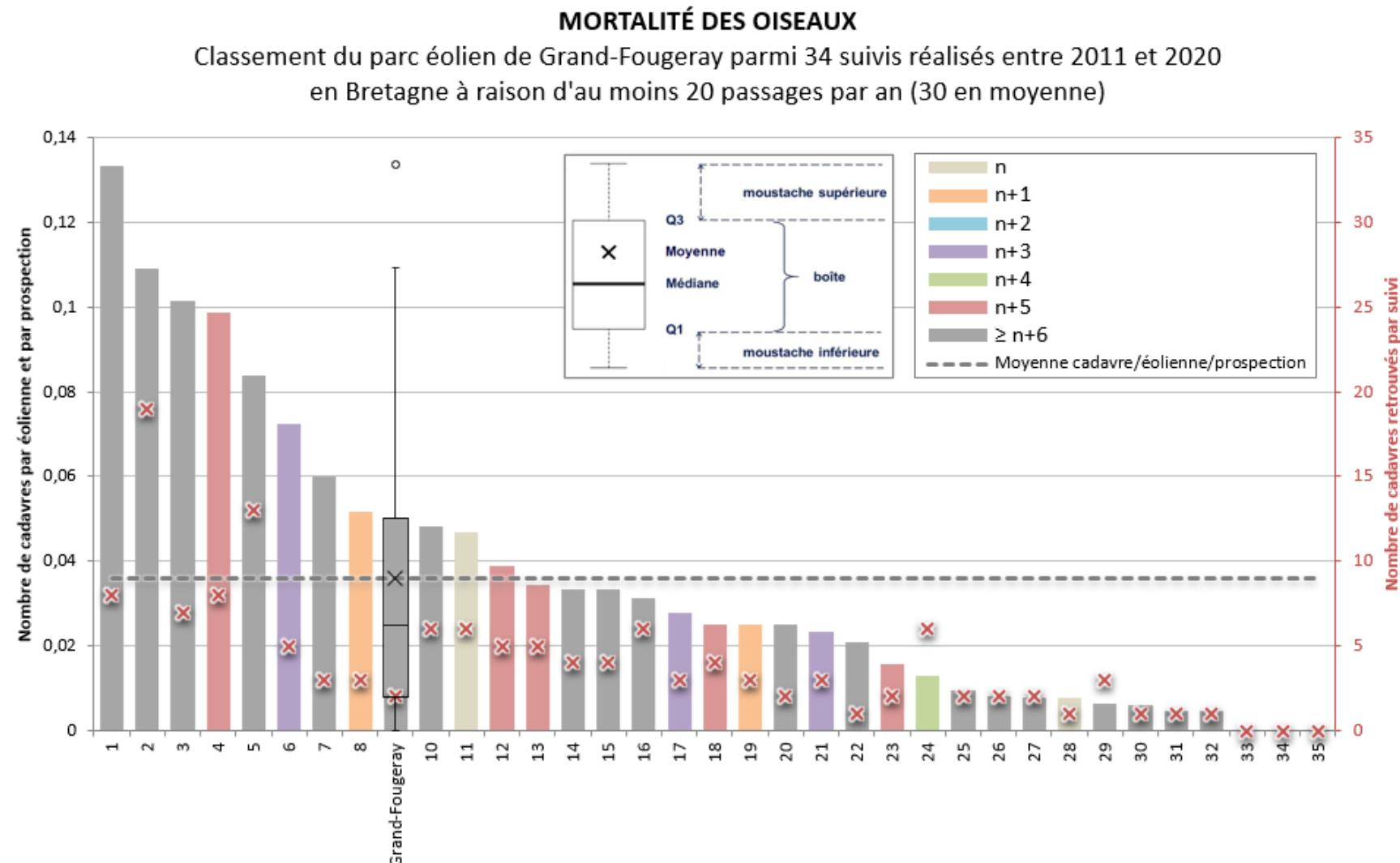


Figure 30 : intégration du parc de Grand-Fougeray dans un histogramme de mortalité oiseaux par éolienne et par visite.

