



Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du parc éolien de Plouisy (Côtes- d'Armor 22)

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

NANTES
Le Sillon de Bretagne
8, avenue des Thébaudières
44800 SAINT-HERBLAIN
Tél. : 02 40 94 92 40
nantes@ouestam.fr

Rapport de l'étude environnementale

FEVRIER 2020

Code. affaire : 18-0170

Resp. étude : Brice Normand



Ouest am

L'intelligence collective au service des territoires

Ce document a été réalisé par :

Brice Normand – écologue

Hélène Godefroy – écologue

Chloé Tanton – écologue

Christophe Billoin – technicien faune

Sommaire

INTRODUCTION	5
1 PREAMBULE	6
2 LOCALISATION DE L'ETUDE	7
METHODOLOGIE	9
3 HABITATS	10
4 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES	10
4.1 TRAVAIL DE TERRAIN	10
4.2 TRAITEMENT DES DONNEES	10
4.3 LIMITES DE LA METHODE	11
4.3.1 Site et protocole	11
4.3.2 Espèces et méthode acoustique	11
5 SUIVI DE LA MORTALITE	12
5.1 PROTOCOLE DE RECHERCHE	12
5.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION	14
5.2.1 Prospectabilité et détectabilité	14
5.2.2 Tests d'efficacité et de persistance	15
5.3 FORMULES D'ESTIMATION DE LA MORTALITE	17
6 ANALYSE DE LA SENSIBILITE DES ESPECES	18
6.1 NIVEAU DE PATRIMONIALITE	18
6.1.1 Patrimonialité des chiroptères	18
6.1.2 Patrimonialité de l'avifaune	18
6.2 NIVEAU DE SENSIBILITE	20
6.2.1 Sensibilité des Chiroptères	20
6.2.2 Sensibilité de l'Avifaune	20
6.3 NIVEAU DE VULNERABILITE	21
7 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE LA REGION	21
RESULTATS	22
8 HABITATS DANS UN RAYON DE 300M (PHOTOINTERPRETATION)	23
9 RESULTATS DES TESTS	25
9.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE	25
9.2 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE	25
10 CHIROPTERES	27
10.1 SUIVI D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE	27
10.1.1 Espèces recensées sur le site et activité	27
10.1.2 Analyse de l'activité par nuit sur l'ensemble du suivi	29
10.1.3 Corrélation de l'activité avec les facteurs environnementaux	34
10.2 MORTALITE	36
10.2.1 Espèces concernées	37
10.2.2 Causes de la mortalité	38

10.2.3	Statuts des espèces impactées	38
10.2.4	Estimation de la mortalité.....	39
10.1	MISE EN LIEN DE L'ACTIVITE ET DE LA MORTALITE.....	39
11	AVIFAUNE	41
11.1	MORTALITE.....	41
11.1.1	Espèces concernées	42
11.1.2	Causes de la mortalité.....	43
11.1.3	Statuts des espèces impactées	43
11.1.4	Estimation de la mortalité.....	44
11.2	OBSERVATIONS OCCASIONNELLES DE L'AVIFAUNE	44
12	COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE	45
12.1	CHIROPTERES	45
12.2	AVIFAUNE.....	45
	CONCLUSION.....	48
	TABLE DES FIGURES	50
	TABLE DES TABLEAUX.....	51
	ANNEXES	53
	ANNEXES 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE	54
	ANNEXES 2 : FORMULAIRES DE MORTALITE DES CHIROPTERES	56
	ANNEXES 3 : FORMULAIRES DE MORTALITE AVIFAUNE.....	57
	ANNEXES 4 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS EN EUROPE _ TOBIAS DÜRR	58
	ANNEXES 5 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX EN EUROPE – TOBIAS DÜRR.....	58

INTRODUCTION

1 PREAMBULE

A la demande de la société **WPO**, un suivi environnemental du parc éolien en exploitation de **Plouisy** a été confié au bureau d'études OUEST AM' sur les périodes d'août à octobre 2018 et de mai à octobre 2019.

Tableau 1 : parc éolien de Plouisy

Parc éolien (département : Côtes-d'Armor)	Date de mise en service	Nombre d'éoliennes	Type d'éoliennes + hauteur mât	Numéro des éoliennes	Communes
Plouisy	sept-09	2	Enercon E70 – 85m	E1 = 782582 E3 = 782583	Plouisy

Le suivi environnemental est composé de 3 parties :

- ✓ suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux,
- ✓ suivi comportemental des chauves-souris effectué par l'intermédiaire d'un enregistrement continu en nacelle,
- ✓ comparaison des données de mortalité avec la synthèse réalisée par Ouest Am' sur les données de mortalités disponibles entre 2010 et 2018 sur tous les parcs suivis en Bretagne.

Notre proposition respecte les documents de référence suivants :

- ✓ Arrêté du 26 août 2011 concernant les installations classées ICPE (et notamment l'article 12¹),
- ✓ protocole des suivis environnementaux de parcs éoliens terrestres MEDDE – avril 2018

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

2 LOCALISATION DE L'ETUDE

Le parc de Plouisy est situé au nord-ouest de la ville de **Plouisy** dans le département des Côtes-d'Armor (22).

Aucun zonage environnemental n'est présent à moins de 7 km.



Figure 1 : éoliennes du parc de Plouisy

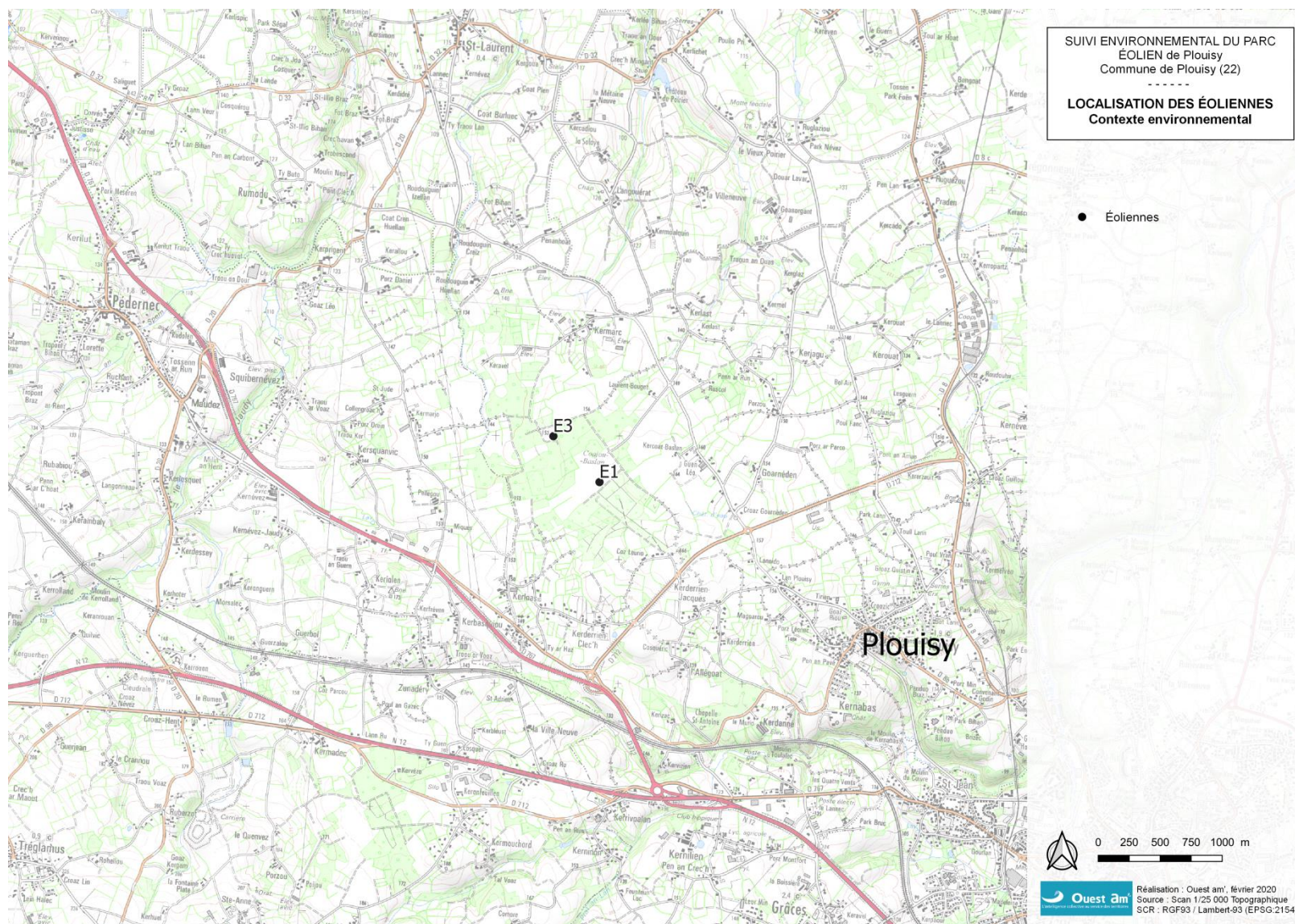


Figure 2 : carte de localisation du parc éolien de Plouisy

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 à l'aide d'un enregistreur GSM Batcorder installé en nacelle sur la **turbine E3** du parc de **Plouisy** et ce de la semaine 14, le 1 avril, à la semaine 44, 30 octobre, de l'année 2019.

Le suivi de l'activité des chiroptères a été réalisé en 2019, durant toute la durée de prospection par l'intermédiaire d'un enregistreur continu en nacelle : le GSM-Batcorder. Il couvre en partie les 3 saisons d'observation (printemps, été, automne), c'est-à-dire de mai à octobre 2019. Cette durée correspond globalement, dans le cycle biologique des chiroptères, aux périodes de transit printanier pour le mois de mai, de mise bas et d'élevage des jeunes de mai à juillet et au transit automnal et à la période d'accouplement de septembre à octobre

Le 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 **E3 (782583)** du parc de **Plouisy** avec les réglages suivants :

- Quality : 20
- Threshold : -36dB
- Posttrigger : 200ms
- Cut off frequency : 14kHz
- Noise filter : on

4.2 TRAITEMENT DES DONNEES

Le GSM Batcorder enregistre les sons sur des cartes SD par séquences (jusqu'à 8s par séquence).

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. Biotopie, 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 vérifiées selon un échantillonnage de 30% des enregistrements.

A partir de ces déterminations, on obtient des données, pour chaque espèce, par séquences (enregistrements allant jusqu'à 8s) et par durée d'activité (en secondes).

4.3 LIMITES DE LA METHODE

4.3.1 SITE ET PROTOCOLE

Le suivi acoustique est réalisé sur la base d'un seul 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 PROTOCOLE DE RECHERCHE

Le suivi de mortalité a été réalisé du 24 août au 23 octobre 2018 et du 16 mai au 21 octobre 2019. Au total, 28 passages de prospection pour la mortalité avifaune et chiroptères ont été réalisés durant ce suivi. La mission a consisté à prospecter à pied les alentours immédiats des éoliennes selon un quadrillage inclus dans un carré de 100 mètres de côté autour de chaque éolienne (soit un hectare par éolienne) grâce à des points de repères visuels (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).

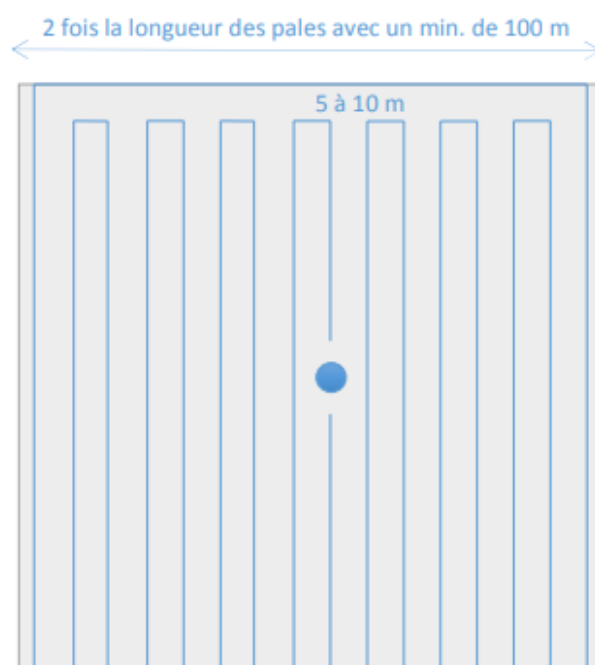


Figure 3 : schéma de prospection sous les éoliennes

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 au moins une fois par semaine, conformément au protocole national de suivi.

