



Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du parc éolien de Pléchâtel, commune de Pléchâtel (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

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

Rapport de l'étude environnementale

JANVIER 2021

MISE A JOUR SEPTEMBRE 2023

Code. affaire : 20-0037

Resp. étude : Brice Normand



Ouest am

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

INTRODUCTION	5
1 PREAMBULE.....	6
2 LOCALISATION DU PARC.....	7
METHODOLOGIE	8
3 HABITATS	9
4 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES	9
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
5 SUIVI DE LA MORTALITE	11
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
6 ANALYSE DE LA SENSIBILITE DES ESPECES	17
6.1 NIVEAU DE PATRIMONIALITE	17
6.2 NIVEAU DE SENSIBILITE	17
6.3 NIVEAU DE VULNERABILITE	17
7 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE LA REGION ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE	18
8 BRIDAGE.....	19
RESULTATS.....	20
9 HABITATS DANS UN RAYON DE 300M (PHOTOINTERPRETATION)	21
10 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX	23
11 RESULTATS DES TESTS	25
11.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE	25
11.2 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE	26
12 CHIROPTERES	27
12.1 SUIVI D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE.....	27
12.1.1 Espèces recensées sur le site et activité.....	27
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
12.2.1 Espèces concernées	36

12.2.2	Causes de la mortalité	39
12.2.3	Statuts des espèces impactées	39
12.2.4	Estimation de la mortalité	40
12.3	MISE EN LIEN DE L'ACTIVITE ET DE LA MORTALITE.....	41
13	AVIFAUNE	43
13.1	MORTALITE	43
13.2	ESPECES CONCERNEES.....	44
13.3	CAUSES DE LA MORTALITE.....	45
13.4	STATUTS DES ESPECES IMPACTEES	46
13.5	ESTIMATION DE LA MORTALITE	47
14	COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE	48
14.1	CHIROPTERES	48
14.2	AVIFAUNE	48
	CONCLUSION.....	51
	TABLE DES FIGURES	53
	TABLE DES TABLEAUX.....	55
	ANNEXES	56
	ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE	57
	ANNEXE 2 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS EN EUROPE _ TOBIAS DÜRR.....	59
	ANNEXE 3 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX EN EUROPE – TOBIAS DÜRR	59

INTRODUCTION

1 PREAMBULE

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

Tableau 1: parc éolien de Pléchâtel

Parc éolien (département : Ille-et-Vilaine)	Commune	Date de mise en service	Type d'éoliennes + hauteur mât	Numéro des éoliennes
Pléchâtel	Pléchâtel	mars-09	WinWind D1	E1 E2 E3 E4

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

Le présent rapport a été mis à jour en septembre 2023. Le fichier des vitesses de vent et températures de 2020 contenait différents formats (points et virgules). De ce fait une partie des données avaient été exclues automatiquement par le logiciel de traitement des données sans que cela ne puisse être détecté à l'époque, induisant une surestimation du bridage. L'analyse a été refaite en 2023 et un nouveau bridage est proposé en conclusion.

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 **Pléchâtel** est situé au sud de la ville de **Pléchâtel**, dans le département d'Ille-et-Vilaine (35) en Bretagne.

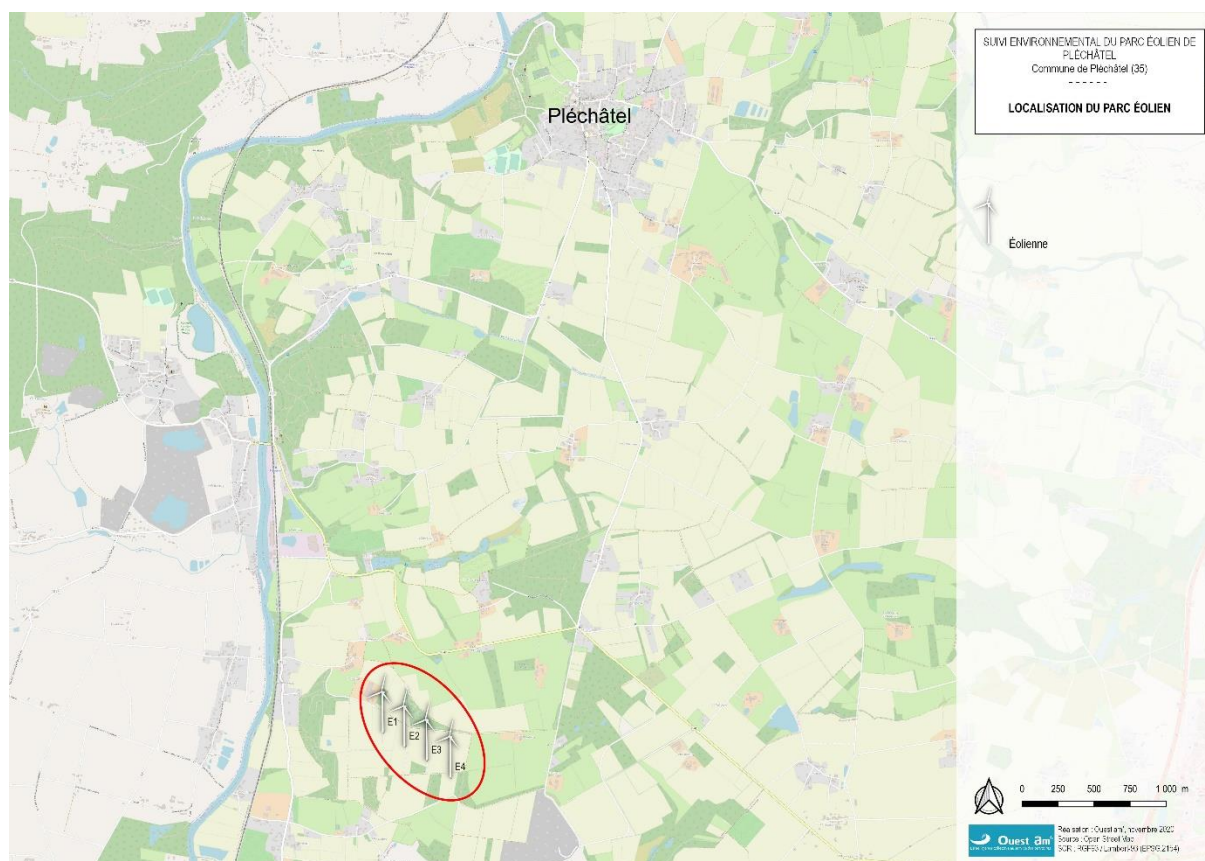


Figure 1 : carte de localisation du parc de Pléchâtel

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 octobre 2020**. Cette période correspond, dans le cycle biologique des chiroptères à la période de la 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 **E4** du parc de **Pléchâtel** 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^e 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 capter. 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).

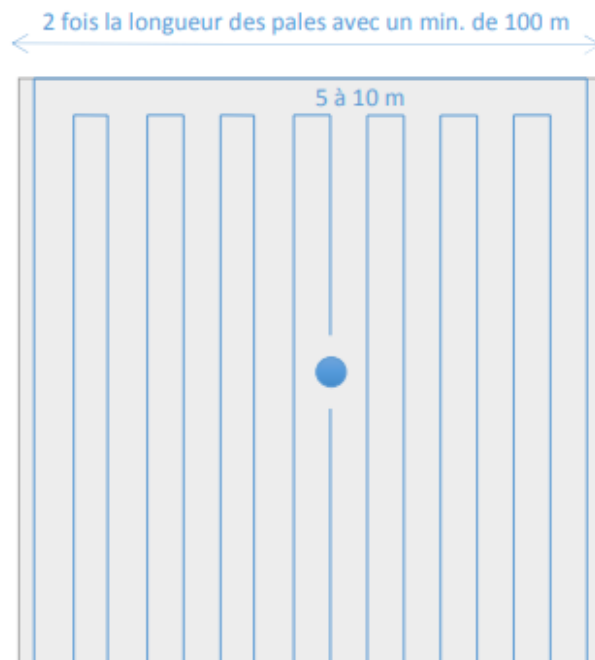


Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes

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

2020							
Pléchâtel	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	total
	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 sexage 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 :

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

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

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 (UICN) 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 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.

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.

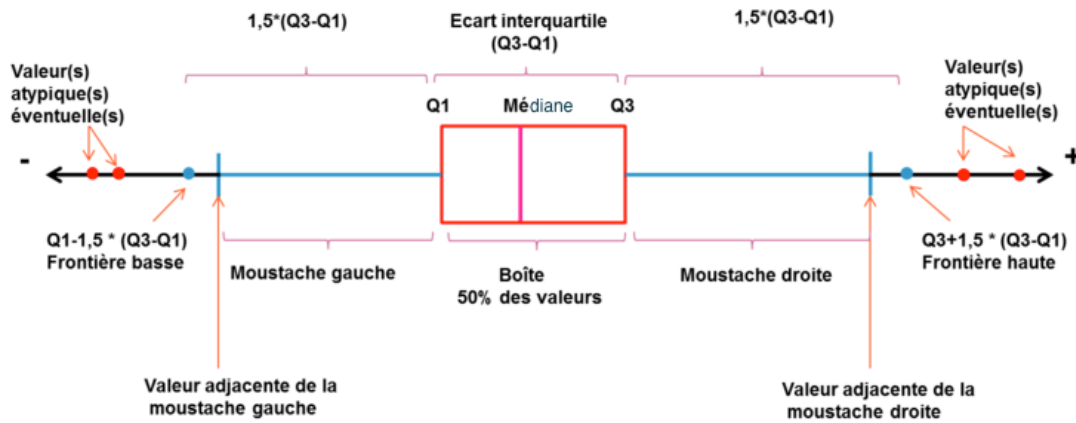


Figure 5 : Interprétation d'une boîte à moustaches (www.ilovestatistics.be)

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	$Q3+1,5*(Q3-Q1)$	∞	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 Pléchâtel.

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 trois types d'habitats sur le périmètre d'étude :

- ✓ terres arables hors périmètres d'irrigation (72%),
- ✓ surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants (16%),
- ✓ prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole (12%).

La carte ci-après montre principalement la présence de zones de cultures et de prairies séparées par un bocage relativement dense.

Les habitats relevés dans un périmètre de 300m sont donc théoriquement attractifs pour les chiroptères. Plusieurs bosquets présents aux alentours et les nombreuses haies 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 et de pâturages pour des haltes migratoires, comme zone de nourrissage voire de reproduction pour certains oiseaux de plaine. Les haies et 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 on atteint la périphérie d'un seul zonage environnemental :

- **ZNIEFF de type I des Landes de Bagaron (530009904) au sud-est :**

Cette ZNIEFF est située en amont du ruisseau de la Huais et forme une zone de source importante. Le vallon présente une topographie marquée présentant sur le coteau ouest un complexe de landes sèches à tourbeuses, classées d'intérêt régional à l'inventaire des tourbières de Bretagne.

Les landes sèches et mésohygrophiles sont en cours d'enfrichement et en partie plantées en résineux. La zone tourbeuse est réduite mais en bon état de conservation. On observe notamment des radeaux à *Menyanthes trifoliata* et des buttes de Sphaignes sur lesquelles on recense de belles stations de *Drosera rotundifolia*, espèce protégée au niveau national. Aux abords des étangs et des mares on note la présence de petites stations à *Pinguicula lusitanica* et *Rhynchospira alba*, espèces inscrites sur la liste des espèces végétales menacées dans le massif armoricain.