## **CONCLUSION**

---

Au regard des résultats, nous concluons que la mortalité pour les chiroptères n'est pas significative. Aucune mesure corrective n'est donc prévue pour les chiroptères.

Concernant les oiseaux, la mortalité est considérée comme significative (bien que modérée) par rapport à la mortalité régionale constatée. De ce fait, il est proposé de mettre en place les mesures correctives suivantes, notamment pour la Tourterelle des bois, espèce classée Vulnérable (VU) au niveau national pour la période de nidification (pour rappel, l'individu a été trouvé en période de nidification) :

- ✓ **Plantation d'une haie de 100m**

**Modalités liées à la plantation de la haie :**

- ✓ A plus de 200m des éoliennes (idéalement à plus de 500m), en continuité d'une haie ou d'une lisière boisée existante,
- ✓ Plantation d'espèces autochtones (*Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*, *Ilex aquifolium*, *Mespilus germanica*, etc.),
- ✓ La plantation peut être organisée comme suit : un arbre de haut jet tous les 5 mètres, un arbuste tous les mètres entre les arbres de haut jet,
- ✓ Les plants devront être protégés (gaine de protection),
- ✓ Le sol doit être paillé et non bâché,
- ✓ Le coût de la mesure est estimé à 1 500€HT,
- ✓ Cette haie sera suivie en années n+1, n+3 puis lors des prochains suivis environnementaux sur le parc (tous les 10 ans).
- ✓ La haie ne doit pas faire l'objet de tailles avant l'année n+20.

## TABLE DES FIGURES

---

Figure 1 : carte de localisation du parc de Grand-Fougeray .....	7
Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes .....	11
Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site) .	14
Figure 4: illustrations de la persistance des cadavres .....	15
Figure 5 : Interprétation d'une boîte à moustaches ( <a href="http://www.ilovestatistics.be">www.ilovestatistics.be</a> ).....	19
Figure 6 : carte des habitats à proximité des aires de prospection .....	22
Figure 7 : carte du contexte environnemental du parc de Grand-Fougeray.....	23
Figure 8 : superficie totale prospectée sur la durée de l'étude par éolienne .....	25
Figure 9 : nombre de secondes d'enregistrement par espèce.....	26
Figure 10 : nombres de secondes enregistrées pour toutes les espèces recensées lors du suivi.....	27
Figure 11: activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrements. ....	29
Figure 12 : activité enregistrée en avril .....	30
Figure 13 : activité enregistrée en mai .....	30
Figure 14 : activité enregistrée en juin.....	30
Figure 15 : activité enregistrée en juillet.....	30
Figure 16 : activité enregistrée en août .....	30
Figure 17 : activité enregistrée en septembre .....	30
Figure 18 : activité enregistrée en octobre .....	31
Figure 19 : activité enregistrée en novembre .....	31
Figure 20 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse). ....	32
Figure 21 : graphique de corrélation entre l'activité des chiroptères et la vitesse du vent en m/s. ....	33
Figure 22 : diagramme de corrélation entre l'activité des chiroptères et la vitesse du vent en m/s. ....	33
Figure 23 : graphique de corrélation entre l'activité des chiroptères et la température en °C.....	34
Figure 24 : diagramme de corrélation entre l'activité des chiroptères et la température en °C.....	34
Figure 25 : graphique de corrélation entre la durée d'activité enregistré et le nombre de cadavres découverts .....	37

## *Suivi environnemental post implantation d'éoliennes - Parc de Grand-Fougeray*

---

Figure 26 : exemple des cadavres d'oiseaux trouvés sous les éoliennes du parc de Grand-Fougeray.....	39
Figure 27 : mortalité par mois et par espèce .....	39
Figure 28 : effectif des espèces d'oiseaux découverts .....	40
Figure 29 : intégration du parc de Grand-Fougeray dans un histogramme de mortalité chiroptères par éolienne et par visite.....	44
Figure 30 : intégration du parc de Grand-Fougeray dans un histogramme de mortalité oiseaux par éolienne et par visite.....	45