Tableau 2: fréquence de prospection par mois

Plouisy	2018			2019						Total
	août	septembre	octobre	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	
	2	4	3	3	5	3	2	4	2	28

Pour rappel, le suivi de l'activité des chiroptères était réalisé à l'aide d'un enregistreur GSM Batcorder installé en nacelle sur la **turbine E3 (782583)** du parc de **Plouisy** et ce de la semaine 14 à la semaine 44 de l'année 2019.

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 1 : sol nu (sols labourés, plateformes, ...),
- ✓ niveau 2 : végétations basses (pâturages, prairies fauchées, ...),
- ✓ niveau 3 : 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 4 : 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 réalisés en juin et octobre 2019.

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 5 : illustrations de la persistance des cadavres

5.3 FORMULES D'ESTIMATION DE LA MORTALITE

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

La méthode est basée sur le document « *Guide de préconisation pour la prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens Région Hauts-de-France* » adapté à la Région Bretagne (DREAL Hauts-de-France, septembre 2017). Le guide des Hauts-de-France étant basé sur les données de mortalité nationales, il est transposable pour toutes les régions de France en l'absence de document de référence récent pour la région.

6.1 NIVEAU DE PATRIMONIALITE

6.1.1 PATRIMONIALITE DES CHIROPTERES

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 - Chiroptères

Statut de conservation	Espèce non protégée	DD, NA, NE	LC	NT	VU	CR et EN*
Niveau de patrimonialité	Absence d'enjeu	Non évaluable	Faible	Modérée	Forte	Très forte
Indice de conservation	0	1	2	3	4	5

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

6.1.2 PATRIMONIALITE DE L'AVIFAUNE

D'après le guide de préconisation Hauts de France, « *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 [...], l'indice de patrimonialité est déterminé à partir des données régionales* ».

Dans le cas de la région Bretagne, il existe 4 référentiels au niveau régional pour les oiseaux :

- ✓ Liste rouge des oiseaux migrateurs de Bretagne (comprenant les hivernants),
- ✓ Liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne,
- ✓ Liste « responsabilité biologique Bretagne » pour les oiseaux migrateurs (comprenant les hivernants),
- ✓ Liste « responsabilité biologique Bretagne » pour les oiseaux nicheurs,

Pour la période de reproduction, c'est la **liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne** qui est prise en compte. Cette liste, qui respecte strictement les directives de l'UICN, est récente (2015) et traduit bien les niveaux de menace en Bretagne, sauf cas exceptionnel dans le cas où l'espèce possède un statut de patrimonialité supérieur au niveau national.

Pour les périodes migratoires et en hiver, il a été décidé d'employer la **liste de responsabilité biologique Bretagne pour les oiseaux migrateurs**. Cette décision s'appuie sur le fait que très peu d'espèces ont été évaluées dans la liste rouge des oiseaux migrateurs de Bretagne. En effet, une majorité d'espèce est classée en « données insuffisantes » (DD) ou « non applicable » (NA). Bien que des informations existent, elles sont trop éparées ou insuffisamment synthétisées et analysées dans la littérature ornithologique disponible, et ne peuvent donc pas alimenter le processus d'évaluation du risque d'extinction.

En outre, la responsabilité biologique régionale, quant à elle, a pu être évaluée pour un certain nombre d'espèces et met en perspective le risque régional d'extinction par deux évaluations : l'abondance relative (effectifs bretons comparés aux effectifs nationaux) de l'espèce et le risque d'extinction évalué à l'échelle métropolitaine (listes rouges nationales). La responsabilité est dite biologique car tous les critères sont de nature biologique.

De plus, pour chaque taxon, la responsabilité biologique régionale est issue des travaux du *Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel* (CSRPN) et de l'Observatoire de l'environnement en Bretagne (anciennement GIP Bretagne environnement) (coord., 2015), ce qui constitue une source tout aussi fiable de données.

Les deux tableaux suivants illustrent donc les niveaux de patrimonialité donnés aux espèces en fonction des périodes.

Tableau 7 : Niveau de patrimonialité des oiseaux en période de nidification (tableau issu du guide de préconisation HdF et adapté)

Statut de conservation	DD, NA, NE	LC	NT	VU	CR et EN*
Niveau de patrimonialité	1 (non concerné)	2 (faible)	3 (modéré)	4 (fort)	5 (très fort)

Légende : 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.

Tableau 8 : Niveau de patrimonialité des oiseaux en période de migration et d'hivernage (tableau issu du guide de préconisation HdF et adapté)

Responsabilité biologique	Aucune donnée	Non évaluée car marginale ou introduite, Mineure	Modérée	Elevée	Très élevée	Majeure
Niveau de patrimonialité	0	1	2	3	4	5

6.2 NIVEAU DE SENSIBILITE

6.2.1 SENSIBILITE DES CHIROPTERES

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

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

Tableau 9 : niveau de sensibilité des chiroptères

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

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

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

Tableau 10 : niveau de sensibilité par nombre de cadavres de chiroptères

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

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

6.2.2 SENSIBILITE DE L'AVIFAUNE

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

Le tableau suivant indique si les espèces inventoriées sont jugées sensibles, au regard des connaissances actuelles sur la mortalité engendrée à l'échelle européenne. Les données utilisées pour la détermination du niveau de sensibilité proviennent de Tobias Dürr, 2020 (nombre de cadavres connus à l'échelle de l'Europe, mise-à-jour deux fois par an).

Tableau 11 : Niveau de sensibilité des oiseaux en fonction du nombre de cadavres en France

Niveau de sensibilité	Faible (1)	Modéré (2)	Fort (3)	Très fort (4)
Nombre de cadavres	< 11	11 - 50	51 - 499	> 500

6.3 NIVEAU DE VULNERABILITE

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

Tableau 12 : 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

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 2019 sur les données de mortalité collectées sur la période 2010 à 2018.

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

Concernant la Bretagne, beaucoup de données étant disponibles, l'analyse comparative est statistiquement intéressante et fiable. Pour cette région, 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 oiseaux et pour les chauves-souris sur la période 2010-2018. 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 cadavre par suivi
- ✓ le nombre de cadavres par éolienne et par an.

RESULTATS

8 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 deux types d'habitat sur le périmètre d'étude dont un prédominant :

- ✓ forêts de feuillus (71%),
- ✓ systèmes culturaux et parcellaires complexes (16%).
- ✓ terres arables hors périmètre d'irrigation (13%),

La carte ci-après montre principalement, dans un rayon de 300 m au tour des éoliennes, la présence de forêts de feuillus (71% mais dont une grande partie est composée de boisements mixtes) ainsi que de quelques zones de cultures ou prairies (29%). Au-delà des forêts, une zone de bocage dense s'étend avec de nombreux bâtiments anciens.

Ces habitats sont très favorables aux chiroptères, non seulement aux espèces forestières comme les rhinolophes, les murins et les noctules mais aussi aux espèces plus flexibles comme les pipistrelles et la Sérotine commune. La zone peut servir aussi bien de zone de chasse que de gîtes (au niveau des arbres anciens ou des bâtiments à proximité).

Les oiseaux peuvent quant à eux utiliser les forêts et le bocage comme site de reproduction ou site de halte migratoire.



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

9 RESULTATS DES TESTS

9.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE

L'indice de découverte a été de 1 en moyenne sur les deux tests d'efficacité effectués.

Tableau 13 : indice d'efficacité d'observation

	Nombre de cadavres posés	Nombre de cadavres trouvés
juin-19	8	8
septembre-19	10	10

La persistance des 18 cadavres des tests a été de 24 jours avant la disparition totale. Avec la formule de persistance, on obtient une **persistance moyenne de 1,6 jour**.

Tableau 14 : indice de persistance

date du test	nb de cadavres déposés	jour de la recherche				t
		1	6	7	13	
moyenne						1,625
Session de juin	8	8	2		0	2,25
Session de septembre	10	10		0		1

Suite à un problème indépendant du protocole lors de la réalisation du second test, un seul passage à la septième journée a pu être réalisé. Celui-ci n'étant alors pas représentatif de la persistance du site, nous utiliserons pour les calculs d'estimation de la mortalité la valeur du premier test, soit **2,25**.

9.2 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

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

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

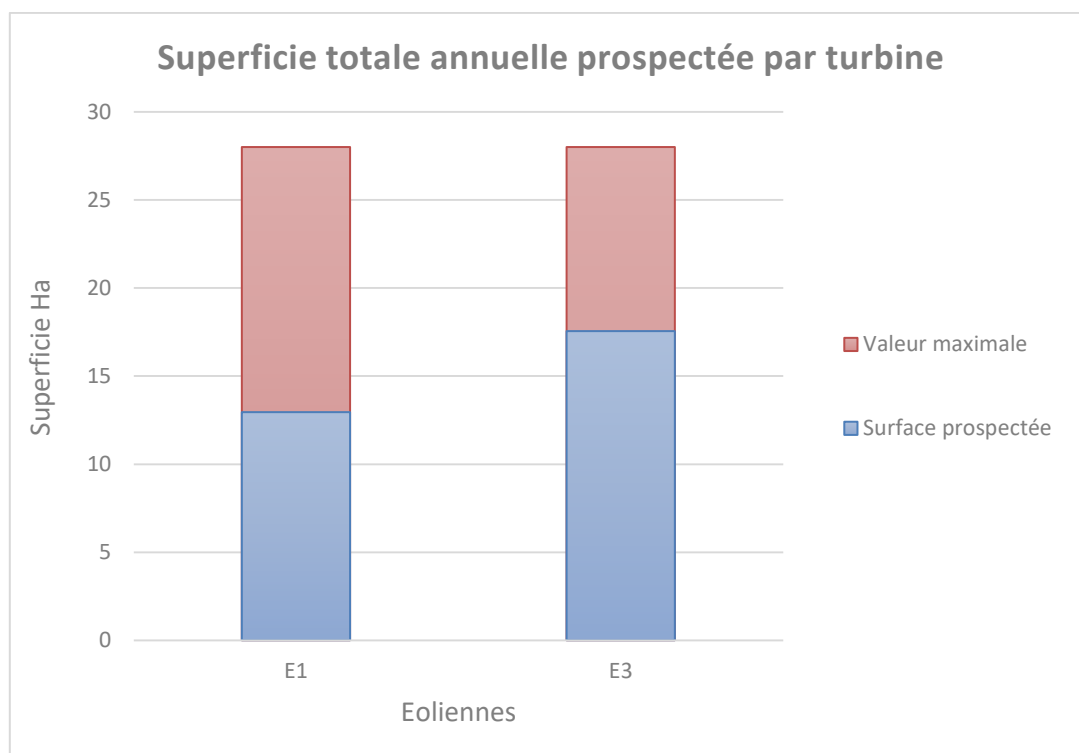


Figure 7: superficie totale prospectée sur la durée de l'étude par éolienne

La prospectabilité sur les deux éoliennes du parc est faible avec moins de 50% sur l'ensemble de ce suivi pour l'éolienne E1, soit un total d'un peu moins de 13 ha prospectés sur 28 ha maximum. L'éolienne E3 avec un peu plus de 63% de la surface totale prospectée sur la durée de ce suivi, soit 17,55 ha, reste une éolienne peu prospectable.

La prospectabilité de l'éolienne E1 a varié au cours de ce suivi en fonction de la hauteur des cultures dans lesquelles elle est implantée. La prospectabilité de l'éolienne E3, implantée proche de la forêt avec, par conséquent, une partie non prospectable, restera relativement constante au cours de ce suivi mais imputée de la partie forestière.

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 où la prospectabilité est la moins bonne :

- ✓ E1 : prospectabilité impactée de 90% du 24 août au 25 septembre 2018 et d'au moins 82% du 6 juin au 3 septembre 2019,
- ✓ E3 : prospectabilité impactée d'au moins 26% durant tout le suivi.