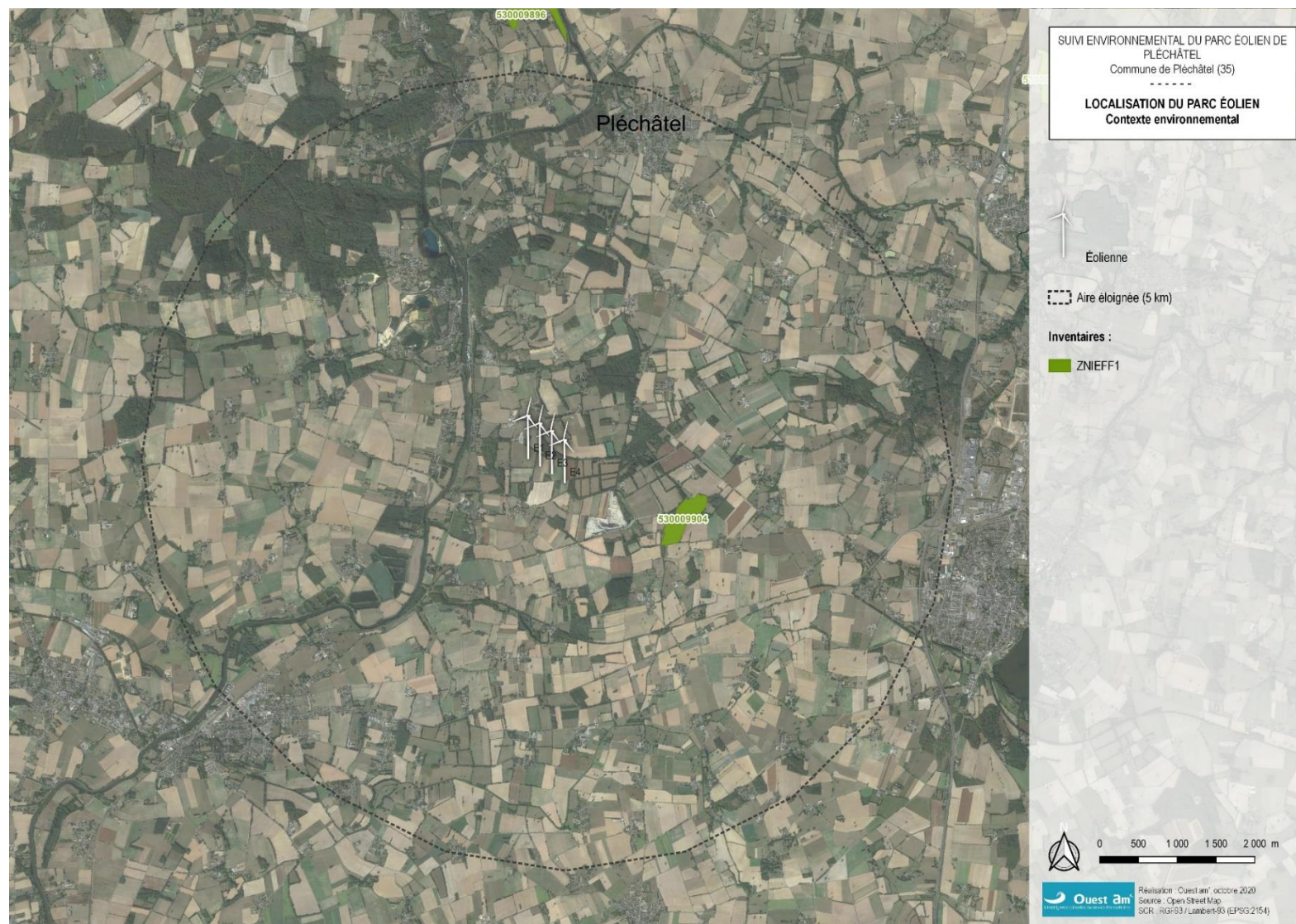


Figure 7 : carte du contexte environnemental du parc de Pléchâtel

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
Total		10	10	10	10	10	2

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 0,83**.

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	9	
7	06/07/2020									x	x	2	
9	08/07/2020										x	1	
14	13/07/2020											0	
Nombre de jours moyen avant la disparition des cadavres :												2,3	

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			8	
7	05/10/2020											0	
Nombre de jours moyen avant la disparition des cadavres :												0,8	

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 1,55 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.

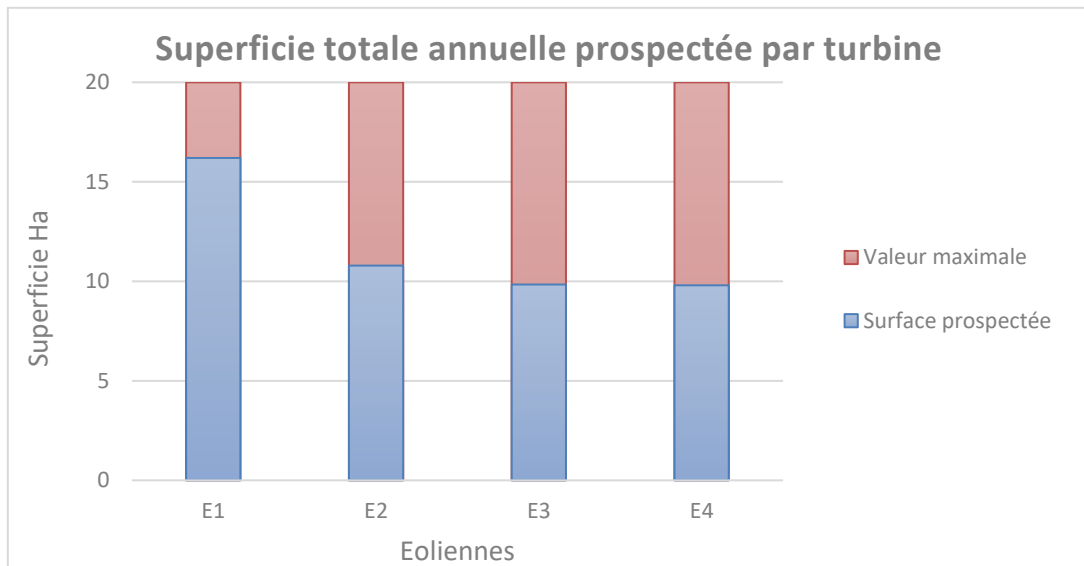


Figure 8 : superficie totale prospectée sur la durée de l'étude par éolienne

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 58% des surfaces prospectées sur l'ensemble de ce suivi mais avec des valeurs différentes selon les éoliennes. Avec 16,2 ha prospectés, soit 81%, l'éolienne E1 est celle ayant eu la plus grande surface prospectée. L'éolienne E2 avec plus de 54%, soit 10,8 ha de surface prospectée sur l'ensemble de ce suivi, est en deuxième position. Les éoliennes E3 et E4 avec seulement 9,8 ha prospectés chacune soit 49%, arrivent en dernière position. 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 64 % du 7 septembre au 22 septembre,
- ✓ E2 : culture, prospectabilité impactée de 84 % du 28 juillet au 22 septembre,
- ✓ E3 : culture, prospectabilité impactée de 88 % du 10 août au 22 septembre,
- ✓ E4 : culture, prospectabilité impactée de 86 % du 11 mai au 13 juillet.

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 **6 espèces de chauves-souris**. Parmi ces espèces, les plus fréquentes sont les « Pipistrelloïd » (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius) avec 6063,29 secondes d'enregistrement. On trouve également les « Nyctaloïd » (Noctule commune, Noctule de Leisler et Sérotine commune) avec 50,72 secondes d'enregistrement.

L'espèce ayant la plus forte activité sur le site et de loin est la **Pipistrelle commune** avec 3816,66 secondes enregistrées sur l'ensemble de la période d'écoute (cf. graphique ci-après). On trouve ensuite de manière moins importante mais quand même bien présente la **Pipistrelle de Kuhl** avec 2221,98 secondes. La **Noctule commune** avec 34,87 secondes, la **Pipistrelle de Nathusius** avec 24,64 secondes et la **Noctule de Leisler** avec 14,97 secondes sont également présentes sur le site mais de façon plus anecdotique. Enfin, la **Sérotine commune** a uniquement été enregistrée durant 0,87 secondes.

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

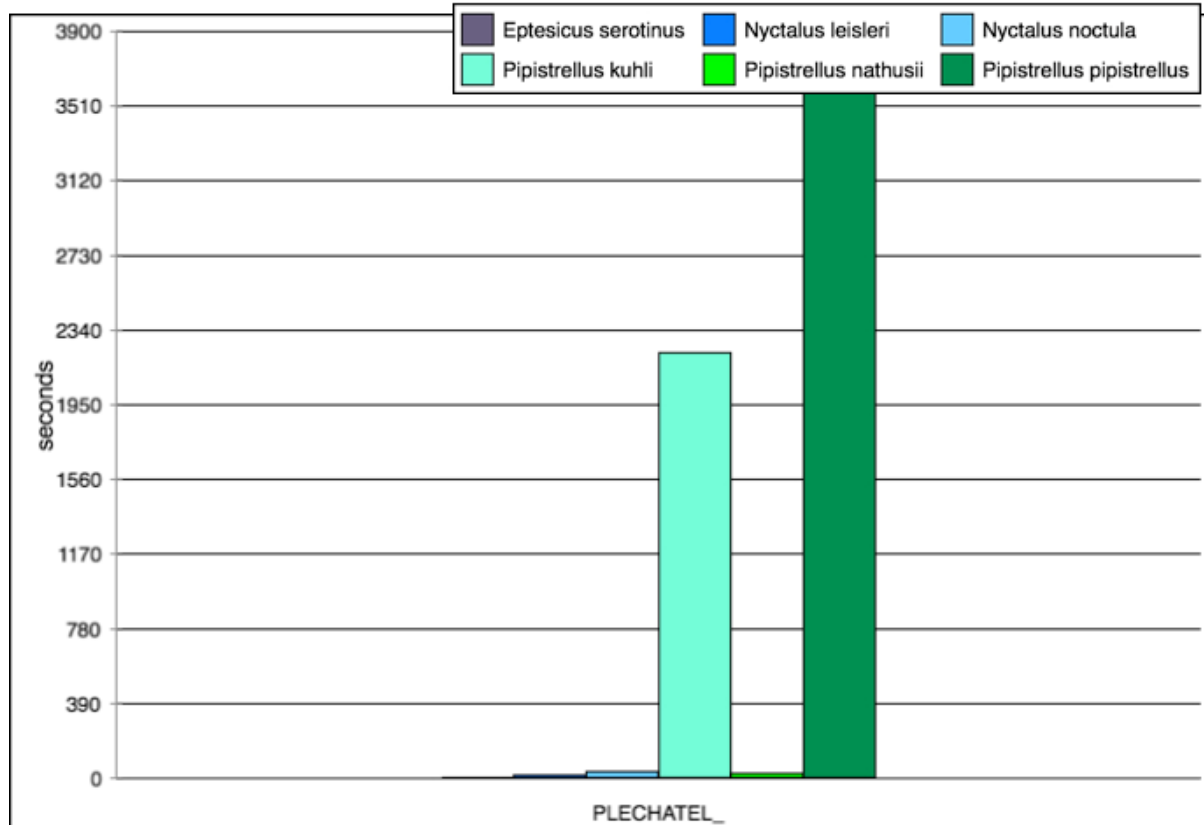


Figure 9 : nombre de secondes d'enregistrement par espèce



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 tentotis*), **Pipistrelloid** : 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*).

