



O-GEO

La Cribotière
44 521 COUFFE
06 33 07 64 48
contact@o-geo.net
www.o-geo.net



Parc éolien de Béganne

Béganne (35)

Suivi environnemental du parc éolien

Année 2020

Janvier 2021

CADRE ADMINISTRATIF

Projet Suivi environnemental du parc éolien citoyen de Béganne - Année 2020

Commune Béganne

Département Morbihan (35)

Maître d'ouvrage SAS Begawatts
Le château du Mail, 1 rue du Plessis – 35600 REDON

Maître d'œuvre Site à Watts Développement
7 rue Saint-Conwoïn - 35600 REDON

Référent Mathieu HARLAIS

Sujet du rapport Rapport de suivi du parc éolien :
- Suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de rotor ;
- Analyse de l'activité résiduelle durant le fonctionnement des éoliennes ;
- Suivi de la mortalité

Période d'étude Avril à novembre 2020

Réalisation du rapport Philippe PROUX (gestion des équipements et suivi de mortalité)
Fanny COULON (suivi de mortalité, analyse des séquences, cartographie et accompagnement à l'analyse des résultats et à la rédaction)
Laurent GOURET (analyse des séquences, analyses des résultats et rédaction)

Dates du rendu 12/12/2020

06/01/2021 - Intégration des corrections de Begawatt et des attentes de l'inspecteur ICPE

Partie 1 - INTRODUCTION	5
I - LOCALISATION DU PARC ÉOLIEN	5
II - DESCRIPTION DU PARC ÉOLIEN.....	6
III - HISTORIQUE DES SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX	7
Partie 2 - MÉTHODOLOGIE.....	8
I - MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE	8
II - FRÉQUENTATION DES CHIROPTÈRES À HAUTEUR DE ROTOR.....	9
A - Sessions	9
B - Matériels de détection, d'enregistrement et d'analyse	10
1 - Éolienne équipée	10
2 - Matériels de détection et d'enregistrement	10
3 - Logiciel d'identification des séquences	10
4 - Logiciel de traitement des séquences	10
C - Détermination des taxons	10
D - Traitement des données	11
1 - De l'enregistrement à la séquence puis au contact	11
2 - Évaluation d'indice d'activité	11
a - Analyse par taxon	11
b - Analyse par groupe	12
E - Mesure de l'activité	12
1 - Les profils d'activités annuels	12
2 - Les profils d'activité journalière moyenne	12
3 - Comportement des Chiroptères en fonction des facteurs physiques	12
4 - Détermination des seuils au-dessus ou au-dessous desquels 90% des contacts sont isolés	13
5 - Notion d'activité résiduelle	13
III - ÉLABORATION D'UN PATTERN DE RÉGULATION	13
IV - FRÉQUENTATION DES CHIROPTÈRES AU SOL.....	14
A - Complément d'étude	14
B - Sessions	14
C - Matériels d'enregistrement et d'analyse	14
D - Détermination des taxons et traitement des données	14
E - Mesure de l'activité	14
VI - SUIVI DE LA MORTALITÉ	15
A - Aire d'étude.....	15
B - Sessions de suivi	16
C - Saisie des observations	17
D - Tests de persistance	18
1 - Printemps, début de l'été	18
2 - Fin de l'été, automne	18
3 - Test d'efficacité	19
E - Taux de surface prospectée	19
F - Méthode de calcul du taux de mortalité	19
1 - Protocole de Erickson 2000	19
2 - Protocole O-GEO	19
3 - Protocole de Jones 2009	20
4 - Protocole de Huso 2010	20
Partie 3 - RÉSULTATS	21
I - SUIVI DE L'ACTIVITÉ DES CHIROPTÈRES	21
A - Rappel des résultats de l'état initial réalisé en 2011	21
1 - Rappel de la méthodologie	21
2 - Rappel des résultats	21
3 - Conclusion	21
B - Résultats du suivi en 2015, 2016 et 2020	22
1 - Liste d'espèces	22
2 - Analyse de l'activité à hauteur de rotor	23
a - Le peuplement	23
i - Évolution du profil annuel d'activité	25
ii - Risque de mortalité	27
b - La Pipistrelle commune	28
i - Profil annuel 2020	28
ii - Profil journalier 2020	28
iii - Risque de mortalité 2020	28
c - La Pipistrelle de Kuhl	29
i - Profil annuel 2020	29
ii - Profil journalier moyen 2020	29
iii - Risque de mortalité 2020	29
d - La Noctule commune	30