10 CHIROPTERES

10.1 SUIVI D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

10.1.1 ESPECES RECENSEES SUR LE SITE ET ACTIVITE

Le suivi acoustique a mis en évidence la présence d'au moins **7 espèces de chauves-souris**. Parmi ces espèces, les plus fréquentes sont les « Pipistrellid » (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius et Pipistrelle de Kuhl) et « Nyctaloid » (Noctule commune, Noctule de Leisler et Sérotine commune). Mais on dénombre également plusieurs murins indéterminés.

L'espèce ayant la plus forte activité sur le site est la Pipistrelle Commune avec 288 séquences pour 1042,97 secondes enregistrées sur l'ensemble de la période d'écoute (cf. graphique ci-après). La Pipistrelle de Kuhl, cumule 183 séquences pour 922,67 secondes d'enregistrement. La Sérotine commune est également très présente avec 162 contacts pour 478,7 secondes d'enregistrement. La Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler et les Murins sp. sont aussi présents de manière récurrente sur la période d'écoute avec 24 séquences pour la Pipistrelle de Nathusius (40,4 -secondes), 17 séquences pour la Noctule de Leisler (33,87 secondes) et 16 séquences pour les Murins sp. (44 secondes). La Noctule commune est présente de manière anecdotique avec 2 contacts pour 3,26 secondes.

Notons que la Noctule commune est très rare dans le département. Les dates d'enregistrement (fin juillet) laissent penser **qu'il s'agit de jeunes individus en dispersion issus de départements voisins.**

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

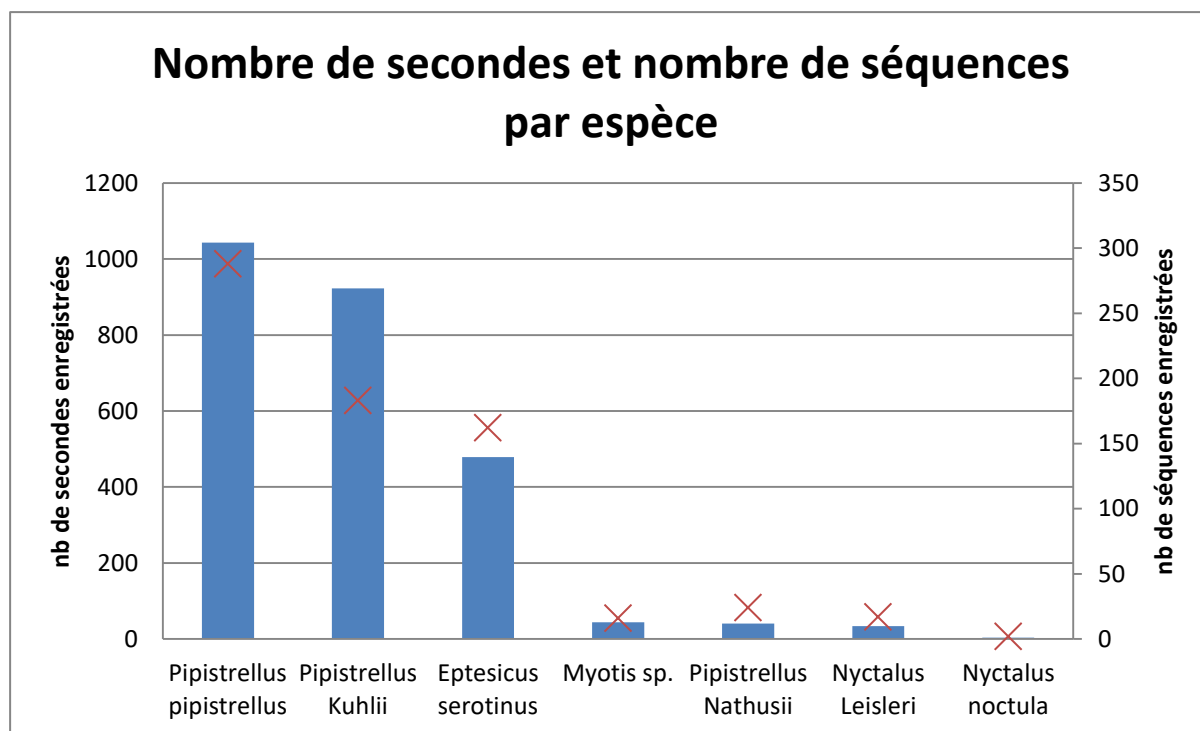


Figure 8: nombre de séquences et de secondes d'enregistrement par espèces

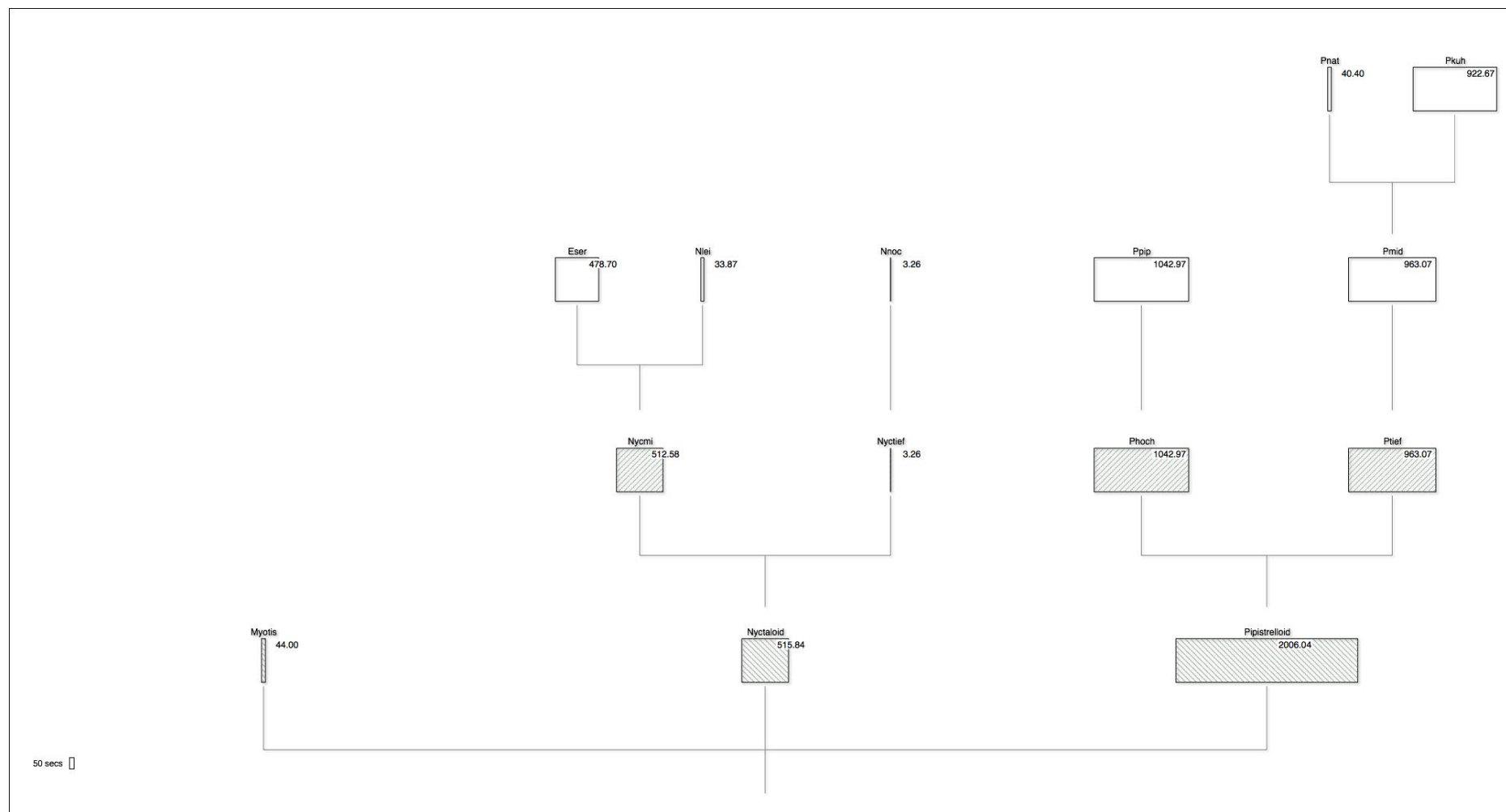


Figure 9 : nombres de secondes enregistrées pour toutes les espèces recensées lors du suivi.

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 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*), **Bbar** : Barbatelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), **Plecotus** : groupe des Oreillards (*Plecotus austriacus* & *Plecotus auritus*), **Myotis** : Groupe des Murins.

Les espèces recensées sont quasiment toutes patrimoniales et sont toutes (en dehors des murins indéterminés) sensibles aux éoliennes.

Tableau 15 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées.

Nom vernaculaire	Nom latin	Liste rouge Monde	Liste rouge Europe	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Bretagne (2015)	Directive Habitat Faune Flore Annexe 2	Protection nationale	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	LC	NT	LC		Art. 2	2	3	2,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	LC	LC		Art. 2	2	3	2,5
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	LC	LC	NT	NT		Art. 2	3	3	3
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	LC	LC	NT	LC		Art. 2	2	3	2,5
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	LC	LC	VU	NT		Art. 2	3	3	3
Noctule de Leisler	<i>Noctula leisleri</i>	LC	LC	NT	NT		Art. 2	3	3	3

*Liste rouge UICN, Monde, France, Europe

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

10.1.2 ANALYSE DE L'ACTIVITE PAR NUIT SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI

A l'aide de l'outil BcAdmin, on analyse les différences d'activité en fonction de l'heure de la nuit (figures 10 à 17) et de la période (figure 18). Cela permet de savoir qu'elles sont les heures et périodes à plus haut risque.

Pour le parc de Plouisy, si l'on prend la somme des activités enregistrées sur l'ensemble de l'année, on remarque que l'activité varie fortement en fonction de l'heure. L'activité est concentrée entre 23h et 00h.

Tableau 16 : tableau des heures d'activité en fonction du mois et de l'espèce.

Mois	espèces	heures d'activités
Mai	Pipistrelle commune	de 22h30 à 00 et de 3h à 3h30
	Pipistrelle de Kuhl	de 00h30 à 1h
	Pipistrelle de Nathusius	de 22h30 à 00h
Juin	Pipistrelle commune	de 23h à 1h
	Pipistrelle de Nathusius	de 23h à 00h30
	Pipistrelle de Kuhl	de 23h30 à 00
Juillet	Noctule de Leisler	de 22h30 à 00h et de 4h30 à 5h
	Noctule commune	
	Sérotine commune	
	Pipistrelle commune	de 22h30 à 3h30
	Pipistrelle de Kuhl	de 22h30 à 00h
Août	Noctule de Leisler	de 23h à 3h
	Sérotine commune	de 21h30 à 3h
	Murin sp.	de 1h30 à 2h30
	Pipistrelle commune	de 21h30 à 23h30
	Pipistrelle de Nathusius	de 22h à 22h30

Mois	espèces	heures d'activités
Septembre	Pipistrelle de Kuhl	de 22h à 23h30
	Sérotine commune	de 21h à 22h30
	Pipistrelle commune	de 21h à 22h30 et de 6h30 à 7h
	Pipistrelle de Kuhl	de 22h30 à 22h
Octobre	Pipistrelle commune	de 19h30 à 20h30