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 6h30 avec une période de forte activité entre 19h et 20h et une autre entre 3h et 4h. Les « Nyctalloid » sont seulement actives entre 1h30 et 4h30.

La Pipistrelle commune a été enregistrée de mai à octobre.

La Pipistrelle de Nathusius a été contactée en mai et entre les mois d'août et d'octobre.

La Pipistrelle de Kuhl a été enregistrée en mai et juin ainsi que d'août à octobre.

La Noctule commune est la seule espèce présente en avril. Elle a également été enregistrée entre les mois de juin et de septembre.

La Noctule de Leisler a été enregistrée entre les mois de juin et septembre.

La Sérotine commune a été contacté au cours du mois d'août.

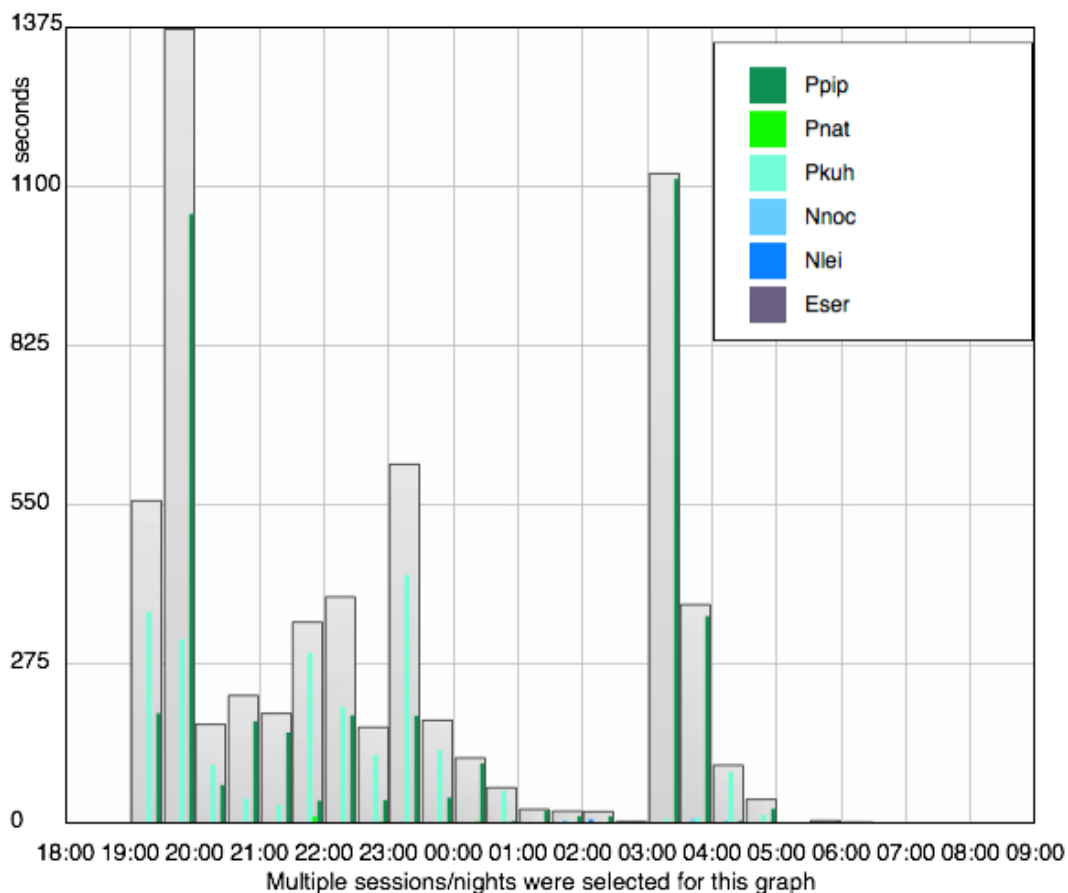


Figure 11 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrements.