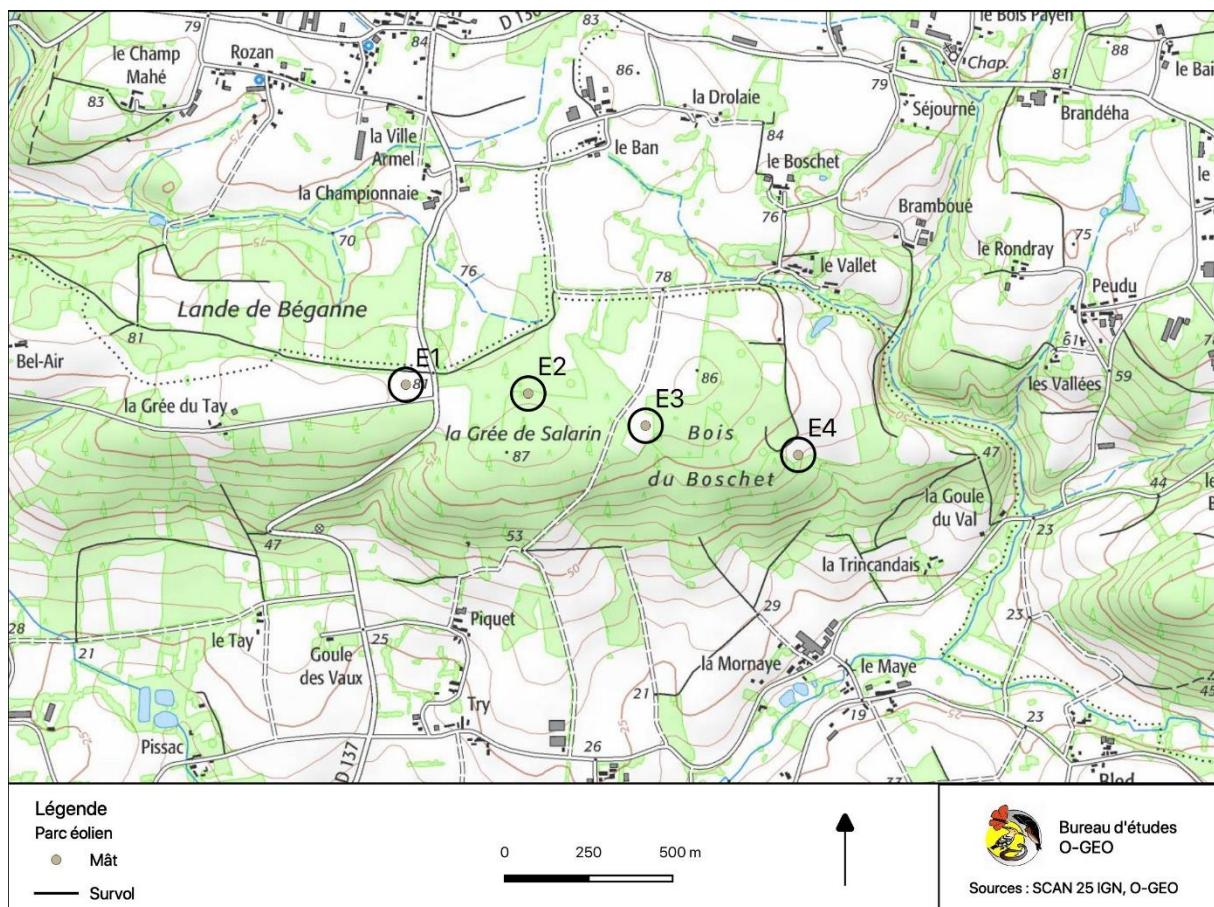
i - Profil annuel 2020.....	30
ii - Profil journalier moyen 2020.....	30
iii - Risque de mortalité 2020.....	30
e - La Noctule de Leisler	31
i - Profil annuel 2020.....	31
ii - Profil journalier moyen 2020.....	31
iii - Risque de mortalité 2020.....	31
f - La Barbastelle d'Europe.....	32
i - Profil annuel 2020.....	32
ii - Profil journalier moyen 2020.....	32
iii - Risque de mortalité 2020.....	32
3 - Comparaison avec l'activité mesurée au sol (étude complémentaire).....	33
4 - Enjeux réglementaires et conservatoires	34
C - Conclusion.....	35
D - Analyse du comportement en fonction des facteurs météorologiques	36
1 - La répartition de l'activité en fonction de la vitesse du vent.....	36
2 - La répartition de l'activité en fonction de la température	37
3 - La répartition de l'activité en fonction de la durée de la nuit écoulée.....	38
E - Synthèse du comportement des Chiroptères au regard des seuils à 90% d'activité.....	39
II - L'ACTIVITÉ RÉSIDUELLE DURANT LE FONCTIONNEMENT DE L'ÉOLIENNE.....	40
A - Activité résiduelle simulée sans application du pattern de régulation (bridage chiroptères)	40
B - Activité résiduelle avec application du pattern de régulation « bridage Chiroptères »	42
1 - Pattern de régulation	42
2 - Activité résiduelle à l'issue d'un bridage simulé	43
3 - Activité résiduelle à l'issue du bridage appliqué en 2020	45
III - SUIVI DU FONCTIONNEMENT DES ÉOLIENNES	48
A - Comparaison des profils d'arrêts simulés et réels	48
B - Comparaison des profils d'arrêts réels des éoliennes.....	49
IV - SUIVI DE LA MORTALITÉ	50
A - Proportion de surfaces accessibles	50
B - Taux de persistance.....	51
C - Taux d'efficacité	52
D - Mortalité.....	53
1 - Avifaune	53
a - Rappel des résultats des suivis précédents.....	53
i - 2015	53
ii - 2016.....	53
b - Cas de mortalité en 2020	53
c - Analyse par mois.....	53
d - Analyse par éolienne.....	53
e - Analyse par éloignement du mât	54
f - Application des taux correcteurs	55
g - Statuts réglementaires et conservatoires.....	56
2 - Chiroptères	57
a - Rappel des résultats des suivis précédents.....	57
i - 2014	57
ii - 2015.....	57
iii - 2017.....	58
b - Cas de mortalité en 2020	58
c - Analyse par mois.....	59
d - Analyse par éolienne.....	59
e - Analyse par éloignement du mât	59
f - Application des taux correcteurs	60
g - Statuts réglementaires et conservatoires.....	61
3 - Conclusion	62
a - Mortalité de l'Avifaune	62
b - Mortalité des Chiroptères	62
Partie 4 - CONCLUSIONS.....	63
I - L'AVIFAUNE	63
II - LES CHIROPTÈRES.....	63
TABLE DES ILLUSTRATIONS	65
INDEX DES TABLEAUX	65
INDEX DES GRAPHIQUES	65
INDEX DES CARTES.....	67