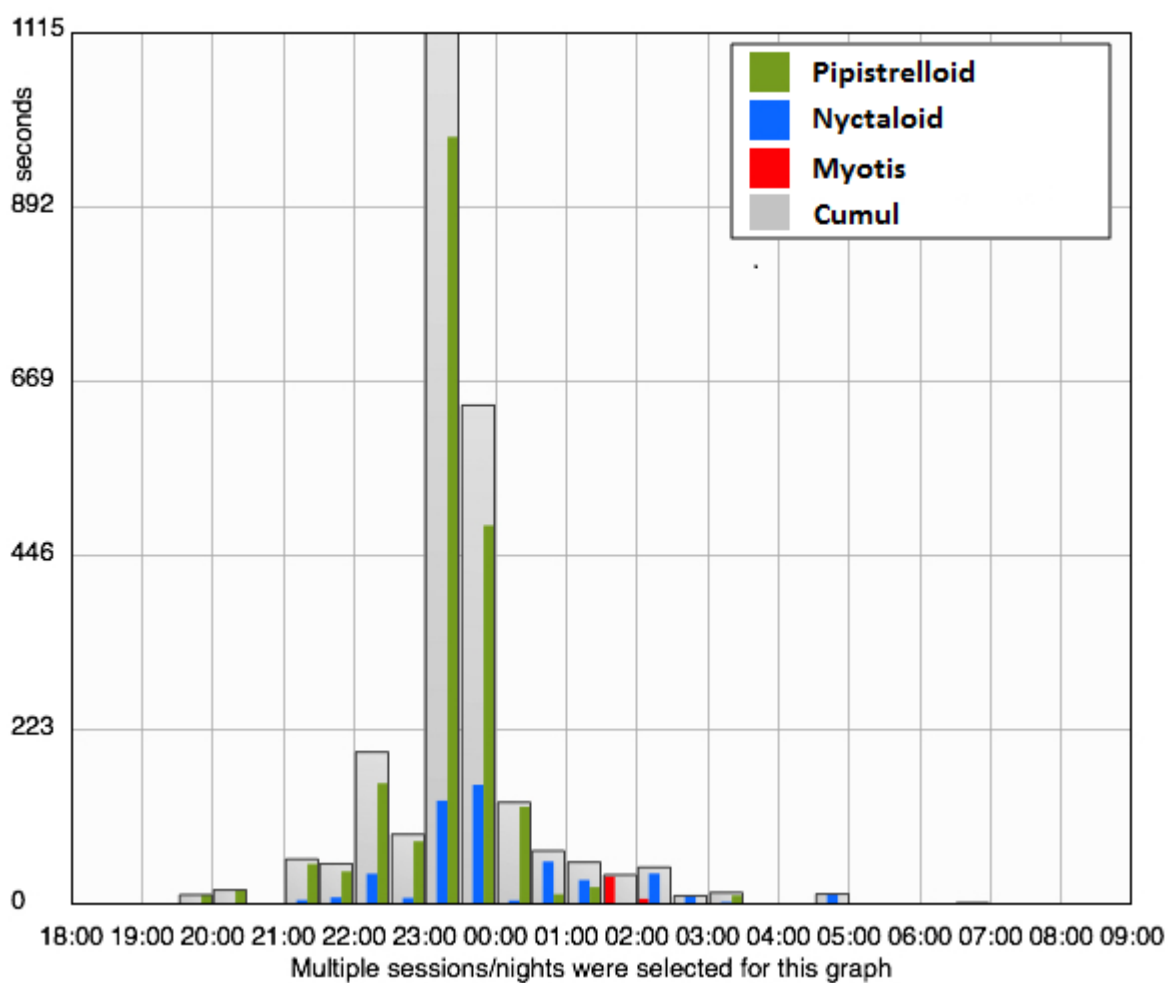
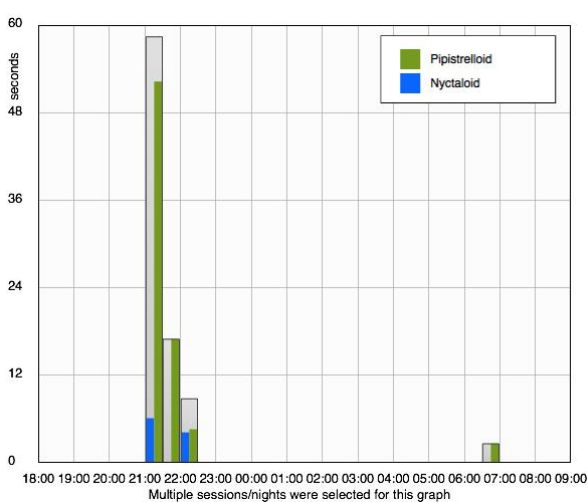
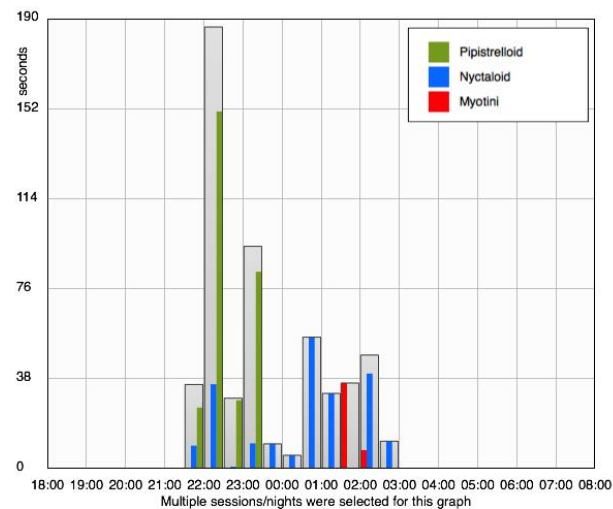
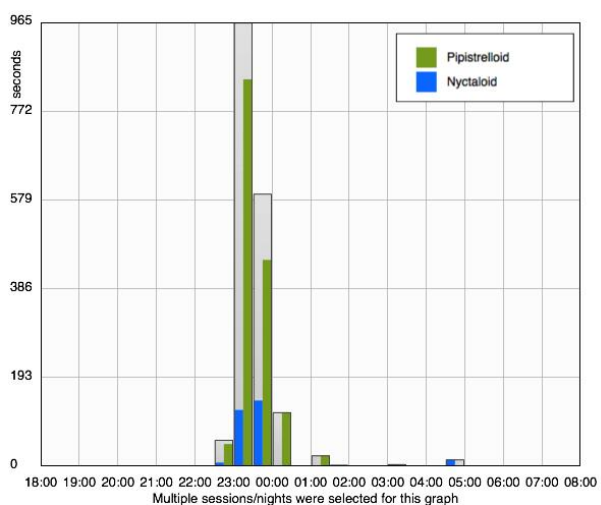
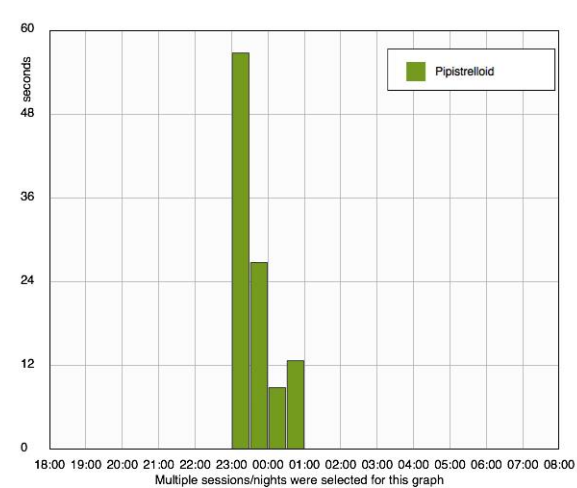
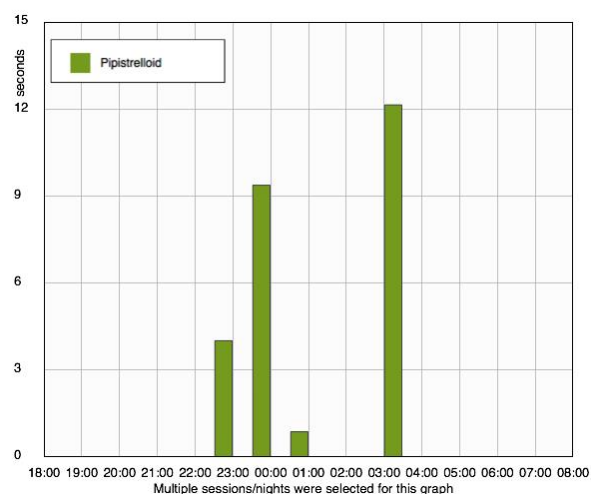
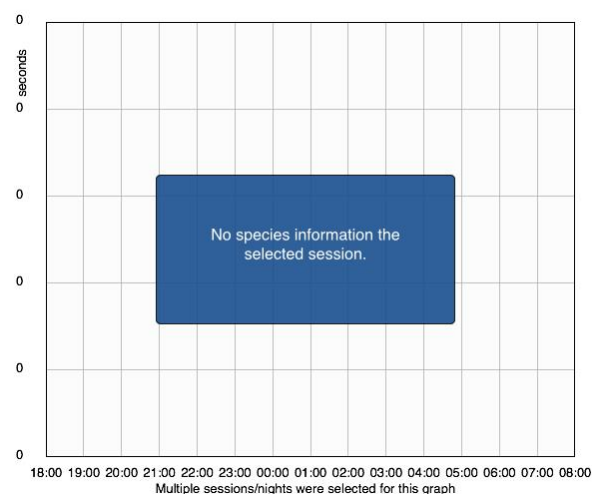


Figure 10 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrements.



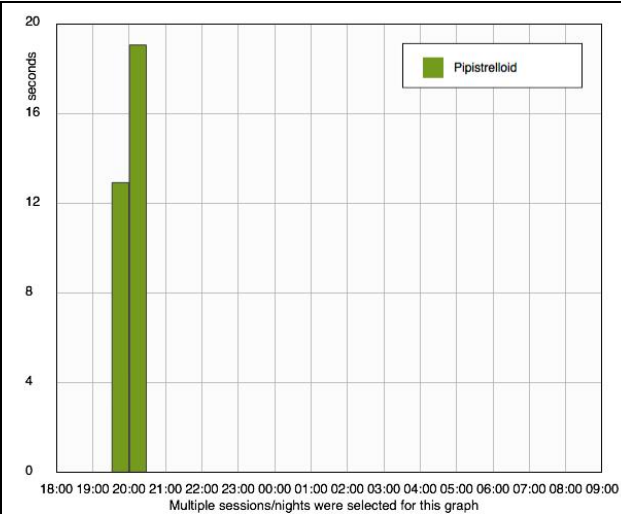


Figure 17 : activité enregistrée en octobre

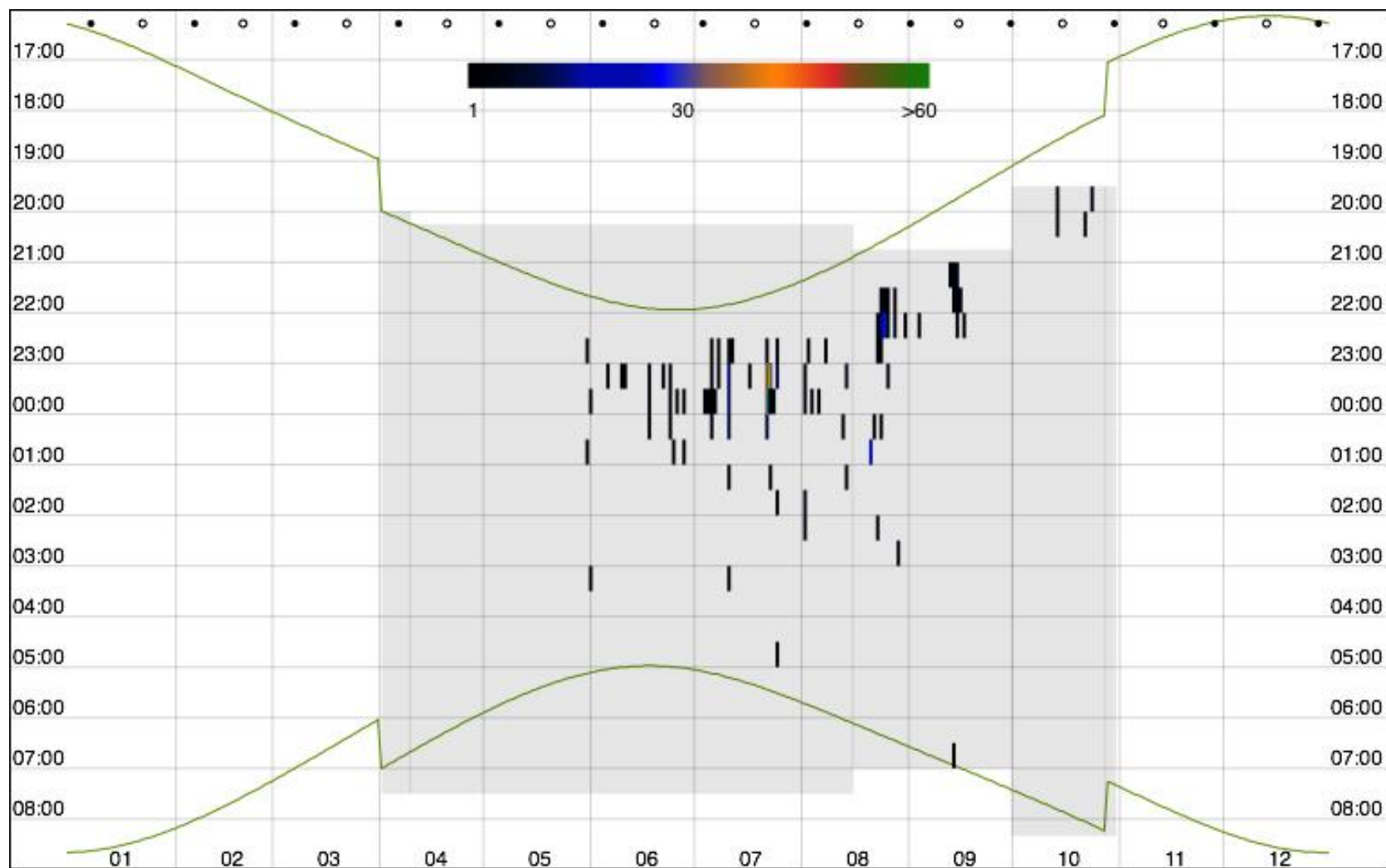


Figure 18 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).