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

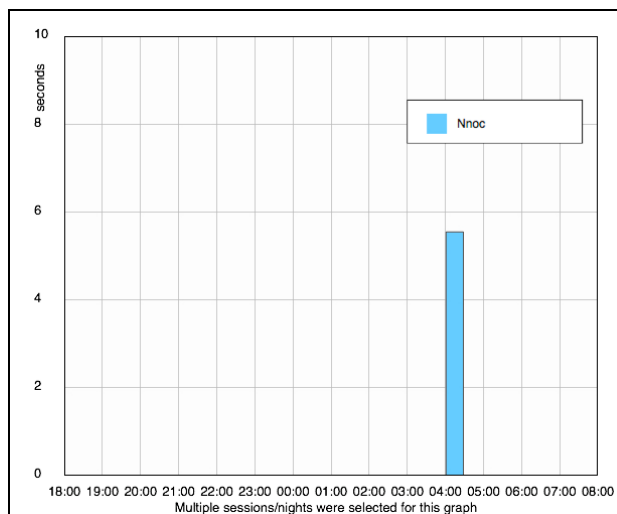


Figure 12 : activité enregistrée en avril

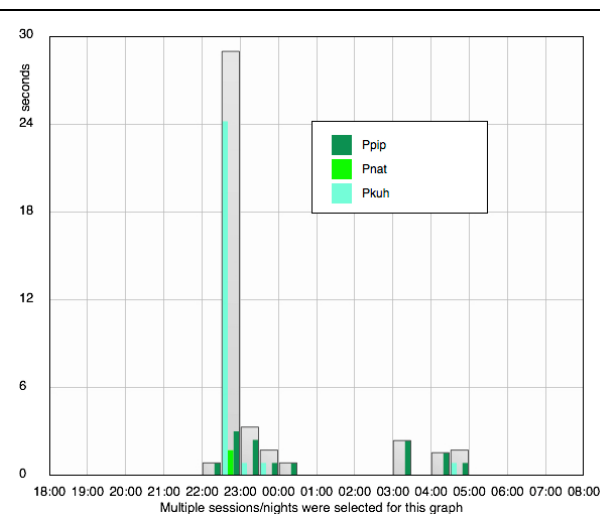


Figure 13 : activité enregistrée en mai

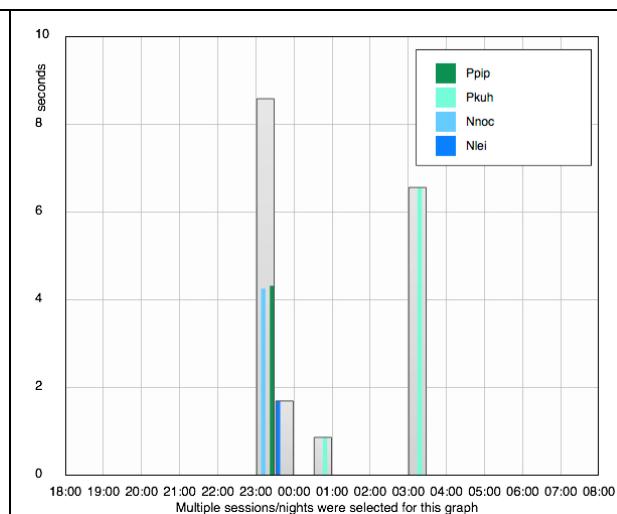


Figure 14 : activité enregistrée en juin

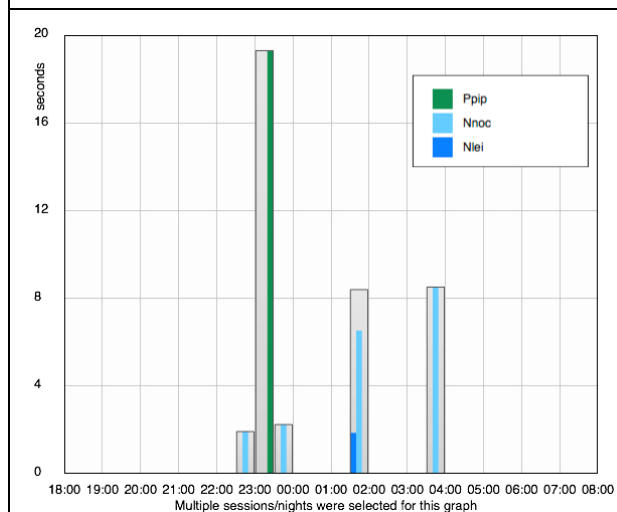


Figure 15 : activité enregistrée en juillet

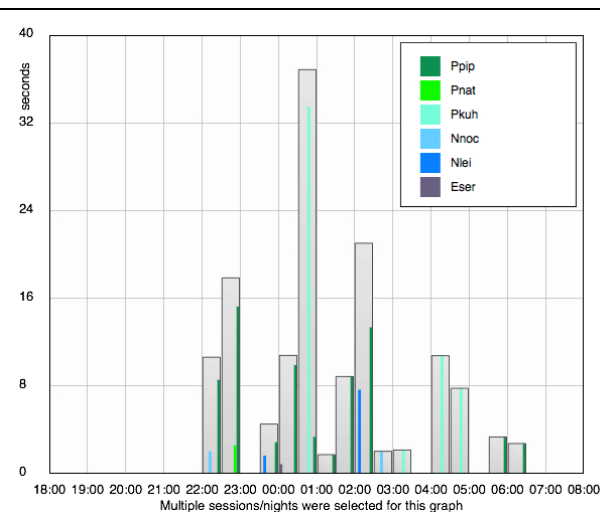


Figure 16 : activité enregistrée en août

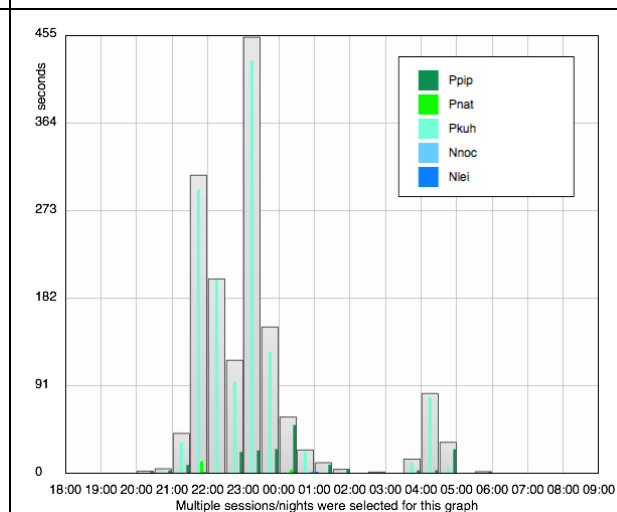


Figure 17 : activité enregistrée en septembre

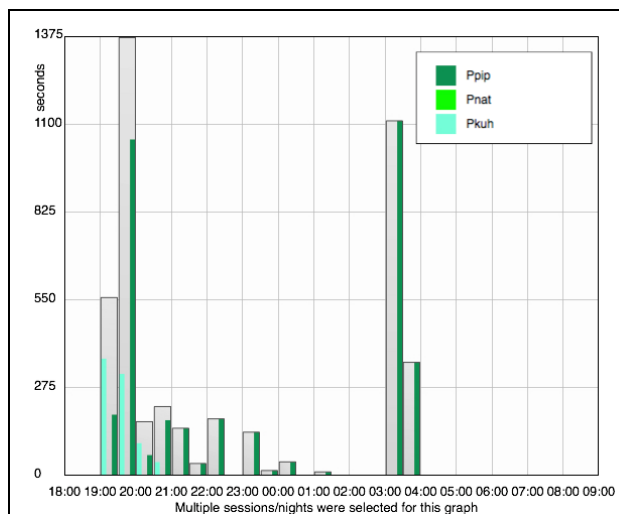


Figure 18 : activité enregistrée en octobre

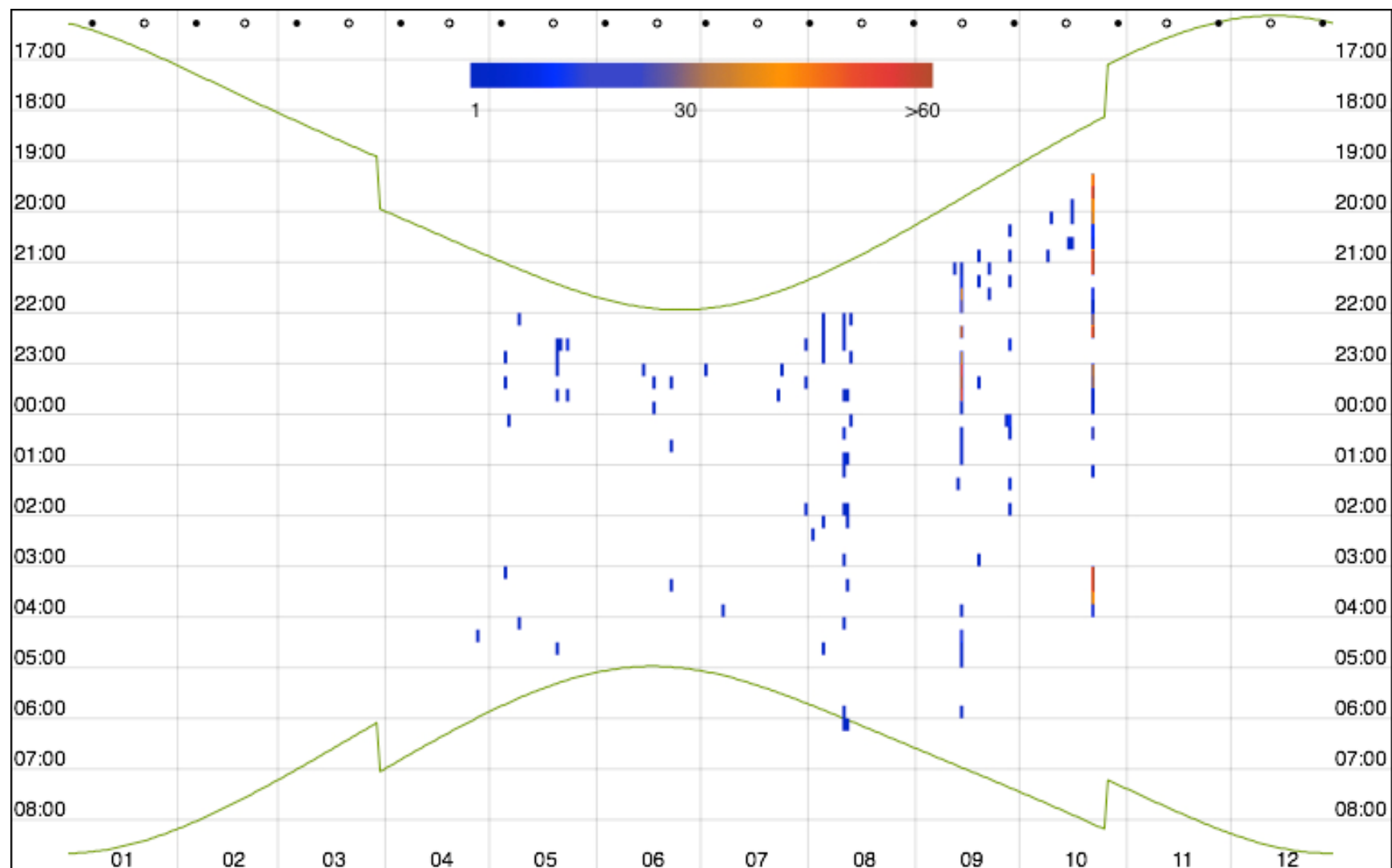


Figure 19 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).

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 0,2 m/s et jusqu'à 6,1 m/s (cf. graphiques suivants mis à jour en septembre 2023 – le fichier d'origine contenait des points et des virgules qui ont induit la suppression de données par le logiciel BCADMIN, ce fichier a été corrigé pour réaliser le graphique ci-dessous intégrant l'ensemble des données).

90% de l'activité se situe entre 0,2 m/s et 4,2 m/s.

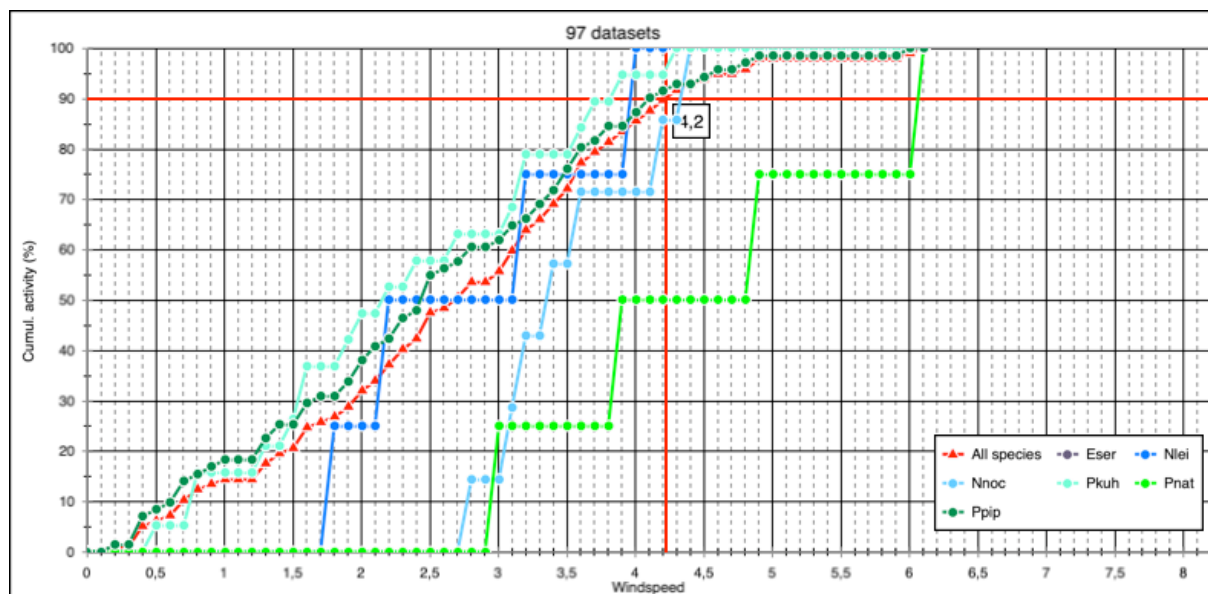


Figure 20 : graphique de corrélation entre l'activité des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.

12.1.4 CORRELATION DE L'ACTIVITE AVEC LA TEMPERATURE

Sur l'année 2020, sur le site de Pléchâtel, les chiroptères ont été actifs à partir de 11,5°C jusqu'à 28,5°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 maximale a été enregistrée entre 14,5 et 15°C et entre 16,5 et 17°C.

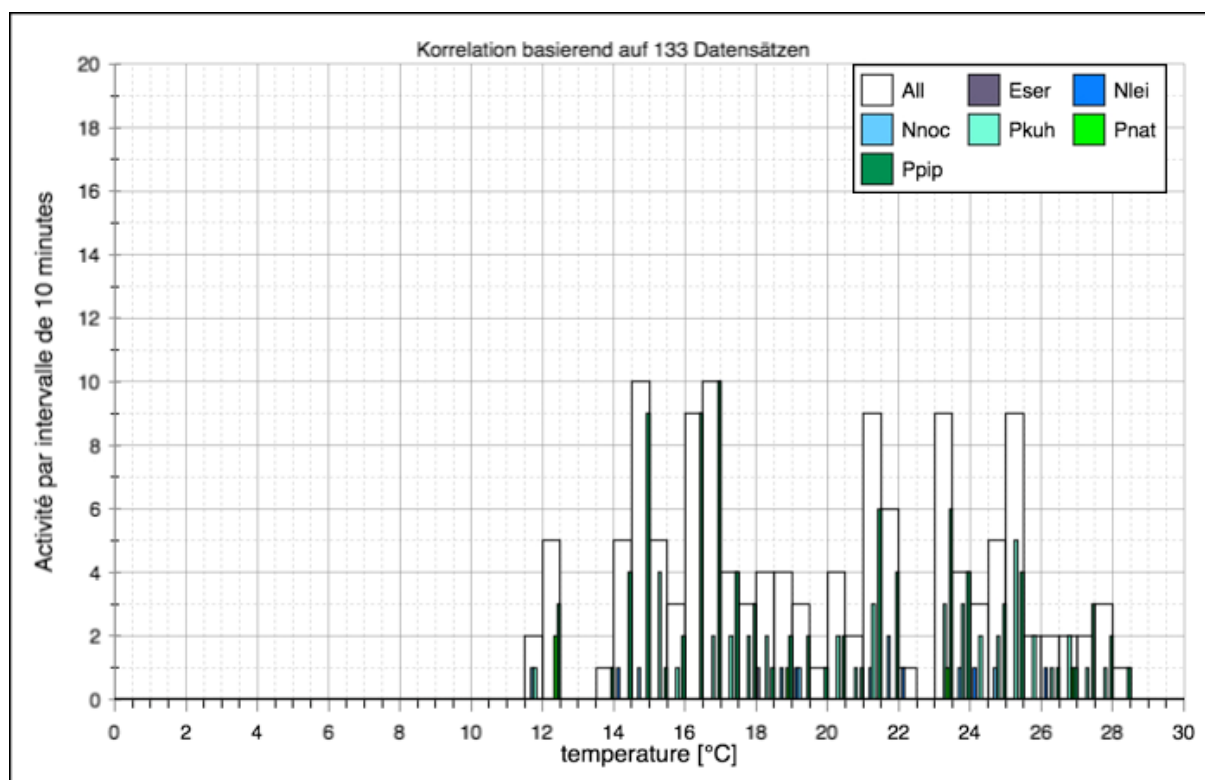


Figure 21 : corrélation entre l'activité des chiroptères et la température.

12.2 MORTALITE

Au total, 4 cadavres de chiroptères ont été découverts durant ce suivi de 20 passages sous 3 des éoliennes du parc de Pléchâtel. Parmi eux, 2 cadavres ont pu être identifiés jusqu'à l'espèce. Les cadavres ont été découverts à des distances allant de 10 mètres à 60 mètres par rapport aux mâts des éoliennes. L'état des quatre cadavres découverts n'a pas permis de déterminer leur sexe.