## TABLE DES TABLEAUX

---

Tableau 1: parc éolien de Grand-Fougeray .....	6
Tableau 2: fréquence de prospection par mois.....	12
Tableau 3 : exemple de tableau de prospectabilité et détectabilité.....	13
Tableau 4: exemple de persistance sur un parc éolien .....	14
Tableau 5 : formules d'estimation de la mortalité .....	16
Tableau 6 : niveau de patrimonialité.....	17
Tableau 7 : niveau de sensibilité par nombre de cadavres .....	17
Tableau 8 : niveau de vulnérabilité .....	17
Tableau 9 : classes de niveau de mortalité.....	19
Tableau 10 : classes de niveau de mortalité et significativité .....	19
Tableau 11 : indice d'efficacité d'observation.....	24
Tableau 12 : indice de persistance .....	24
Tableau 13 : : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées en Bretagne .....	28
Tableau 14 : mortalité des chiroptères .....	35
Tableau 16 : mortalité des oiseaux.....	38
Tableau 17 : tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres trouvés.....	38
Tableau 18 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés.....	41
Tableau 19 : estimation de la mortalité des oiseaux.....	42

## **ANNEXES**

---

**ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE**

Date	E1						
	Prospectabilité totale (%)		Déetectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
	Réelle	Improspectable	D1	D2	D3	Chiroptères	Oiseaux
11/05/2020	45	55	73	0	27		
18/05/2020	45	55	73	0	27		
25/05/2020	45	55	73	0	27		
02/06/2020	31	69	32	12	56		1
08/06/2020	31	69	32	12	56		
15/06/2020	31	69	32	12	56		
22/06/2020	31	69	32	12	56		
29/06/2020	31	69	32	12	56		1
06/07/2020	31	69	32	12	56		
13/07/2020	31	69	32	12	56		
20/07/2020	31	69	32	12	56		
28/07/2020	31	69	32	12	56		
10/08/2020	31	69	35	65	0		
17/08/2020	31	69	35	65	0		
24/08/2020	31	69	35	65	0		
07/09/2020	31	69	35	65	0		
22/09/2020	31	69	35	65	0		
28/09/2020	31	69	35	0	65		
05/10/2020	31	69	35	0	65		
19/10/2020	31	69	35	0	65		

Date	E2						
	Prospectabilité totale (%)		Déetectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
	Réelle	Improspectable	D1	D2	D3	Chiroptères	Oiseaux
11/05/2020	95	5	97	3	0		
18/05/2020	95	5	97	3	0		
25/05/2020	93	7	93	3	4		
02/06/2020	93	7	93	3	4		
08/06/2020	93	7	11	86	5		
15/06/2020	93	7	93	3	4		
22/06/2020	70	30	15	83	2		
29/06/2020	28	72	36	36	28		
06/07/2020	28	72	36	36	28		
13/07/2020	28	72	36	36	28		
20/07/2020	28	72	36	36	28		
28/07/2020	20	80	80	0	20		
10/08/2020	20	80	80	0	20		
17/08/2020	20	80	80	0	20		
24/08/2020	20	80	80	0	20		
07/09/2020	30	70	67	0	33		
22/09/2020	30	70	67	0	33		
28/09/2020	95	5	90	0	10		
05/10/2020	95	5	90	0	10		
19/10/2020	95	5	90	0	10		

**ANNEXE 2 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX EN EUROPE – TOBIAS DÜRR**

**Mortalité des Oiseaux sous les éoliennes en Europe**

Compilation : Tobias Dürr ; Mise à jour : **23. novembre 2020**

Espèces		Europe																		Total		
		A	BE	BG	CH	CR	CZ	D	DK	E	EST	F	FR	GB	GR	LX	NL	N	P	PL	RO	S
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	2						11		27			4				1				45	
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>		1									33		5					1			40

A = Autriche ; BE = Belgique ; BG = Bulgarie ; CH = Suisse ; CR = Croatie ; CZ = République tchèque ; D = Allemagne ; DK = Danemark ; E = Espagne ; EST = Estonie ; F = Finland ; FR = France ; GB = Grande Bretagne ; GR = Grèce ; NL = Pays-Bas ; N = Norvège ; P = Portugal ; PL = Pologne ; RO = Roumanie ; S = Suède