Partie 1 - INTRODUCTION

I - LOCALISATION DU PARC ÉOLIEN

Le parc éolien citoyen de Béganne est localisé dans le sud du département du Morbihan, sur la commune de Béganne (35) (Carte 1).

Les éoliennes sont implantées au nord-est du bourg de Béganne (35).



Carte 1 : localisation du parc éolien

II - DESCRIPTION DU PARC ÉOLIEN

Ce parc éolien, d'une puissance de 2 MW, est constitué de 4 éoliennes du modèle Senvion MM92/2050. La nacelle est installée à 100 m de hauteur et le bas de pale passe à 59 m au-dessus du sol.

Le parc éolien est en service depuis le mois de juin 2014.

La société SAS Bégawatts a la charge de la gestion du parc éolien.

Les éoliennes sont implantées en secteur boisé mixte dominé par la Pinède. Les éoliennes E3 et E4 survolent des ensembles boisés, tandis que la limite de l'aire du rotor de E1 et E2 surplombe la lisière (Carte 2).



Carte 2 : localisation du parc éolien sur vue aérienne

III - HISTORIQUE DES SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX

Le parc éolien de Béganne a fait l'objet de différents suivis depuis sa mise en route.

En 2014, l'association Groupe Mammalogique Breton (GMB) a effectué des contrôles du parc à leur propre initiative, du mois de juin au mois d'octobre. À l'issue, le GMB a alerté la société Bégawatt de la mortalité constatée sur le parc éolien.