Tableau 13 : mortalité des chiroptères

Passage	Date	E1	E2	E3	E4	Météo
1	11/05/2020	0	1 Pipistrelle de Khul	0	0	vent fort, couvert
2	18/05/2020	0	0	0	0	vent faible, ensoleillé, 16°C
3	25/05/2020	0	0	0	0	vent modéré, ensoleillé, 14°C
4	02/06/2020	0	0	0	0	ensoleillé, vent modéré, 19°C
5	08/06/2020	0	0	0	0	nuageux, vent modéré, 14°C
6	15/06/2020	0	0	0	0	couvert, vent faible, 14°C, averses
7	22/06/2020	0	0	0	0	ensoleillé, vent faible, 14°C
8	29/06/2020	0	0	0	0	couvert, vent moyen, 16°C
9	06/07/2020	0	0	0	0	ensoleillé, vent modéré, 14°C
10	13/07/2020	0	0	0	0	ensoleillé, modéré, 14°C
11	20/07/2020	0	0	0	0	couvert, vent faible, 18°C
12	28/07/2020	0	0	0	0	ensoleillé, vent moyen, 17°C
13	10/08/2020	0	0	0	0	couvert, vent faible, 19°C
14	17/08/2020	0	0	0	0	nuageux, vent moyen, 21°C
15	24/08/2020	0	0	0	0	nuageux, vent faible, 16°C
16	07/09/2020	0	1 Pipistrelle sp.	1 Pipistrelle sp.	0	ensoleillé, vent faible, 11°C
17	22/09/2020	0	0	0	0	nuageux, 18°C, vent faible
18	28/09/2020	0	0	0	0	couvert, 12°C, vent moyen
19	05/10/2020	0	0	0	1 Séroline commune	couvert, 12°C, vent fort
20	19/10/2020	0	0	0	0	ensoleillé, 8°C, vent moyen

Tableau 14 : distances au mât des cadavres trouvés

Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° de l'éolienne	Distance au mat (en m)	Orientation
11/05/2020	Pipistrelle de Khul	Ind.	partiellement prédaté, frais	E2	60	SO
07/09/2020	Pipistrelle sp.	Ind.	partiellement décomposé	E2	15	NE
07/09/2020	Pipistrelle sp.	M	frais	E3	10	NE
05/10/2020	Sérotine commune	Ind.	en cours de décomposition	E4	10	E

12.2.1 ESPECES CONCERNEES

Les deux cadavres identifiés découverts lors de ce suivi sont une **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus Kuhl*) et une **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*).

La **Pipistrelle de Kuhl** est, tout comme la Pipistrelle commune, une espèce synanthropique que l'on retrouve également dans les villes et villages dans les fissures de murs, sous les tuiles, etc. Elle s'accommode très bien des paysages transformés par l'homme comme les terrains agricoles. Beaucoup plus rare dans les régions au couvert forestier continu. C'est également une espèce sédentaire. Elle se nourrit de nombreux insectes dont des diptères, des hyménoptères et d'une quantité d'autres insectes volants.

La **Sérotine commune** est une chauve-souris de plaine, campagnarde ou urbaine. Elle préfère les milieux ouverts mixtes et affectionne le bocage, les prairies, les zones humides, les lisières et les allées de sous-bois, les parcs et jardins, les vergers et les éclairages urbains mais délaisse les massifs forestiers fermés. Espèce souvent solitaire, la Sérotine commune hiberne dans des anfractuosités diverses à l'intérieur des toitures, greniers, églises et plus rarement dans les caves et les grottes. En été, elle s'installe presque toujours dans les bâtiments au sein de combles, derrière le revêtement des façades, dans les murs disjoints ou encore derrière les volets. La sérotine commune chasse à hauteur de végétation et se nourrit de coléoptères, lépidoptères, trichoptères, diptères et hyménoptères.

Source « L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord » Delachaux et Niestlé 2009



Figure 22 : illustrations de la mortalité des chiroptères

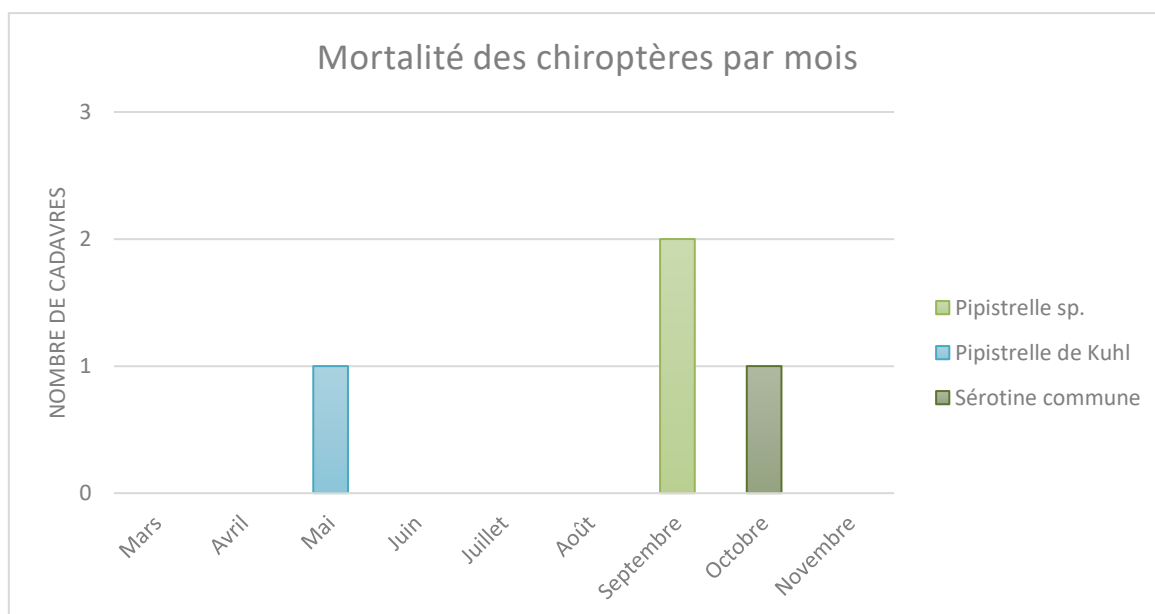


Figure 23 : mortalité par mois et par espèce

Le cadavre de Pipistrelle de Kuhl a été découvert en mai. Les deux Pipistrelle sp. ont été trouvées au mois de septembre correspondant à la période d'accouplement. Le cadavre de Sérotine commune a été découvert en octobre lors de la période du transit automnal.

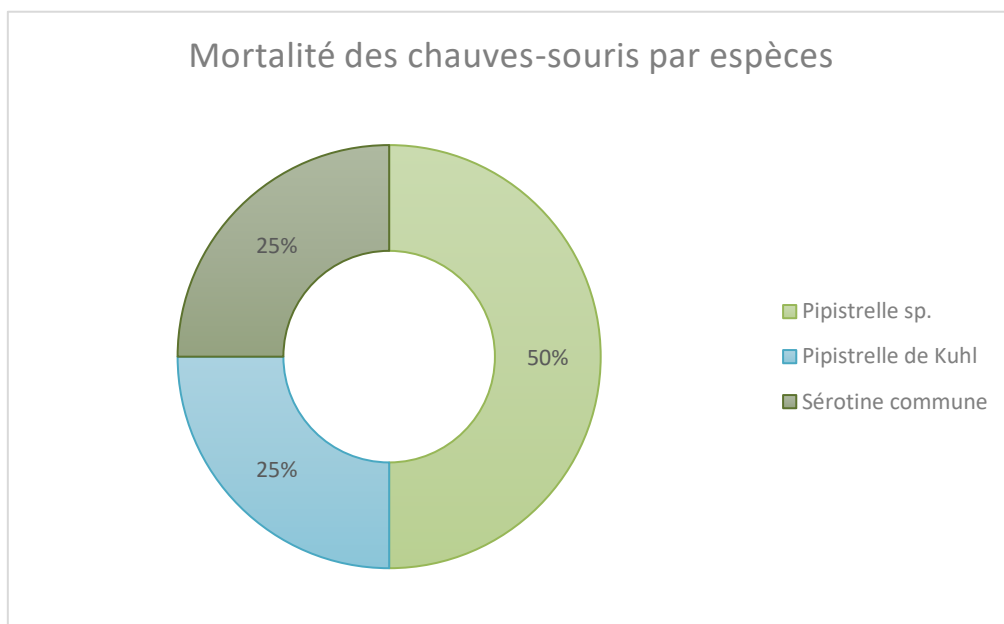


Figure 24 : effectif des espèces de chauves-souris découvertes

Les Pipistrelles indéterminées représentent 50% des chiroptères trouvés durant ce suivi. La Sérotine commune et la Pipistrelle de Kuhl représentent chacune 25% des chiroptères découverts durant ce suivi.

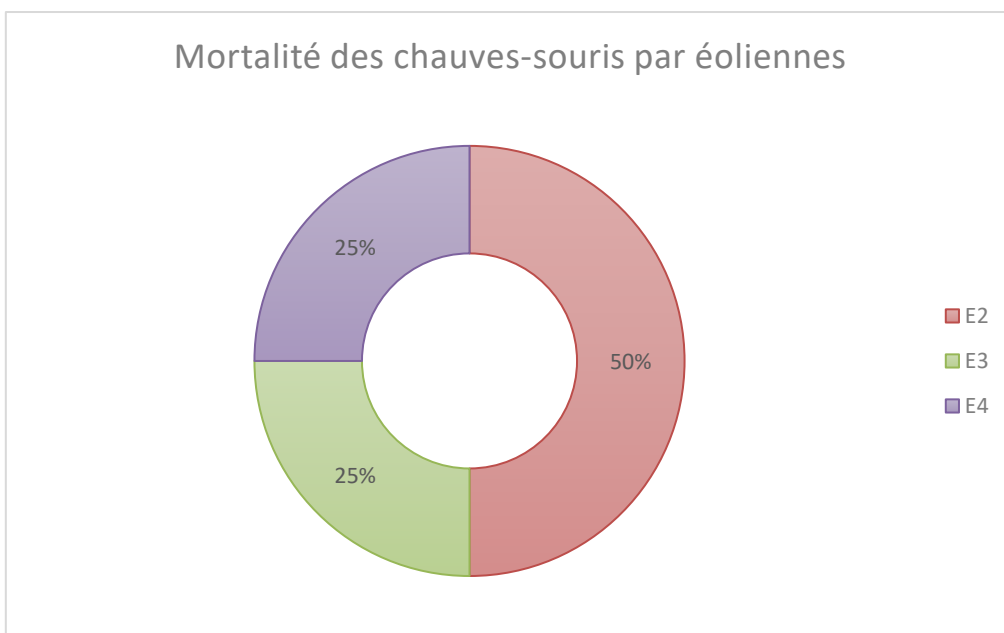


Figure 25 : mortalité par éoliennes

L'éolienne E2, avec deux cadavres, représente 50% de la mortalité des chauves-souris constatée durant ce suivi. Les éoliennes E3 et E4 avec un chiroptère, représentent quant à elles individuellement 25% de la mortalité des chauves-souris constatée durant ce suivi.

12.2.2 CAUSES DE LA 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. 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, alors qu'il n'empêche pas forcément la diagnose ostéo-dentaire ou même le sexage de l'individu collecté.

Au vu de la distance où les cadavres ont été trouvés par rapport au mât de l'éolienne (entre 10 et 60 mètres), il est très probable qu'ils soient morts par collision ou par barotraumatisme (variation de la pression).

12.2.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

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

Tableau 15 : statuts de protection et de conservation de la chauve-souris impactée par les éoliennes en Bretagne

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
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	LC	LC	NT	LC		Art. 2	3	2	2,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus Kuhl</i>	LC	LC	LC	LC		Art. 2	2	3	2,5

*Liste rouge UICN, Monde, France, Europe

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

La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) figure sur la liste rouge France de 2017 et sur la liste rouge Bretagne de 2015 comme espèce « en préoccupation mineure » (LC). La Pipistrelle commune possède une sensibilité élevée par rapport à la collision avec les éoliennes la rendant vulnérable aux éoliennes.