Le fond grisé représente la période d'enregistrement. Les couleurs des traits représentent le nombre de séquences.

10.1.3 CORRELATION DE L'ACTIVITE AVEC LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

✓ Activité et température

En 2019, il n'y a pas eu d'activité enregistrée en dessous de 10°C. Toutefois, les chauves-souris peuvent être actives à partir de 7°C, voire moins (Source Ouest Am' sur plus de 50 suivis de mortalité). Cette différence marquée est probablement liée à l'année 2019 qui a été particulièrement chaude entre les mois de mai et octobre.

La limite haute d'activité est de 24°C.

On note que 80% de l'activité a lieu entre 13°C et 20°C.

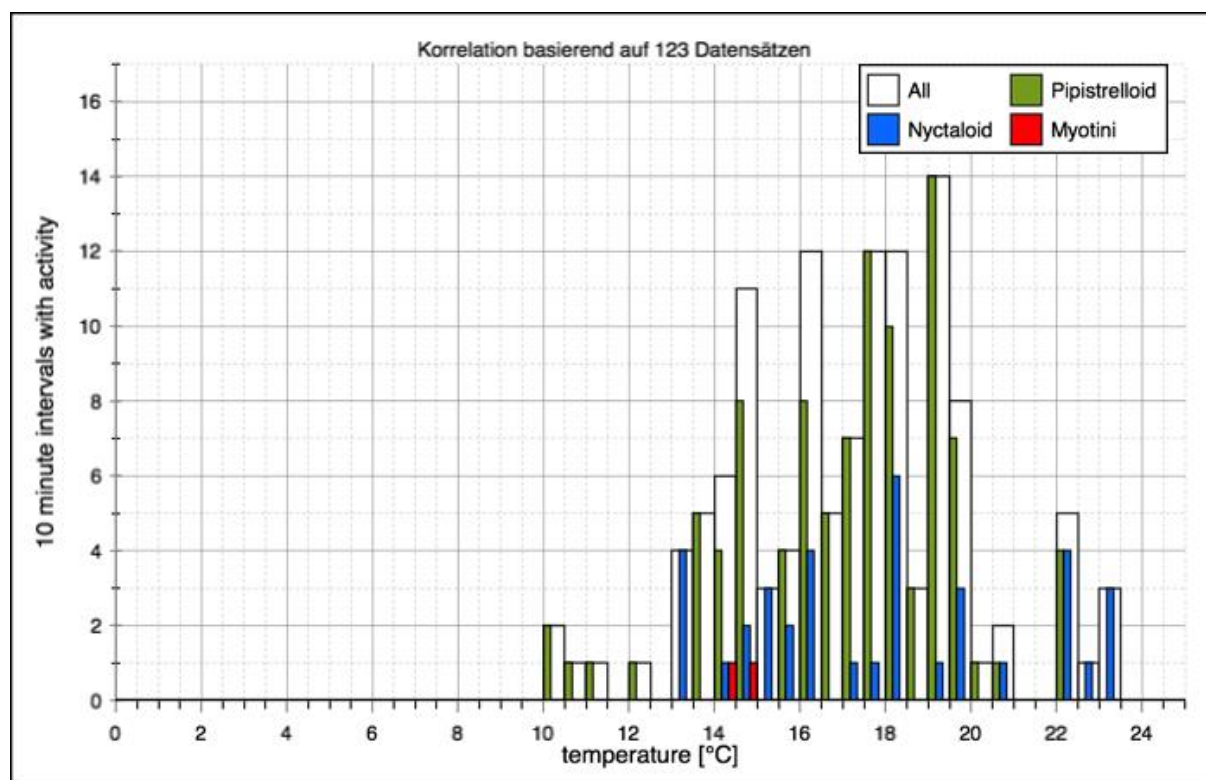


Figure 19 : corrélation entre l'activité des chiroptères et la température.

- ✓ Activité et vitesse de vent

En 2019, on observe que de l'activité est enregistrée jusqu'à une vitesse de vent de 7,5 m/s.

On note que 80% de l'activité se répartit comme suit :

- ✓ 70 % entre 0 et 5 m/s
- ✓ 85 % entre 0 et 6 m/s
- ✓ 95 % entre 0 et 7 m/s

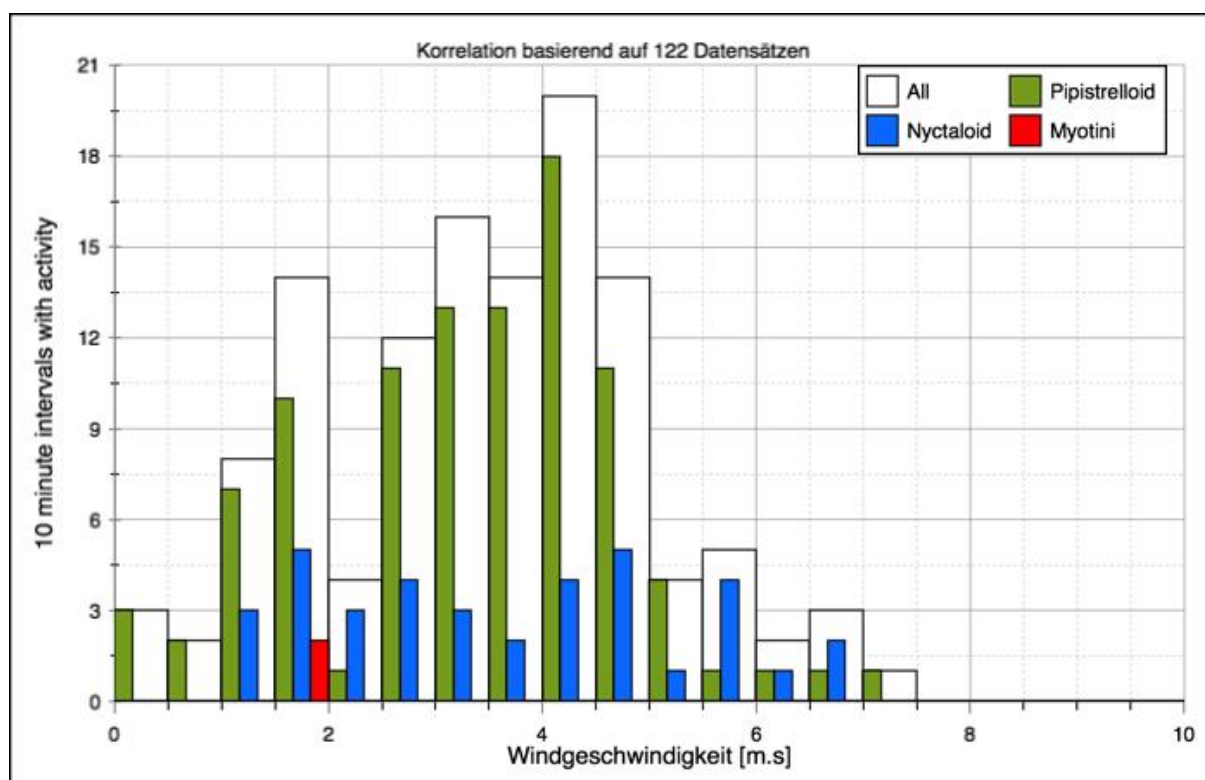


Figure 20 : corrélation entre l'activité des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.

10.2 MORTALITE

Au total, 2 cadavres de chiroptères ont été découverts sur le parc de Plouisy au cours ce suivi de 28 passages. Cette mortalité est répartie sur les deux éoliennes du parc.

Les cadavres ont été découverts à des distances allant de 2 mètres à 37 mètres par rapport aux mâts des éoliennes.

Tableau 17 : mortalité chiroptères

Date	E1	E3	Météo
24/08/2018	0	0	Nuageux
30/08/2018	0	0	Nuageux
04/09/2018	0	0	Nuageux
11/09/2018	0	0	Ensoleillé
17/09/2018	1 Pipistrelle commune	1 Pipistrelle commune	Ensoleillé
25/09/2018	0	0	Ensoleillé
09/10/2018	0	0	Ensoleillé
16/10/2018	0	0	Nuageux
23/10/2018	0	0	Ensoleillé
16/05/2019	0	0	Nuageux
22/05/2019	0	0	Ensoleillé
28/05/2019	0	0	Nuageux, orages
06/06/2019	0	0	Nuageux, orages
12/06/2019	0	0	Pluie
17/06/2019	0	0	Ensoleillé
20/06/2019	0	0	Nuageux
25/06/2019	0	0	Nuageux
02/07/2019	0	0	Variable
11/07/2019	0	0	Ensoleillé
23/07/2019	0	0	Ensoleillé
14/08/2019	0	0	Ensoleillé
21/08/2019	0	0	Ensoleillé
03/09/2019	0	0	Ensoleillé
10/09/2019	0	0	Ensoleillé
24/09/2019	0	0	Variable
30/09/2019	0	0	Couvert
17/10/2019	0	0	Couvert
21/10/2019	0	0	Ensoleillé

Tableau 18 : distance au mât des cadavres trouvés

Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° de l'éolienne	Distance au mat (en m)	Orientation	Total
17/09/2018	Pipistrelle commune	Femelle	Frais	E1	37	NO	1
17/09/2018	Pipistrelle commune	Femelle	Frais	E3	22	SO	1

L'état des cadavres a permis de déterminer le sexe des 2 cadavres. Il s'agit de deux femelles, trouvées le même jour sur les deux éoliennes. Les cadavres étaient frais laissant supposer une mort relativement récente.

10.2.1 ESPECES CONCERNEES

Une seule espèce a été impactée par la mortalité du parc : la **Pipistrelle commune**.