En 2015, le premier suivi appliquant les protocoles en vigueur est réalisé (O-GEO, 2016)¹ et comporte :

- Un suivi de l'activité des Chiroptères au sol (avril à octobre 2015) ;
- Un suivi de l'activité des Chiroptères à hauteur de rotor (juin à novembre 2015) ;
- Un suivi de la mortalité (mars 2015 à février 2016) ;
- L'élaboration d'un pattern de régulation.

En 2016, à la demande de Bégawatt quant à l'ajustement du pattern de régulation au regard des pertes occasionnées, le bureau d'études O-GEO analyse l'activité résiduelle à l'issue d'un assouplissement du pattern de régulation (O-GEO, 2017)². Les seuils sont alors déterminés pour un taux d'évitement variant de 70% à 90% en fonction des mois, et non plus de 95% sur l'ensemble des mois (taux retenu dans l'étude précédente). Cette étude comporte :

- Le suivi de l'activité des Chiroptères à hauteur de rotor en 2015¹ ;
- Le suivi de l'activité des Chiroptères à hauteur de rotor en 2016 (avril à octobre) ;
- L'élaboration d'un nouveau pattern de régulation.

En 2017, la société Bégawatt missionne le bureau d'études O-GEO pour le suivi de la mortalité du parc éolien afin de contrôler l'efficacité du second pattern déterminé. La commande se limite au suivi de la mortalité au mois de septembre 2017. L'étude reprend les éléments de l'étude de l'activité des Chiroptères du rapport précédent. Cette étude comporte (O-GEO, 2018)³ :

- Le suivi de l'activité des Chiroptères à hauteur de rotor en 2015^{1 & 2} ;
- Le suivi de l'activité des Chiroptères à hauteur de rotor en 2016² ;
- Le suivi de la mortalité durant le mois de septembre.

En 2020, la société Bégawatt missionne à nouveau le bureau d'études O-GEO pour la réalisation du suivi de la fréquentation des Chiroptères et de la mortalité. Ce rapport décrit la méthodologie, les résultats obtenus et conclu sur l'efficacité du « bridage Chiroptères » appliqué.

¹ O-GEO, 2016. Parc éolien de Béganne - Suivi de mortalité et de fréquentation

² O-GEO, 2017. Parc éolien de Béganne - Béganne (56) - Suivi post-construction - Complément ajustement du bridage

³ O-GEO, 2018. Parc éolien de Béganne - Béganne (56) - Suivi post-construction 2016 et 2017 Mortalité et ajustement du bridage

Partie 2 - MÉTHODOLOGIE

I - MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Depuis la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, les éoliennes relèvent du régime des ICPE au titre du Code de l'Environnement. L'arrêté du 26 août 2011 a fixé des prescriptions générales applicables aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Cet arrêté, dans l'article 12, prévoit « *qu'au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix 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 ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées*

 ».

En 2018, le Ministère de la transition écologique et solidaire a officiellement reconnu le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, dans sa version de mars 2018 (METS, 2019)⁴. Cette version abroge et remplace le précédent protocole de 2015. Les suivis environnementaux à mettre en place doivent donc être conformes à ce nouveau protocole.

Afin de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, ainsi qu'aux mesures définies dans l'étude d'impact, des suivis environnementaux sont mis en œuvre afin de constater et d'analyser les impacts du projet sur les Oiseaux et les Chiroptères du parc éolien en exploitation.

Les suivis suivants sont réalisés :

- Suivi de l'activité des Chiroptères sous nacelle ;
- Suivi de la mortalité de l'Avifaune et des Chiroptères.

⁴ METS, 2019. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres

II - FRÉQUENTATION DES CHIROPTÈRES À HAUTEUR DE ROTOR

A - Sessions

Le protocole national préconise une installation du 11 mai (semaine 20) au 23 octobre 2020 (semaine 43). Cependant, l'activité des Chiroptères se manifeste en général à hauteur du rotor à partir du mois d'avril et se termine les premiers jours de novembre.

L'équipement a été installé le 24 avril 2020 et est retiré le 08 novembre 2020. Par conséquent, l'étude de l'activité au niveau du rotor s'appuie sur 199 sessions et 2 022 heures d'écoute nocturne, du coucher au lever du soleil (Tableau 1).