La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) figure sur la liste rouge France comme espèce « quasi menacée » (NT) et sur la liste rouge de Bretagne comme espèce en « préoccupation mineure » (LC).

12.2.4 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 16 : estimation de la mortalité des chiroptères

CHIROPTÈRES																		
N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Prospectabilité moyenne		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		l	t	p (Jones)	p (Huso)	î	ê	N (Erickson)	N (Jones)	N (Huso)				
E1	0	0	0,64	0,81	0,00	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	0	0	0				
E2	2	0	0,83	0,54	1,85	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	25	189	67				
E3	1	0	0,91	0,49	2,03	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	12	94	34				
E4	1	0	0,95	0,49	2,04	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	12	91	32				
Parc	4	0	0,83	0,58	1,72	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	49	374	133				

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

- ✓ 0 individu pour l'éolienne E1,
- ✓ de 25 à 189 individus pour l'éolienne E2,
- ✓ de 12 à 94 individus pour l'éolienne E3,
- ✓ de 12 à 91 individus pour l'éolienne E4.

Soit entre 49 et 374 cas de mortalité pour l'ensemble du parc selon les formules.

Soit entre 13 et 94 cas de mortalité par éolienne sur la période de suivi.

12.3 MISE EN LIEN DE L'ACTIVITE ET DE LA MORTALITE

Le lien entre l'activité enregistrée et la mortalité ne peut être confirmé pour le premier cadavre (une Pipistrelle de Kuhl), car l'espèce a été enregistrée six jours avant le jour de découverte du cadavre, le 11 mai.

Le lien entre l'activité enregistrée et la mortalité ne peut être établi en ce qui concerne les Pipistrelles trouvés le 7 septembre. En effet, aucun contact n'a été enregistré entre le 13 août et le 12 septembre.

Le dernier cadavre découvert est celui d'une Sérotine commune, le 5 octobre. Le seul contact de Sérotine commune a été enregistré le 13 août. **Le lien entre l'activité enregistrée et la mortalité ne peut donc pas être confirmé.**

Notons également qu'aucun cadavre n'a été découvert à la suite du pic d'activité ayant eu lieu le 14 septembre.

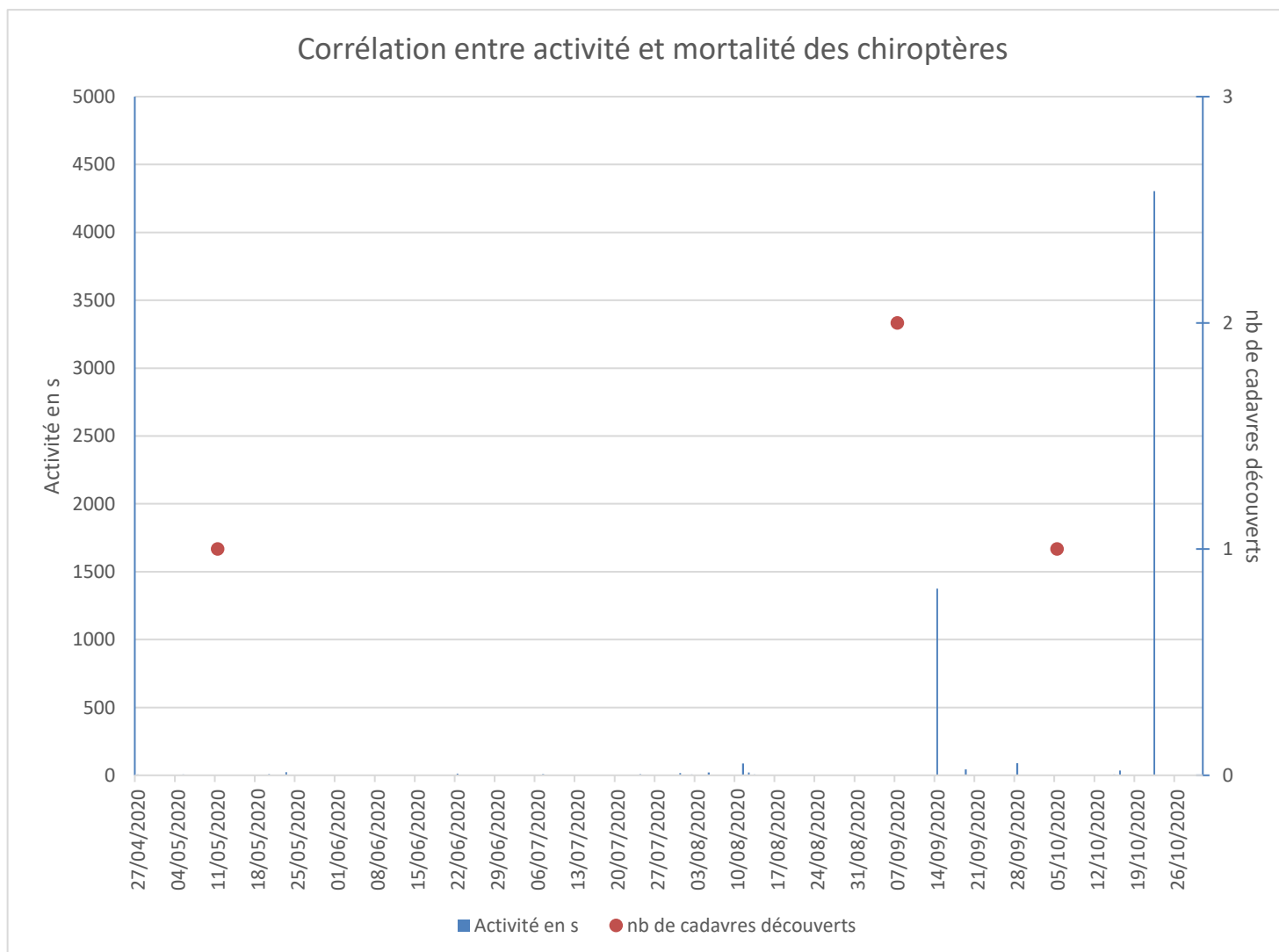


Figure 26 : graphique de corrélation entre la durée d'activité enregistré et le nombre de cadavres découverts

13 AVIFAUNE

13.1 MORTALITE

Au total **un cadavre d'oiseaux et une plumée** ont été découverts sous les éoliennes du parc de Pléchâtel au cours des 20 passages réalisés lors de ce suivi. Ces cadavres ont été collectés à des distances de 45 et 60 mètres par rapport au mât. L'état du cadavre a permis d'identifier l'espèce et le sexe. Toutefois, la plumée n'a pas pu être identifiée.

Tableau 17 : mortalité des oiseaux

Passage	Date	E1	E2	E3	E4	Météo
1	11/05/2020	0	0	0	0	vent fort, couvert
2	18/05/2020	0	0	0	0	vent faible, ensoleillé, 16°C
3	25/05/2020	0	0	0	0	vent modéré, ensoleillé, 14°C
4	02/06/2020	0	0	0	0	ensoleillé, vent modéré, 19°C
5	08/06/2020	0	0	0	0	nuageux, vent modéré, 14°C
6	15/06/2020	0	0	0	0	couvert, vent faible, 14°C, averses
7	22/06/2020	0	0	0	0	ensoleillé, vent faible, 14°C
8	29/06/2020	0	0	0	0	couvert, vent moyen, 16°C
9	06/07/2020	0	0	0	0	ensoleillé, vent modéré, 14°C
10	13/07/2020	0	0	0	0	ensoleillé, modéré, 14°C
11	20/07/2020	0	0	0	0	couvert, vent faible, 18°C
12	28/07/2020	0	0	0	0	ensoleillé, vent moyen, 17°C
13	10/08/2020	0	0	0	0	couvert, vent faible, 19°C
14	17/08/2020	0	0	0	0	nuageux, vent moyen, 21°C
15	24/08/2020	0	0	0	0	nuageux, vent faible, 16°C
16	07/09/2020	0	0	1 oiseau sp.	0	ensoleillé, vent faible, 11°C
17	22/09/2020	0	0	0	0	nuageux, 18°C, vent faible
18	28/09/2020	0	1 Roitelet à triple bandeau	0	0	couvert, 12°C, vent moyen
19	05/10/2020	0	0	0	0	couvert, 12°C, vent fort
20	19/10/2020	0	0	0	0	ensoleillé, 8°C, vent moyen

Tableau 18 : 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
07/09/2020	Oiseau sp.	Ind	plumes	E3	60	O
28/09/2020	Roitelet à triple bandeau	M	sec	E2	45	NE

13.2 ESPECES CONCERNEES

Le cadavre d'oiseau découvert et identifié durant ce suivi est un **Roitelet à triple bandeau** (*Regulus ignicapilla*).



Figure 27 : exemple des cadavres d'oiseaux trouvés sous les éoliennes du parc de Pléchâtel

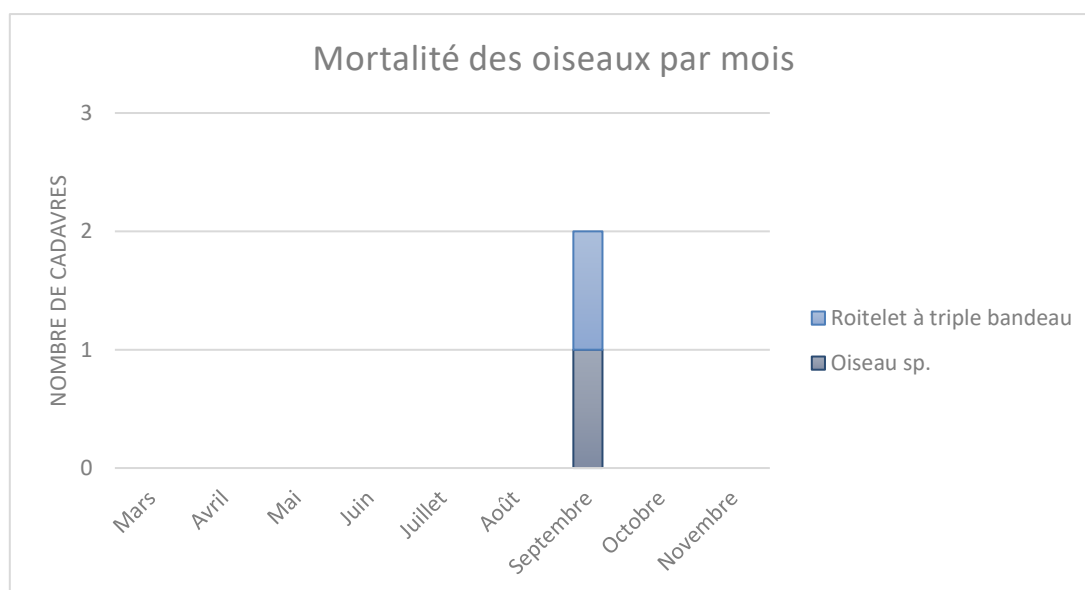


Figure 28 : mortalité par mois et par espèce

Les deux cadavres d'oiseaux ont été découverts au mois de septembre lors de la période de migration postnuptiale.