La **Pipistrelle commune** est l'espèce la plus commune mais aussi une des plus petites. Elle pèse entre 3 et 7 grammes et mesure entre 18 et 24 centimètres d'envergure. Elle est très flexible en matière d'habitat : villes, campagnes, forêts. C'est une espèce synanthropique que l'on retrouve dans les fissures des murs, derrière les volets ou les toitures. Elle préfère cependant les forêts et la proximité de l'eau lorsque cela est possible. C'est une espèce plutôt sédentaire avec des déplacements entre gîte d'été et gîte d'hiver de moins de 25 km. Elle chasse des insectes volants, principalement des diptères, en patrouillant le long de structures comme les murs, les haies ou dans un espace restreint. Les Pipistrelles communes se regroupent près des grands gîtes d'hiver de mai à septembre avec un pic de fréquentation en août. Source « L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord » Delachaux et Niestlé 2009



Figure 21 : illustration de la mortalité des chiroptères

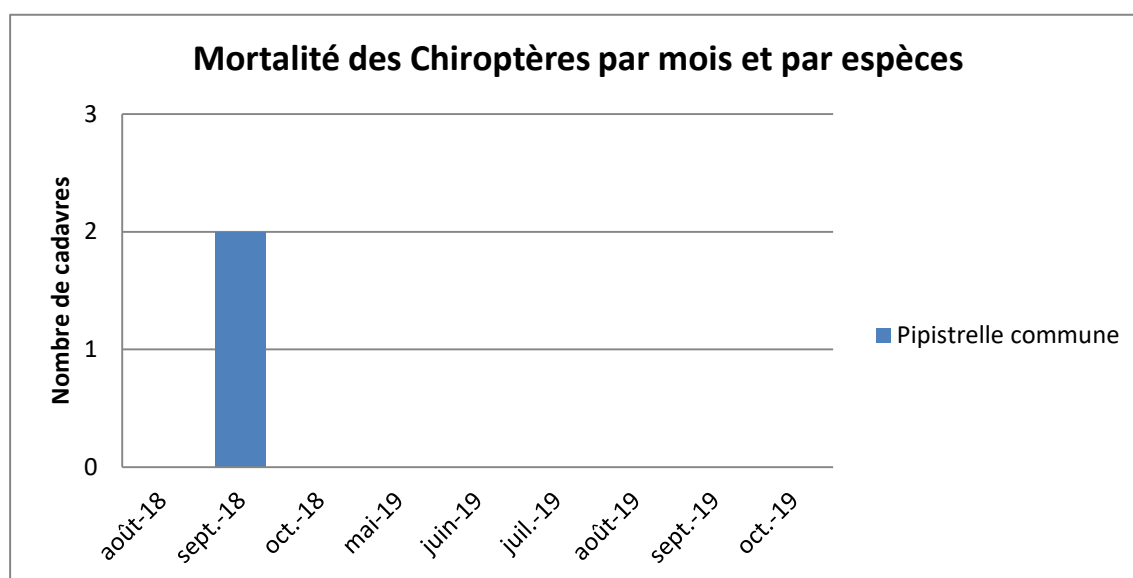


Figure 22 : mortalité par mois et par espèce

Les deux Pipistrelles communes découvertes lors de ce suivi ont été collectées le même mois ainsi que le même jour, le 17 septembre, sur chaque éolienne. Le mois de septembre correspond, dans le cycle biologique des chiroptères, à la période de transit automnal ou à la période d'accouplement. La Pipistrelle commune est une espèce plutôt sédentaire avec des déplacements entre le gîte hivernal et le gîte de mise bas de moins de 25 kilomètres

10.2.2 CAUSES DE LA MORTALITE

Il est difficile 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.

Toutefois, l'examen des cadavres trouvés a montré ici, sans trop d'équivoque, que la cause de la mort des 2 cadavres est liée aux éoliennes par barotraumatisme (lésions causées par un brusque changement de pression dû au passage des pales).

10.2.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

L'ensemble des chiroptères est protégé au niveau national par l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

La **Pipistrelle commune** est classée en **préoccupation mineure** (LC) sur la liste rouge monde et Europe mais en **quasi menacée** (NT) sur la liste rouge au niveau de la France selon les données de 2017. En région Bretagne, celle-ci est également classée en **préoccupation mineure** (LC) sur la base de données de 2015. La Pipistrelle commune figure à l'**Article 2 de l'Arrêt de 23 avril 2007** fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Elle présente un indice de sensibilité aux éoliennes fort avec un indice de 3 sur une échelle en comprenant 4 ainsi qu'un indice de vulnérabilité élevé de 2,5 sur une échelle en comprenant 4,5.

Tableau 19 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris impactées par les éoliennes

Nom vernaculaire	Nom latin	Liste rouge Monde	Liste rouge Europe	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Bretagne (2015)	Directive Habitat Faune Flore Annexe 2	Protection nationale	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	LC	NT	LC		Art. 2	2	3	2,5

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

LR = Liste rouge

Statuts 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), NE (non évalué), NA (non applicable).

Les espèces menacées de disparition sont en CR, EN et VU Espèces protégées : Arrêté du 29 octobre 2009

10.2.4 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 20: estimation de la mortalité des chiroptères

Eolienne	Nombre de cadavres comptés	Nombre de cadavre total sur l'année selon Erickson	Nombre de cadavre total sur l'année selon Jones	Nombre de cadavre total sur l'année selon Huso
	Na	N	N	N
E1	1	7	21	13
E3	1	5	15	10
Somme estimée	2	12	36	23

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

- ✓ 7 à 21 individus pour l'éolienne E1,
- ✓ 5 à 15 individus pour l'éolienne E3.

Soit entre 12 et 36 cas de mortalité pour l'ensemble du parc sur la durée de ce suivi.

Soit entre 6 et 18 cas de mortalité par éolienne sur la durée de ce suivi.

Pour comparaison, les données de mortalité connues à l'échelle européenne sont présentées en annexe 3 (Dürr 2020).

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

Dans le cas du parc de Plouisy, la mortalité ne semble pas corrélée directement à l'activité. Aucun cadavre n'a été découvert en 2019, malgré un « pic » d'activité qui a eu lieu le 21 juillet.

La forte activité du 26 août (237 séquences en une nuit), Il s'agit là aussi principalement de signaux de chasse appartenant à des Pipistrelles communes, Pipistrelles de Kuhl et Sérotine commune. Cette activité est probablement due à des conditions météorologiques favorables ou à un autre phénomène naturel (émergence d'insecte par exemple).

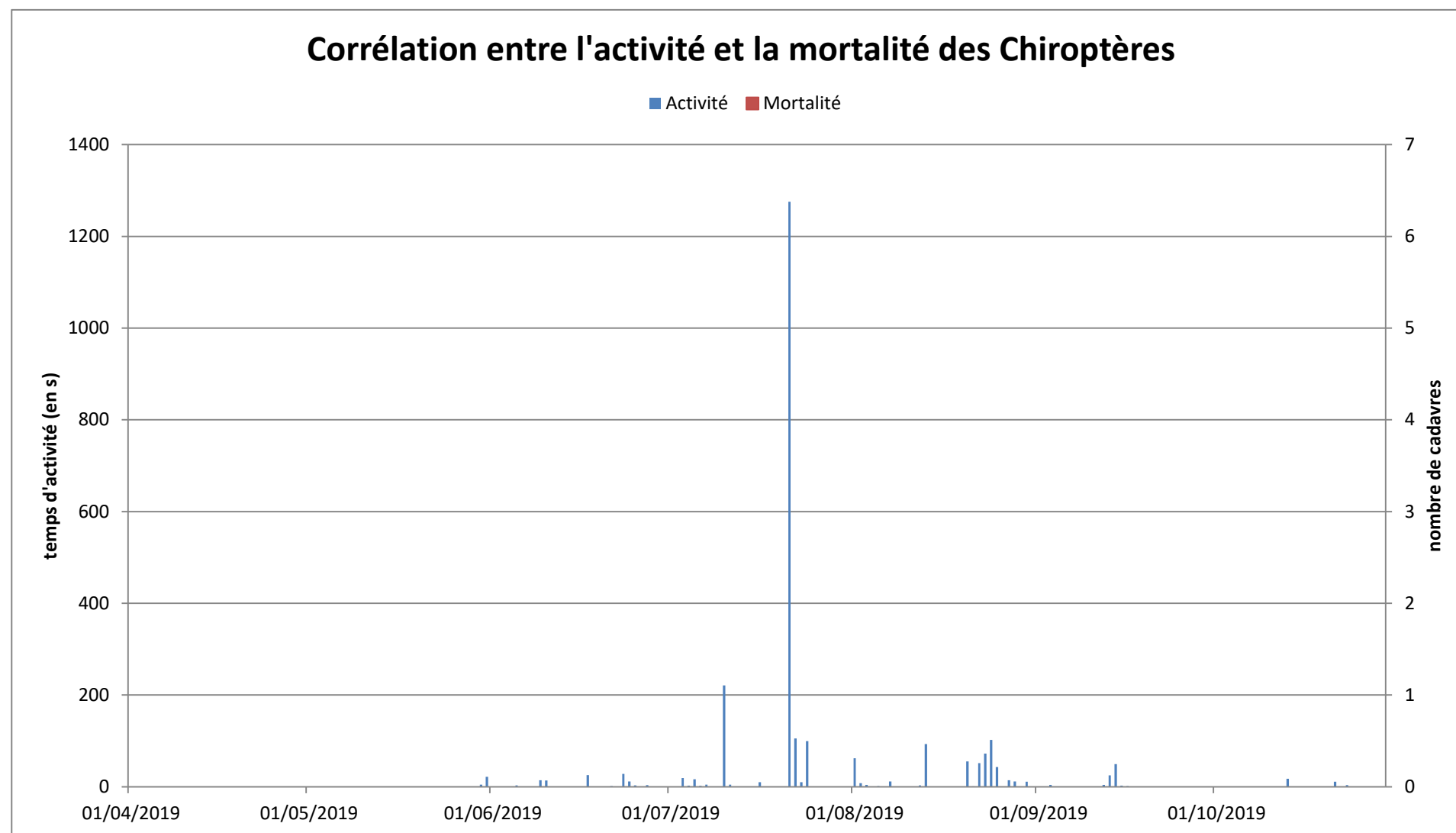


Figure 23 : graphique de corrélation entre la durée d'activité enregistré (en secondes « s ») et le nombre de cadavres découverts

11 AVIFAUNE

11.1 MORTALITE

Au total **un cadavre d'oiseau** a été découvert sous les éoliennes du parc de Plouisy au cours des 28 passages réalisés lors de ce suivi.

Le cadavre de Roitelet huppé a été collecté sous l'éolienne E3 à une distance de 20 mètres du pied de mât.

Tableau 21 : mortalité des oiseaux

Date	E1	E3	Météo
24/08/2018	0	0	Nuageux
30/08/2018	0	0	Nuageux
04/09/2018	0	0	Nuageux
11/09/2018	0	0	Ensoleillé
17/09/2018	0	0	Ensoleillé
25/09/2018	0	0	Ensoleillé
09/10/2018	0	0	Ensoleillé
16/10/2018	0	0	Nuageux
23/10/2018	0	0	Ensoleillé
16/05/2019	0	0	Nuageux
22/05/2019	0	0	Ensoleillé
28/05/2019	0	0	Nuageux, orages
06/06/2019	0	0	Nuageux, orages
12/06/2019	0	0	Pluie
17/06/2019	0	0	Ensoleillé
20/06/2019	0	0	Nuageux
25/06/2019	0	0	Nuageux
02/07/2019	0	0	Variable
11/07/2019	0	0	Ensoleillé
23/07/2019	0	0	Ensoleillé
14/08/2019	0	0	Ensoleillé
21/08/2019	0	0	Ensoleillé
03/09/2019	0	0	Ensoleillé
10/09/2019	0	0	Ensoleillé
24/09/2019	0	0	Variable
30/09/2019	0	1 Roitelet huppé	Couvert
17/10/2019	0	0	Couvert
21/10/2019	0	0	Ensoleillé

Tableau 22 : tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres trouvés

Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° de l'éolienne	Distance au mat (en m)	Orientation	Total
03/09/2019	Roitelet huppé	AD	Frais	E3	20	SW	1

11.1.1 ESPECES CONCERNEES

Le cadavre découvert sous l'éolienne E3 du parc de Plouisy est un **Roitelet huppé** (*Regulus regulus*).

Le **Roitelet huppé** est un petit passereau de la famille des Sylviidae d'environ 13 à 15,5 centimètres d'envergure. Il est l'un des plus petits oiseaux d'Europe. Le bec est noir, fin et pointu. Les pattes brun clair ont des doigts puissants permettant à l'oiseau de se tenir la tête en bas quand il se nourrit. Le plumage est jaune-vert dans sa partie supérieure, les ailes plus noirâtres ont deux raies blanches, le mâle a une calotte jaune et orange en son centre, elle est bordée d'un trait noir, celle de la femelle est jaune pur. Les plumes de la tête forment un diadème qui a donné son nom au Roitelet.



Figure 24: illustrations de la mortalité de l'avifaune

11.1.2 CAUSES DE LA MORTALITE

La cause de la mortalité concernant l'avifaune est très claire. Il s'agit de mortalité par collision avec les pales de l'éolienne provoquant des fractures et lésions des membres.