Période	Printanière	Estivale			Automnale			Hivernale	Total
Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	
N session	7	31	30	31	31	30	31	8	199
Durée des écoutes	68,01	274,69	243,39	264,15	305,11	345,07	408,19	114,12	2022,73

Tableau 1 : nombre de sessions de suivi de l'activité à hauteur de rotor et durées totales des écoutes, par mois en 2020

B - Matériels de détection, d'enregistrement et d'analyse

1 - Éolienne équipée

L'activité des Chiroptères est suivie sous la nacelle de l'éolienne E2. Cette éolienne a été sélectionnée par le fait qu'elle dispose d'une position centrée, que la surface à proximité est une zone dégagée pouvant favoriser la détection de certaines espèces, et que les boisements s'approchent de celle-ci.

2 - Matériels de détection et d'enregistrement

Le bureau d'étude O-GEO utilise du 24 avril au 08 novembre 2020 le modèle Batcorder GSM, équipement développé spécialement pour le suivi en éolienne, par la technologie allemande EcoObs.

L'appareil est configuré pour démarrer son fonctionnement quotidien à 17h30 (heure d'été). Il s'éteint tous les matins à 8h30. De cette manière, l'ensemble de la phase nocturne est suivi durant chaque nuit au cours de la période d'activité des Chiroptères.

La date attribuée à chaque session (chaque nuit suivie) est celle de la date de déclenchement de l'appareil.

Quotidiennement, un SMS informe de l'état de fonctionnement de l'appareil (capacité de la mémoire, état de l'alimentation, état de fonctionnement du microphone). La sensibilité du microphone est testée au début et à la fin de chaque session. Celle-ci s'est maintenue à son niveau maximal durant le suivi.

3 - Logiciel d'identification des séquences

Le logiciel BatIdent permet d'attribuer une, deux, trois espèces ou groupes d'espèces pour chaque séquence. Un taux de probabilité d'identification automatique est apporté à chaque détermination.

Le logiciel bcAnalyze3 propose oscillogramme, spectrogramme, spectre d'énergie et écoute en expansion de temps.

4 - Logiciel de traitement des séquences

Le logiciel BcAdmin permet de gérer l'ensemble des séquences, et de préciser les conditions d'enregistrement de chaque session. Ce logiciel assure le traitement des séquences une fois l'identification automatique effectuée. En effet, l'ensemble des séquences d'un point d'écoute, ou de tous les points d'écoute, voire de toutes les sessions, peut être affiché pour contrôler chaque séquence. Le contrôle est facilité par une prévisualisation des signaux. Les séquences caractéristiques sont très rapidement validées par l'utilisateur. Dans le cas où une séquence demande à être analysée précisément, l'interface permet d'accéder au programme BcAnalyze3 de manière à étudier le signal plus finement. Le nom attribué automatiquement à une séquence peut être rapidement précisé voire corrigé à partir d'une liste prédéfinie, elle-même modifiable. Les données sont exportables pour développer l'analyse sur des tableurs.

C - Détermination des taxons

La détermination des taxons s'appuie sur l'analyse acoustique des séquences.

Nous suivons l'ordre de la procédure décrite ci-dessous :

- 1 : lancement de l'identification automatique (par le logiciel BatIdent)
- 2 : prévisualisation (par le logiciel BcAdmin) des signaux pour contrôler l'ensemble des séquences et valider l'identification à fort taux de probabilité (essentiellement pour la Pipistrelle commune, la Barbastelle, le Grand Rhinolophe, les Noctules en transit, etc.)
- 3 : en cas de doute ou de non détection d'une autre espèce, la séquence est analysée sur BcAnalyze3, voire écoutée pour identifier avec certitude le taxon ou le groupe taxinomique :
 - o En cas d'identification automatique de certaines espèces comme les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, le Vesper de Savi, les Noctules et Sérotine en chasse, les Oreillard et l'ensemble des murins, la séquence est aussi analysée ;

- Pour ces analyses complémentaires nous suivons la méthode d'identification développée par Michel Barataud⁵ ;
- 4 : validation et/ou correction du nom du taxon ou du groupe correspondant à la séquence analysée.

Nous rappelons que la détermination des espèces à partir de l'analyse d'une séquence souffre de certaines limites.

Dans le meilleur des cas, nous attribuerons avec certitude le nom d'une espèce à une séquence. Dans d'autres cas, un doute subsiste et donc notre niveau de certitude passe au probable voire au possible.