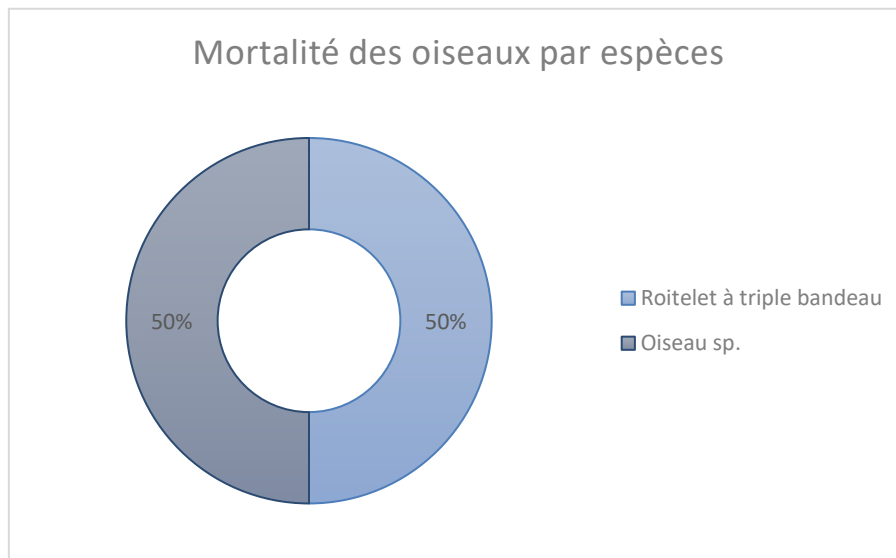


Figure 29 : effectif des espèces d'oiseaux découverts

Le Roitelet à triple bandeau représente 50% de la mortalité avifaune constatée durant ce suivi.

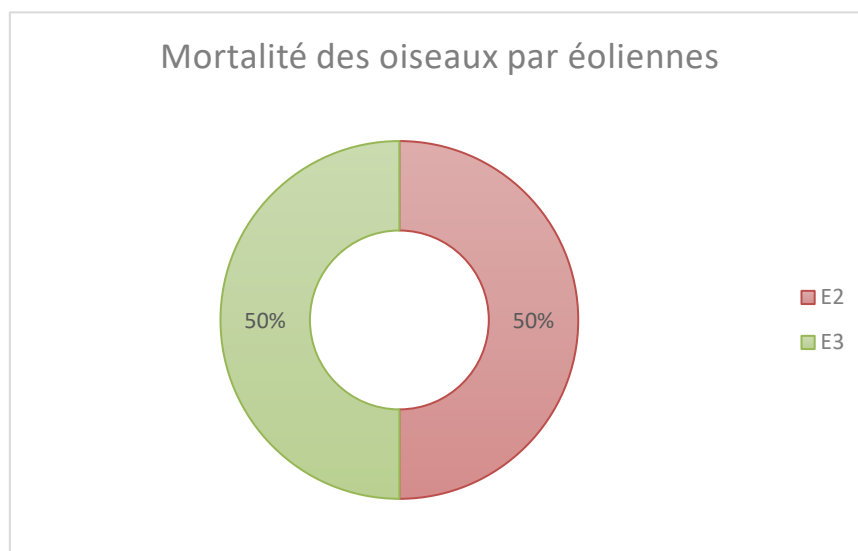


Figure 30 : mortalité par éoliennes

Un seul cadavre étant été trouvé sous les éoliennes E2 et E3, elles représentent chacune 50% 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 fort probable au regard de la distance de découverte des cadavres par rapport au mât de l'éolienne (45 à 60 mètres).

13.4 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

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

Le **Roitelet à triple bandeau** est classé en espèce « préoccupation mineure » (LC) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de France et sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne.

Sa patrimonialité et sa forte sensibilité par rapport aux collisions avec les éoliennes rend le Roitelet à triple bandeau vulnérable aux éoliennes.

Tableau 19 : 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
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	LC	LC	LC	NA	NA	LC		art. 3	2	3	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 20 : 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		l	t	p (Jones)	p (Huso)	î	ê	N (Erickson)	N (Jones)	N (Huso)						
E1	0	0	0,64	0,81	0,00	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	0	0	0						
E2	1	0	0,83	0,54	1,85	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	12	94	34						
E3	1	0	0,91	0,49	2,03	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	12	94	34						
E4	0	0	0,95	0,49	0,00	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	0	0	0						
Parc	2	0	0,83	0,58	1,72	8,47	1,55	0,06	0,18	3,1	0,37	24	188	68						

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

- ✓ 0 individu pour l'éolienne E1,
- ✓ de 12 à 94 individus pour l'éolienne E2,
- ✓ de 12 à 94 individus pour l'éolienne E3,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E4.

Soit entre **24 et 188 cas de mortalité** pour l'ensemble du parc sur la durée de ce suivi.

Soit en moyenne, **entre 6 et 47 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 Pléchâtel est de quatre cadavres. Par rapport aux données brutes des 33 études collectées en Bretagne, le parc se positionne en 14^{ème} position.

Pour rappel les estimations de mortalité sont de **49 à 374 cadavres** pour le parc sur la durée du suivi.

Le niveau de mortalité constaté pour les chiroptères sur le parc de Pléchâtel est considéré comme modéré mais significatif.

- ✓ Parc de Pléchâtel : 0,05 cadavre par éolienne et par visite,
- ✓ Moyenne en Bretagne : 0,0338 cadavre par éolienne et par visite (sur 33 rapports collectés plus la présente étude).

Par rapport à la mortalité moyenne par éolienne et par visite, le parc de Pléchâtel se positionne alors en 9^{ème} position.

14.2 AVIFAUNE

La mortalité « brute » constatée pour l'avifaune sur le parc de Pléchâtel est de deux cadavres. Par rapport aux données brutes des 33 études collectées en Bretagne, le parc se positionne en 21^{ème} position avec cinq autres parcs.

Pour rappel les estimations sont de **24 à 188 cadavres** sur la durée du suivi pour le parc.

Le niveau de mortalité constaté pour les oiseaux sur le parc de Pléchâtel est modéré et non significatif.

- ✓ Parc de Pléchâtel : moyenne de 0,025 cadavre par éolienne et par visite,
- ✓ Moyenne en Bretagne : 0,0341 cadavre (sur 33 rapports collectés plus la présente étude).

Par rapport à la mortalité moyenne par éolienne et par visite, le parc de Pléchâtel se positionne alors en 19^{ème} position.

MORTALITÉ DES CHIROPTÈRES

Classement du parc éolien de Pléchâtel parmi 33 suivis réalisés entre 2011 et 2020 en Bretagne à raison d'au moins 20 passages par an (30 en moyenne)

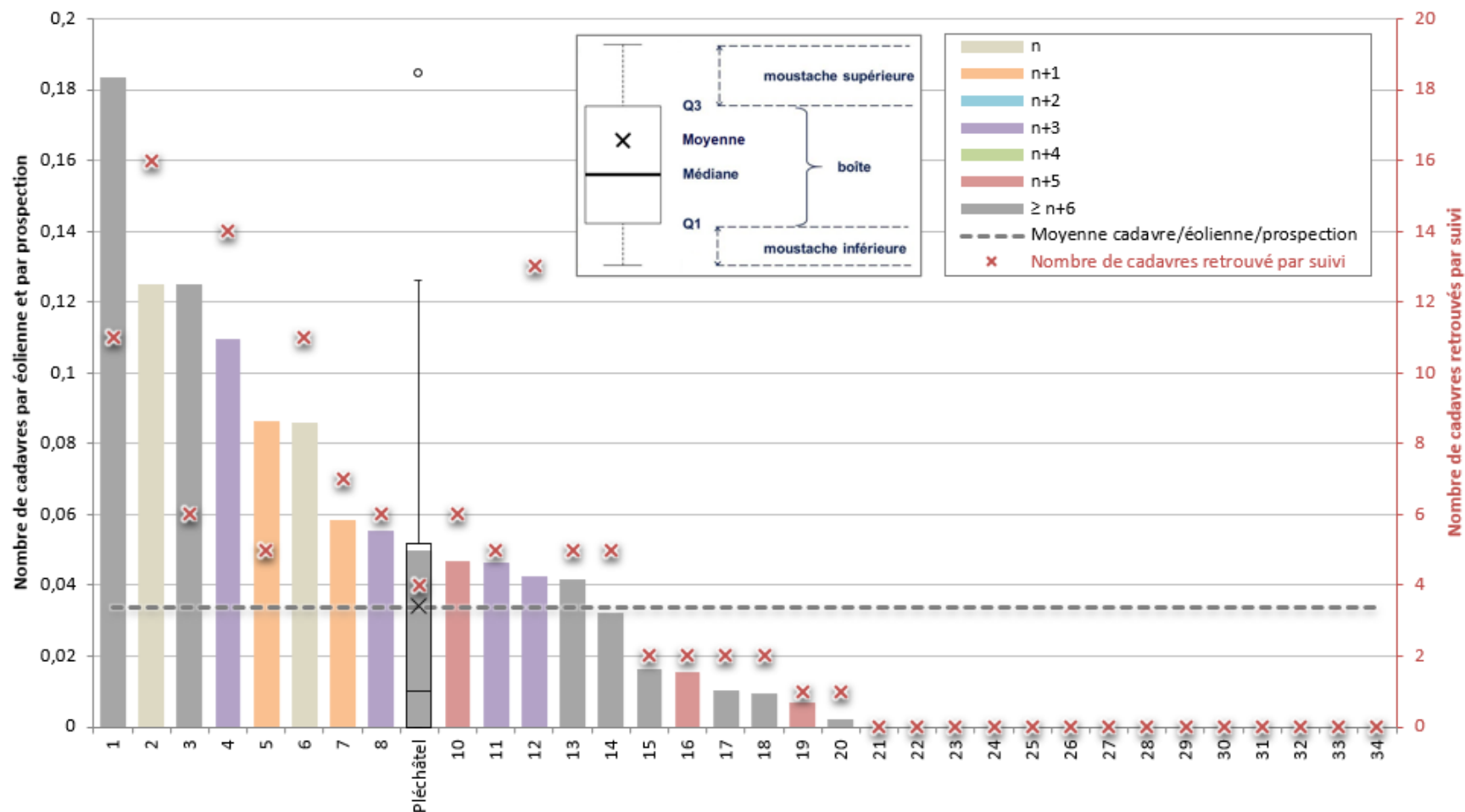


Figure 31 : intégration du parc de Pléchâtel dans un histogramme de mortalité chiroptères par éolienne et par visite.