11.1.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

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

Le **Roitelet huppé** est classé en « préoccupation mineur » (LC) sur les listes rouges monde (2017), Europe (2015), France en tant que nicheur (2016) et Bretagne également en tant que nicheur (2015). Il figure à l'article 3 de l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés ainsi que les modalités de leur protection. Le Roitelet huppé possède un indice de conservation faible, 2 sur une échelle de 5, et un indice de sensibilité aux éoliennes élevé, 3 sur une échelle de 4. Ce qui donne au final un indice de vulnérabilité par rapport aux éoliennes de 2,5 sur une échelle de 4,5.

Tableau 23 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	LR MONDE (2017)	LR EUROPE (2015)	LR FR NICHEURS (2016)	LR FR HIVERNANT (2016)	LR FR DE PASSAGE (2016)	LR BRETAGNE NICHEURS (2015)	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	LC	LC	LC	NA ^d	NA ^d	LC		art. 3	2	3	2,5

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

LR = Liste rouge

Statuts 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), NE (non évalué), NA (non applicable). Les espèces menacées de disparition sont en CR, EN et VU. Espèces protégées : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Naa : espèce non soumise à évaluation car introduite après l'année 1500 ; Nab : espèce non soumise à évaluation car présente de manière occasionnelle ou marginale ; Nac : espèce non soumise à évaluation car régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative ; Nad : espèce non soumise à évaluation car régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis.

11.1.4 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 24 : estimation de la mortalité des oiseaux

Eolienne	Nombre de cadavres comptés	Nombre de cadavre total sur l'année selon Erickson	Nombre de cadavre total sur l'année selon Jones	Nombre de cadavre total sur l'année selon Huso
	Na	N	N	N
E1	0	0	0	0
E3	1	5	15	10
Somme estimée	1	5	15	10

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

- ✓ 0 individu pour l'éolienne E1,
- ✓ de 5 à 15 individus pour l'éolienne E3.

Soit entre 5 et 15 cas de mortalité pour l'ensemble du parc sur la durée de ce suivi.

Soit entre 3 et 8 cas de mortalité par éolienne sur la durée de ce suivi.

Pour comparaison, les données de mortalité connues à l'échelle européenne sont présentées en annexe 3 (Dürr 2020).

11.2 OBSERVATIONS OCCASIONNELLES DE L'AVIFAUNE

Lors des divers passages de suivis de mortalité sur le site du parc éolien de Plouisy, plusieurs observations intéressantes ont été effectuées. Rappelons que le protocole national ne prévoit pas de suivi de l'activité de l'avifaune. Les données ci-après sont issues d'observations fortuites lors des prospections de mortalité ou des tests.

Les espèces suivantes ont été vues en vol ou au sol de manière régulière sur le parc.

- Pigeon ramier (*Columba palumbus*),
- Corneille noire (*Corvus corone*),
- **Goéland argenté** (*Larus argentatus*),
- Roitelet huppé (*Regulus regulus*),
- Grimpereau des jardins (*Certhia brachydactyla*),
- Geai des chênes (*Garrulus glandarius*),
- Merle noir (*Turdus merula*),
- Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*),
- Rougegorge familier (*Erithacus rubecula*),
- Alouette des champs (*Alauda arvensis*),
- Alouette lulu (*Lullula arborea*).

En gras les espèces ayant un indice de vulnérabilité aux éoliennes supérieur ou égal à 3.

12 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE

12.1 CHIROPTERES

La mortalité chiroptère « brute » du parc de Plouisy, avec deux cadavres est faible. Par rapport aux 25 études collectées en Bretagne, le parc se positionne en 10^{ème} position des parcs les plus mortifères avec deux autres sites.

Pour rappel les estimations de mortalité sont de **6 à 18 cadavres** pour le parc sur la durée du suivi.

La mortalité moyenne par éolienne et par visite constatée pour les chiroptères sur le parc de Plouisy est au-dessous de la mortalité moyenne régionale.

- ✓ Parc de Plouisy : 0,0357 cadavre par éolienne et par visite,
- ✓ Moyenne en Bretagne : 0,0522 cadavre par éolienne et par visite

Selon la mortalité moyenne par éolienne et par visite en Bretagne, le parc de Plouisy se positionne alors en 11^{ème} position sur les 25 parcs analysés en Bretagne.

12.2 AVIFAUNE

La mortalité brute constatée pour l'avifaune sur le parc de Plouisy est faible avec un cadavre découvert lors des prospections. Par rapport aux 25 études réalisées en Bretagne, le parc se positionne en 16^{ème} position des parcs les plus mortifères avec 6 autres parcs au même rang.

Pour rappel les estimations de mortalité sont de **3 à 8 cadavres** pour la durée du suivi pour le parc.

La mortalité moyenne par éolienne et par visite constatée pour l'avifaune sur le parc de Plouisy est au-dessous de la mortalité moyenne par éolienne et par visite par rapport aux 25 études collectées sur des parcs en Bretagne.

- ✓ Parc de Plouisy : moyenne de 0,0178 cadavre par éolienne et par visite,
- ✓ Moyenne en Bretagne : 0,0262 cadavre.

Selon la mortalité moyenne par éolienne et par visite en Bretagne, le parc de Plouisy se positionne alors en 15^{ème} position sur les 25 parcs analysés en Bretagne.

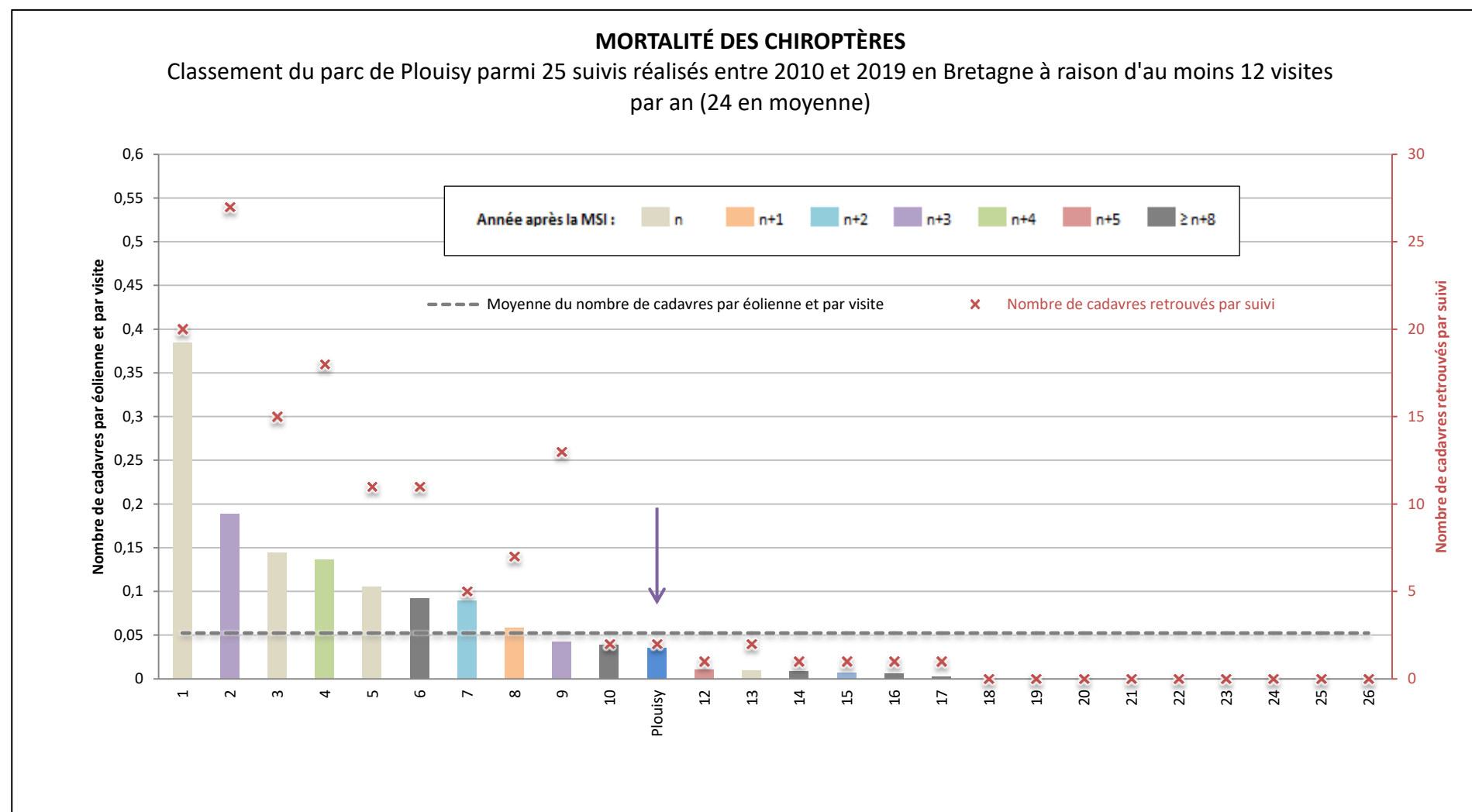


Figure 25 : intégration du parc de Plouisy dans un histogramme de mortalité chiroptères par éolienne et par visite.

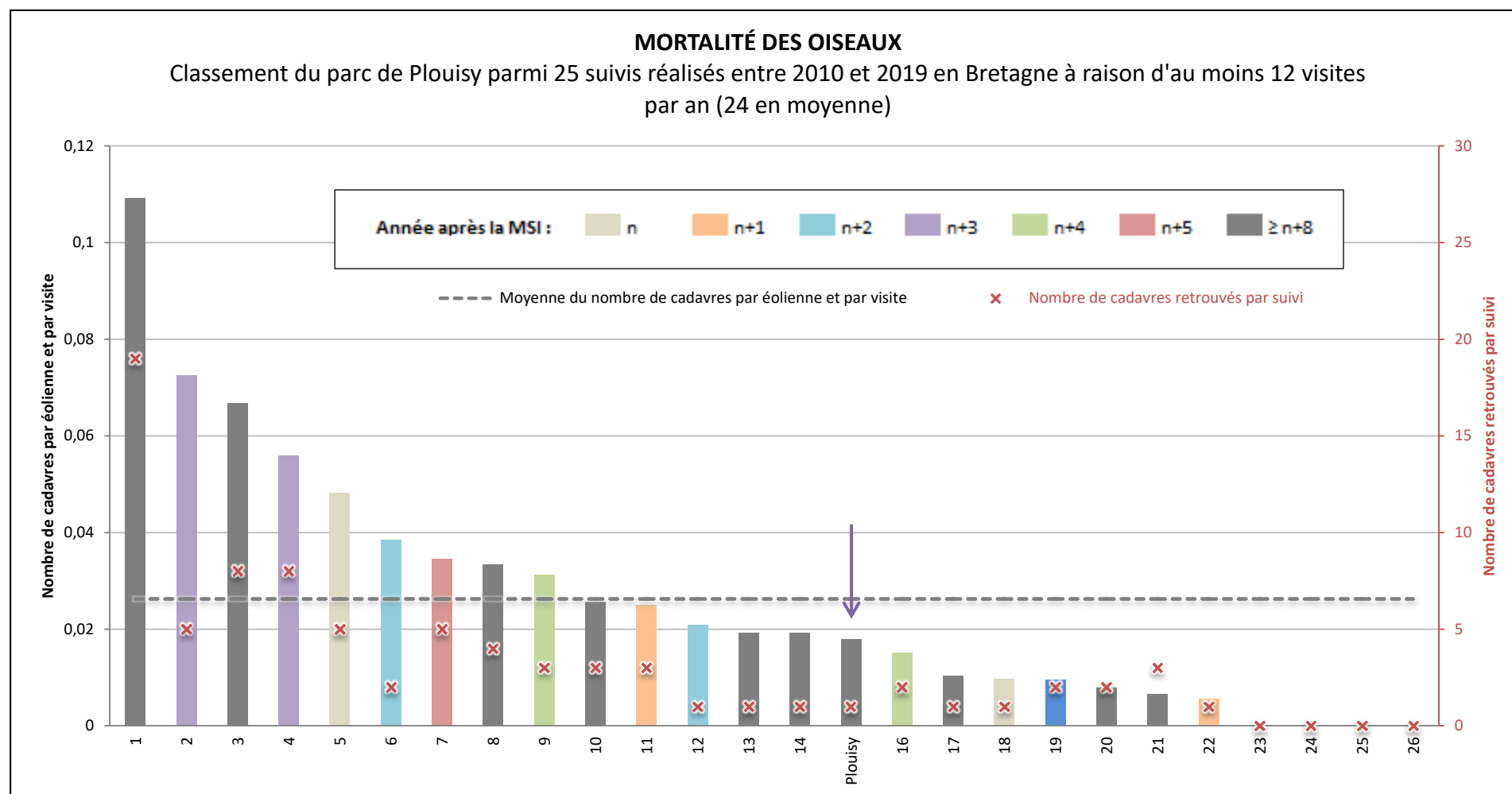


Figure 26 : intégration du parc de Plouisy dans un histogramme de mortalité oiseaux par éolienne et par visite.