Lorsque la diagnose ne permet pas d'associer un nom d'espèce à une séquence, nous attribuons un nom de groupe taxinomique à celle-ci. Cela se produit quand les animaux évoluent dans un milieu qui implique d'utiliser un type de signal adapté, on parle alors de convergence de comportement acoustique des Chauves-souris. Nous restons aussi au niveau du groupe taxinomique quand elles utilisent des signaux similaires mais dans un environnement différent. Dans ce dernier cas, les milieux sont trop proches les uns des autres à l'échelle du point d'écoute. L'enregistrement « *passif* » ne permet pas de savoir si l'espèce s'aventure dans l'un ou l'autre des milieux quand ces signaux sont enregistrés. Ne pouvant associer le type de signal avec le type de milieu, nous ne pouvons aboutir à une identification précise de l'espèce.

D - Traitement des données

1 - De l'enregistrement à la séquence puis au contact

Chaque enregistrement est analysé pour aboutir à la détermination d'une ou de plusieurs espèces. Dans certains cas, un enregistrement est généré par le passage de plusieurs espèces (exemple : si un fichier enregistre 3 espèces, il apporte 3 séquences). Par conséquent, un enregistrement peut générer une à plusieurs séquences.

Un même passage de Chauves-souris peut générer plusieurs séquences mais sur une période très courte, de quelques secondes. Pour éviter ce biais qui peut induire un niveau d'activité supérieur, nous considérons qu'un contact est le fait d'un passage d'une chauve-souris durant une période de 5 secondes. Ainsi une séquence d'une durée supérieure à 5 secondes peut générer plusieurs contacts. À l'inverse, plusieurs séquences peuvent générer un seul contact si le cumul de celles-ci ne dépasse pas les 5 secondes.

2 - Évaluation d'indice d'activité

Nous utilisons le cumul du nombre de contacts, ramené à l'heure ou à la nuit, comme indice d'activité. La détection d'une chauve-souris sur une durée de 5 secondes est considérée comme un contact.

a - Analyse par taxon

Pour certains taxons comme la Pipistrelle commune, la Barbastelle d'Europe ou le Grand Rhinolophe, l'identification est en général aisée ce qui permet d'attribuer un indice d'activité spécifique.

Pour les autres espèces, le niveau de certitude quant à la distinction d'une espèce, parmi un ensemble de plusieurs autres espèces de Chauves-souris, peut être soit certain, soit probable, soit possible. Dans d'autres, la discrimination est impossible. Ainsi, même si des séquences permettent de distinguer une espèce, d'autres ne permettent pas de la dissocier d'un ou plusieurs autres taxons. Par conséquent, considérer les séquences aboutissant à une distinction spécifique, en occultant celles qui ne le permettent pas, revient à sous-estimer un indice d'activité.

Dès lors, il devient plus judicieux de réaliser des analyses par groupes taxinomiques.

⁵BARATAUD, 2012. Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse

b - Analyse par groupe

Si la distinction entre plusieurs taxons est délicate voire impossible, il n'en demeure pas moins que nous devons intégrer cette activité.

Pour cela, nous utilisons un indice d'activité regroupant un ensemble d'espèces ou de groupe d'espèces dont les caractéristiques acoustiques sont similaires. Ces groupes comportent alors chacun un ensemble de genre spécifique :

- Les Pipistrelloïdes : toutes les espèces de Pipistrelles et le Minioptère de Schreibers ;
- Les Nyctaloïdes : les Sérotines et les Noctules ;
- Les Murins : toutes les espèces de Murin ;
- La Barbastelle : la Barbastelle d'Europe ;
- Les Oreillards : l'Oreillard roux et l'Oreillard gris ;
- Les Rhinolophes : toutes les espèces de Rhinolophe.

Pour faciliter l'analyse des niveaux d'activités, nous regroupons dans certains cas les Murins, la Barbastelle, les Oreillards et les Rhinolophes.

E - Mesure de l'activité

1 - Les profils d'activités annuels

L'activité des Chiroptères est analysée à travers un profil annuel d'activité. Ce profil annuel affiche pour chaque mois la proportion de nuits dites actives (manifestant de l'activité). Matérialisé par des histogrammes déclinant pour chaque mois la proportion de nuits actives, il permet d'identifier l'évolution de la fréquentation au cours de l'année.