MORTALITÉ DES OISEAUX

Classement du parc éolien Pléchâtel parmi 33 suivis réalisés entre 2011 et 2020 en Bretagne à raison d'au moins 20 passages par an (30 en moyenne)

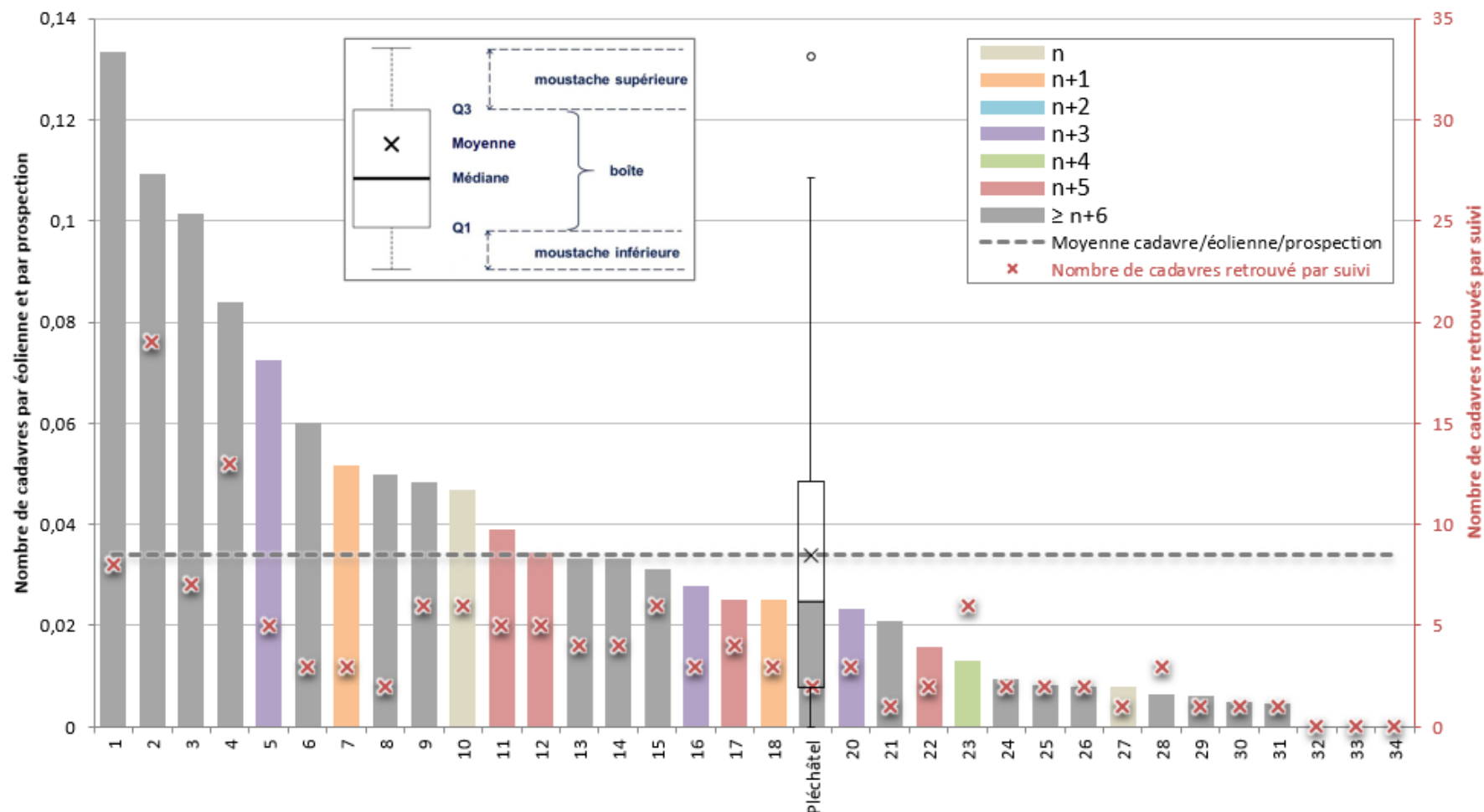


Figure 32 : intégration du parc de Pléchâtel dans un histogramme de mortalité oiseaux par éolienne et par visite.

CONCLUSION

Au regard des suivis réalisés, nous considérons que la mortalité pour les chiroptères est significative (bien que la mortalité soit modérée, les résultats dépassent la moyenne régionale).

De ce fait, le bridage suivant sera mis en place en 2021 (bridage basé sur le fichier corrigé des données de 2020 et intégrant l'ensemble des informations) et le protocole doit être réitéré pour confirmer l'efficacité du bridage.

Bridage :

- ✓ Toutes les éoliennes,
- ✓ Du 1^{er} août au 31 octobre,
- ✓ Lorsque la vitesse de vent est $\leq 5\text{m/s}$,
- ✓ Lorsque la température est $\geq 14,5^{\circ}\text{C}$.

Explications sur les raisons du paramétrage du bridage :

- ✓ Bien que les mortalités n'aient été constatées que sur E2, E3 et E4, toutes les éoliennes sont dans un même contexte paysager. Le bridage intègre donc toutes les éoliennes.
- ✓ Bien qu'un individu ait été impacté en mai (Pipistrelle de Kuhl), l'activité est très faible entre avril et fin juillet.
- ✓ 90% des contacts ont été enregistrés lorsque la vitesse de vent est $\leq 5\text{m/s}$ et la température est $\geq 14,5^{\circ}\text{C}$.

La mortalité concernant les oiseaux n'est pas significative et ne nécessite pas la mise en place de mesures conservatoires.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : carte de localisation du parc de Pléchâtel.....	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 (www.ilovestatistics.be).....	19
Figure 6 : carte des habitats à proximité des aires de prospection	22
Figure 7 : carte du contexte environnemental du parc de Pléchâtel	24
Figure 8 : superficie totale prospectée sur la durée de l'étude par éolienne	26
Figure 9 : nombre de secondes d'enregistrement par espèce.....	27
Figure 10 : nombres de secondes enregistrées pour toutes les espèces recensées lors du suivi.....	28
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 fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).....	32
Figure 20 : graphique de corrélation entre l'activité des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.	33
Figure 22 : corrélation entre l'activité des chiroptères et la température.	34
Figure 23 : illustrations de la mortalité des chiroptères	37
Figure 24 : mortalité par mois et par espèce	37
Figure 25 : effectif des espèces de chauves-souris découvertes	38
Figure 26 : mortalité par éoliennes	38

Figure 27 : graphique de corrélation entre la durée d'activité enregistré et le nombre de cadavres découverts	42
Figure 28 : exemple des cadavres d'oiseaux trouvés sous les éoliennes du parc de Pléchâtel	44
Figure 29 : mortalité par mois et par espèce	44
Figure 30 : effectif des espèces d'oiseaux découverts	45
Figure 31 : mortalité par éoliennes	45
Figure 32 : intégration du parc de Pléchâtel dans un histogramme de mortalité chiroptères par éolienne et par visite.	49
Figure 33 : intégration du parc de Pléchâtel dans un histogramme de mortalité oiseaux par éolienne et par visite.	50

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: parc éolien de Pléchâtel.....	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.....	25
Tableau 12 : indice de persistance	25
Tableau 13 : mortalité des chiroptères	35
Tableau 14 : distances au mât des cadavres trouvés	36
Tableau 15 : statuts de protection et de conservation de la chauve-souris impactée par les éoliennes en Bretagne	39
Tableau 16 : estimation de la mortalité des chiroptères	40
Tableau 17 : mortalité des oiseaux.....	43
Tableau 18 : tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres trouvés.....	43
Tableau 19 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés	46
Tableau 20 : estimation de la mortalité des oiseaux.....	47

ANNEXES

ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

E1							
Date	Prospectabilité totale (%)		Détectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
	Réelle	Improspective	D1	D2	D3	Chiroptères	Oiseaux
11/05/2020	53	47	11	5	84		
18/05/2020	98	2	94	3	3		
25/05/2020	95	5	5	45	50		
02/06/2020	95	5	5	45	50		
08/06/2020	95	5	5	45	50		
15/06/2020	95	5	5	45	50		
22/06/2020	95	5	5	45	50		
29/06/2020	70	30	10	40	50		
06/07/2020	70	30	10	40	50		
13/07/2020	80	20	26	26	28		
20/07/2020	66	34	9	56	35		
28/07/2020	66	34	9	56	35		
10/08/2020	95	5	5	50	45		
17/08/2020	95	5	5	90	5		
24/08/2020	95	5	5	35	65		
07/09/2020	36	64	23	44	33		
22/09/2020	36	64	23	44	33		
28/09/2020	95	5	5	35	65		
05/10/2020	95	5	5	35	65		
19/10/2020	95	5	5	35	65		

E2							
Date	Prospectabilité totale (%)		Détectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
	Réelle	Improspective	D1	D2	D3	Chiroptères	Oiseaux
11/05/2020	97	3	90	5	5	1	
18/05/2020	97	3	90	2	5		
25/05/2020	97	3	90	5	5		
02/06/2020	97	3	90	5	5		
08/06/2020	97	3	45	40	5		
15/06/2020	97	3	75	15	10		
22/06/2020	32	68	20	65	15		
29/06/2020	21	79	87	9	4		
06/07/2020	21	79	87	9	4		
13/07/2020	21	79	87	9	4		
20/07/2020	21	79	87	9	4		
28/07/2020	16	84	56	0	44		
10/08/2020	16	84	56	0	44		
17/08/2020	16	84	56	0	44		
24/08/2020	16	84	56	0	44		
07/09/2020	16	84	56	0	44	1	
22/09/2020	16	84	56	0	44		
28/09/2020	95	5	40	30	30		1
05/10/2020	95	5	40	30	30		
19/10/2020	95	5	40	30	30		

E3							
Date	Prospectabilité totale (%)		Détectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
	Réelle	Improspective	D1	D2	D3	Chiroptères	Oiseaux
11/05/2020	92	8	89	3	0		
18/05/2020	92	8	89	3	0		
25/05/2020	90	10	94	2	4		
02/06/2020	92	8	10	47	43		
08/06/2020	90	10	4	46	50		
15/06/2020	92	8	10	43	47		
22/06/2020	20	80	40	50	10		
29/06/2020	15	85	85	2	13		
06/07/2020	15	85	85	2	13		
13/07/2020	15	85	85	0	15		
20/07/2020	15	85	85	0	15		
28/07/2020	15	85	80	20	0		
10/08/2020	12	88	100	0	0		
17/08/2020	12	88	100	0	0		
24/08/2020	12	88	100	0	0		
07/09/2020	12	88	100	0	0	1	1
22/09/2020	12	88	100	0	0		
28/09/2020	95	5	60	40	0		
05/10/2020	91	9	60	40	0		
19/10/2020	95	5	60	40	0		

E4							
Date	Prospectabilité totale (%)		Détectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
	Réelle	Improspective	D1	D2	D3	Chiroptères	Oiseaux
11/05/2020	14	86	71	21	8		
18/05/2020	14	86	71	21	8		
25/05/2020	14	86	71	19	10		
02/06/2020	14	86	71	19	10		
08/06/2020	14	86	71	19	10		
15/06/2020	14	86	71	19	10		
22/06/2020	14	86	71	19	10		
29/06/2020	14	86	71	19	10		
06/07/2020	14	86	71	19	10		
13/07/2020	14	86	71	19	10		
20/07/2020	84	16	39	48	13		
28/07/2020	84	16	39	48	13		
10/08/2020	84	16	34	64	2		
17/08/2020	84	16	34	64	2		
24/08/2020	84	16	34	64	2		
07/09/2020	84	16	34	64	2		
22/09/2020	84	16	34	64	2		
28/09/2020	84	16	90	10	0		
05/10/2020	84	16	90	10	0	1	
19/10/2020	84	16	90	10	0		

ANNEXE 2 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS EN EUROPE _ TOBIAS DÜRR

Mortalité des Chauves-souris sous les éoliennes en Europe

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

Nom vernaculaire	Nom scientifique	A	BE	CH	CR	CZ	D	DK	E	EST	FI	FR	GR	IT	LV	NL	N	P	PL	RO	S	UK	Eur
Pipistrelle de Kuhl	<i>P. kuhlii</i>				144				44			219	1					51		10			469
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	1				11	68		2			34	1		2				3	1			123

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

ANNEXE 3 : 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		
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	1	2		8		3	42		45			164						2					267

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