CONCLUSION

La **mortalité constatée est faible** (en-dessous de la moyenne des données collectées dans la région). Cependant des espèces protégées et patrimoniales ont été impactées (Pipistrelle commune, Roitelet huppé).

Concernant les chiroptères, au regard de la très faible mortalité (deux individus en septembre 2018 lors de 28 passages) et bien qu'une faible activité ait été constatée tous les mois des suivis (hors mois d'avril), l'effet du parc est considéré comme non significatif. Un bridage concernant les chiroptères n'est pas nécessaire. En effet, un seul cadavre de Pipistrelle commune a été trouvé (estimation de 6 à 18 cadavres selon les formules d'estimations de la mortalité). Cette mortalité n'est pas de nature à remettre en cause le bon état des populations locales de chiroptères. En effet, la Pipistrelle commune est l'espèce la plus fréquente sur le territoire et dans le département.

Concernant les oiseaux, au regard de l'espèce impactée (Roitelet huppé) et du seul cadavre retrouvé, nous concluons que le niveau d'impact n'est pas de nature à dégrader l'état de conservation des populations des espèces concernées.

En effet, la population de Roitelet huppé est estimée entre 500 000 et 800 000 couples en France et la tendance est au déclin modéré (sur la période de 1989 à 2012). Les aires d'hivernage des populations migratrices de Scandinavie et d'Europe centrale recoupent largement les zones de nidification des populations occidentales et méridionales. Les nicheurs français sont sédentaires, mais les populations d'altitude désertent les forêts de montagne pour les plaines en hiver. Ils s'associent ainsi aux nicheurs locaux et aux hivernants plus septentrionaux d'octobre à février (source Atlas des oiseaux de France métropolitaine – Nidification et présence hivernale – 2015).

Ainsi, le niveau d'impact n'est pas significatif. Aucune mesure corrective n'est envisagée et le prochain suivi aura lieu dans 10 ans conformément à la réglementation actuelle, soit en 2029.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : éoliennes du parc de Plouisy	7
Figure 2 : carte de localisation du parc éolien de Plouisy	8
Figure 3 : schéma de prospection sous les éoliennes	12
Figure 4 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site)	15
Figure 5 : illustrations de la persistance des cadavres	16
Figure 6 : carte des habitats à proximité des aires de prospection	24
Figure 7: superficie totale prospectée sur la durée de l'étude par éolienne	26
Figure 8: nombre de séquences et de secondes d'enregistrement par espèces	27
Figure 9 : nombres de secondes enregistrées pour toutes les espèces recensées lors du suivi.	28
Figure 10 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrements.	30
Figure 11 : activité enregistrée en avril.....	31
Figure 12 : activité enregistrée en mai.....	31
Figure 13 : activité enregistrée en juin.....	31
Figure 14 : activité enregistrée en juillet	31
Figure 15 : activité enregistrée en août	31
Figure 16 : activité enregistrée en septembre	31
Figure 17 : activité enregistrée en octobre	32
Figure 18 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).....	33
Figure 19 : corrélation entre l'activité des chiroptères et la température.	34
Figure 20 : corrélation entre l'activité des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.	35
Figure 21 : illustration de la mortalité des chiroptères.....	37
Figure 22 : mortalité par mois et par espèce	37
Figure 26 : graphique de corrélation entre la durée d'activité enregistré (en secondes « s ») et le nombre de cadavres découverts.....	40
Figure 23: illustrations de la mortalité de l'avifaune	42

Figure 24 : intégration du parc de Plouisy dans un histogramme de mortalité chiroptères par éolienne et par visite. 46

Figure 25 : intégration du parc de Plouisy dans un histogramme de mortalité oiseaux par éolienne et par visite. 47

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : parc éolien de Plouisy	6
Tableau 2: fréquence de prospection par mois	12
Tableau 3 : exemple de tableau de prospectabilité et détectabilité	14
Tableau 4: exemple de persistance sur un parc éolien	15
Tableau 5 : formules d'estimation de la mortalité.....	17
Tableau 6 : Niveau de patrimonialité - Chiroptères	18
Tableau 7 : Niveau de patrimonialité des oiseaux en période de nidification (tableau issu du guide de préconisation HdF et adapté).....	19
Tableau 8 : Niveau de patrimonialité des oiseaux en période de migration et d'hivernage (tableau issu du guide de préconisation HdF et adapté)	19
Tableau 9 : niveau de sensibilité des chiroptères	20
Tableau 10 : niveau de sensibilité par nombre de cadavres de chiroptères.....	20
Tableau 11 : Niveau de sensibilité des oiseaux en fonction du nombre de cadavres en France.....	20
Tableau 12 : niveau de vulnérabilité	21
Tableau 13 : indice d'efficacité d'observation.....	25
Tableau 14 : indice de persistance	25
Tableau 15 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées.	29
Tableau 16 : tableau des heures d'activité en fonction du mois et de l'espèce.	29
Tableau 17 : mortalité chiroptères.....	36
Tableau 18 : distance au mât des cadavres trouvés	36
Tableau 19 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris impactées par les éoliennes	38
Tableau 20: estimation de la mortalité des chiroptères	39

Tableau 21 : mortalité des oiseaux	41
Tableau 22 : tableau récapitulatif des distances au mât des cadavres trouvés.....	42
Tableau 23 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés.....	43
Tableau 24 : estimation de la mortalité des oiseaux	44

ANNEXES

ANNEXES 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

Date	Eolienne	Prospectabilité totale (%)		Détectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
		Réelle	Impraticable	1	2	3	Chiroptères	Oiseaux
24/08/2018	E1	10	90	100	0	0		
	E3	70	30	7	93	0		
30/08/2018	E1	10	90	100	0	0		
	E3	70	30	7	93	0		
04/09/2018	E1	10	90	100	0	0		
	E3	70	30	7	93	0		
11/09/2018	E1	10	90	100	0	0		
	E3	70	30	7	93	0		
17/09/2018	E1	10	90	100	0	0	1	
	E3	70	30	7	93	0	1	
25/09/2018	E1	10	90	100	0	0		
	E3	70	30	7	93	0		
09/10/2018	E1	100	0	100	0	0		
	E3	70	30	7	93	0		
16/10/2018	E1	100	0	100	0	0		
	E3	70	30	7	93	0		
23/10/2018	E1	100	0	100	0	0		
	E3	70	30	7	93	0		
16/05/2019	E1	100	0	10	90	0		
	E3	70	30	7	93	0		
22/05/2019	E1	90	10	10	80	10		
	E3	70	30	30	42	28		
28/05/2019	E1	90	10	10	80	10		
	E3	70	30	30	42	28		
06/06/2019	E1	16	84	10	80	10		
	E3	70	30	30	42	28		
12/06/2019	E1	18	82	12	78	10		
	E3	74	26	30	42	28		
17/06/2019	E1	16	84	12	0	88		
	E3	74	26	25	17	58		
20/06/2019	E1	16	84	12	0	88		
	E3	25	75	25	0	75		
27/06/2019	E1	16	84	100	0	0		
	E3	25	75	100	0	0		
02/07/2019	E1	10	90	16	84	0		
	E3	22	78	25	0	75		
11/07/2019	E1	12	88	8	4	90		
	E3	25	75	25	0	75		
23/07/2019	E1	12	88	8	4	88		
	E3	60	40	28	48	24		
14/08/2019	E1	12	88	8	4	88		
	E3	60	40	28	48	24		
21/08/2019	E1	12	88	8	4	88		
	E3	60	40	28	48	24		
03/09/2019	E1	15	85	12	0	88		
	E3	60	40	28	48	24		
10/09/2019	E1	100	0	100	0	0		
	E3	72	28	22	50	28		
24/09/2019	E1	100	0	100	0	0		
	E3	72	28	22	50	28		
30/09/2019	E1	100	0	100	0	0		

Date	Eolienne	Prospectabilité totale (%)		Détectabilité - Couvert végétal (%)			Cadavres	
		Réelle	Impraticable	1	2	3	Chiroptères	Oiseaux
	E3	72	28	22	50	28		
17/10/2019	E1	100	0	100	0	0		
	E3	72	28	22	50	28		
21/10/2019	E1	100	0	100	0	0		
	E3	72	28	22	50	28		

ANNEXES 2 : FORMULAIRES DE MORTALITE DES CHIROPTERES

Formule d'Erickson

	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfacique	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total
Variables	Na	Nb	d	A	I	t	N
E1	1	0	1	2,16216216	7,75	1,625	10
E3	1	0	1	1,5954416	7,75	1,625	8

Formule de Jones

	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfacique	Taux de persistance	Intervalle effectif	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Coefficient correcteur	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total
Variables	Na	Nb	d	A	p	\hat{I}	I	e	t	N
E1	1	0	1	2,16216216	0,092124405	3,25	7,75	0,41935484	1,625	56
E3	1	0	1	1,5954416	0,092124405	3,25	7,75	0,41935484	1,625	41

Formule de Huso

HUSO	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfacique	Taux de persistance	Intervalle effectif	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Coefficient correcteur	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total
Variables	Na	Nb	d	A	p	\hat{I}	I	e	t	N
E1	1	0	1	2,16216216	0,207897907	3,25	7,75	0,41935484	1,625	25
E3	1	0	1	1,5954416	0,207897907	3,25	7,75	0,41935484	1,625	18

ANNEXES 3 : FORMULAIRES DE MORTALITE AVIFAUNE

Formule d'Erickson

	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfacique	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total
Variables	Na	Nb	d	A	I	t	N
E1	0	0	1	0	7,75	1,625	0
E3	1	0	1	1,5954416	7,75	1,625	8

Formule de Jones

	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfacique	Taux de persistance	Intervalle effectif	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Coefficient correcteur	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total
Variables	Na	Nb	d	A	p	\hat{I}	I	e	t	N
E1	0	0	1	0	0,092124405	3,25	7,75	0,41935484	1,625	0
E3	1	0	1	1,5954416	0,092124405	3,25	7,75	0,41935484	1,625	41

Formule de Huso

	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Coefficient correcteur surfacique	Taux de persistance	Intervalle effectif	Durée de l'intervalle entre les passages (jour)	Coefficient correcteur	Durée moyenne de persistance cadavre (jour)	Nombre de cadavre total
Variables	Na	Nb	d	A	p	\hat{I}	I	e	t	N
E1	0	0	1	0	0,207897907	3,25	7,75	0,41935484	1,625	0
E3	1	0	1	1,5954416	0,207897907	3,25	7,75	0,41935484	1,625	18

ANNEXES 4 : 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 : **7. Janvier 2020**

2

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 commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	28	6	5	16	726		211			995	0	1		15		323	5	6	1	46	2386

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 ; **UK** = United Kingdom

ANNEXES 5 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX EN EUROPE – TOBIAS DÜRR

Mortalité des Oiseaux sous les éoliennes en Europe

Compilation : Tobias Dürr ; Mise à jour : **7. Janvier 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 huppé <i>Regulus regulus</i>	14	1		3			117		5			21				3			6			170

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 ; **LX** = Luxembourg ; **NL** = Pays-Bas ; **N** = Norvège ; **P** = Portugal ; **PL** = Pologne ; **RO** = Roumanie ; **S** = Suède