L'intensité journalière se mesure en nombre de contacts par nuit (c/n). Elle fournit un niveau d'intensité de l'activité des Chiroptères durant les nuits actives. De manière arbitraire, des classes de niveau d'intensité sont établies en fonction de ce nombre de contacts. Chaque colonne mensuelle de l'histogramme affiche la proportion de nuits appartenant à telle ou telle classe d'intensité journalière.

2 - Les profils d'activité journalière moyenne

L'activité est aussi analysée à travers la répartition des contacts au cours de la nuit. La durée de la nuit est découpée en classe de 5% de durée. À l'intérieur de chaque classe, le nombre moyen de contacts est calculé.

Les profils qui apparaissent pour chaque mois de l'année permettent d'identifier :

- Des émergences précoces (quelques minutes après le lever du soleil ou un peu avant) ;
- Une activité tardive (quelques minutes avant le lever du soleil) ;
- Une répartition de l'activité au cours de la nuit, qui peut être continue, régulière, irrégulière, ponctuelle, etc. ;
- Des pics d'activité ponctuels.

3 - Comportement des Chiroptères en fonction des facteurs physiques

La quantité de données d'activité est trop faible par rapport au grand nombre de données décrivant l'évolution des facteurs physiques pour que les distributions soient analysées à l'échelle de l'espèce. Par ailleurs, le bridage doit prendre en compte l'ensemble des espèces. Par conséquent, les données retenues sont les nombres de contacts pour toutes les espèces confondues, pour les Pipistrelloïdes et pour les Nyctaloïdes.

Les données d'activité (contacts) et les données des facteurs retenus (vitesse de vent, de température, de durée de nuit écoulée) sont compilées par classe horaire de 10 minutes.

Les données des différents facteurs sont classées de la manière suivante :

- Classes de 0,5 à 1 m/s pour la vitesse du vent ;
- Classes de 0,5 à 1°C pour la température ;
- Classes d'une heure pour la durée de la nuit écoulée.

4 - Détermination des seuils au-dessus ou au-dessous desquels 90% des contacts sont isolés

La notion de 90% des contacts contenu en-deçà ou au-delà d'un seuil prépare à la détermination éventuelle d'un pattern de régulation. En effet, le bureau d'études O-GEO applique dans un premier temps une règle d'évitement de 90% de l'activité, plus précisément des contacts, pour identifier les premiers seuils du pattern de régulation (vitesse de vent, température, durée de la nuit écoulée).

Ce seuil, à 90% d'activité évitée, est mesuré pour la vitesse du vent, la température et la durée de la nuit, durant les différents mois de l'année où les Chiroptères sont actifs.

5 - Notion d'activité résiduelle

Notion développée par le bureau d'études O-GEO, l'activité résiduelle est l'activité qui n'est pas évitée par le fonctionnement de l'éolienne.

Cette activité résiduelle peut de se décliner en :

- Nombre de contacts résiduels sur l'année ;
- Nombre ou proportions de nuits avec de l'activité résiduelle, aussi nommées nuits résiduelles ;
- Nombre de contacts résiduels par nuit.

Cette activité résiduelle est identifiée à partir de tableau de valeur mais aussi grâce à des graphiques de profil annuel d'activité résiduelle. Ces derniers sont ainsi confrontés aux profils annuels d'activité mesurée initialement.

L'activité résiduelle est mesurée à l'issue :

- Du simple fonctionnement du parc éolien ;
- D'une simulation de l'arrêt de l'éolienne en fonction du pattern de régulation défini ;
- De l'arrêt réel de l'éolienne soumis à un bridage.

L'analyse de l'activité résiduelle permet de mieux appréhender le risque de mortalité durant le fonctionnement de l'éolienne.

III - ÉLABORATION D'UN PATTERN DE RÉGULATION

Le pattern de régulation est élaboré au croisement de deux analyses :

- L'analyse des seuils cumulant 90% de l'activité :
 - Seuil de vitesse de vent ;
 - Seuil de température ;
 - Seuil de durée de nuit écoulée depuis le coucher du soleil ;
- L'analyse du profil annuel d'activité résiduelle simulée.

L'analyse du profil annuel d'activité résiduelle simulée apporte une lecture du risque de mortalité en affichant les proportions de nuit avec de l'activité résiduelle et l'intensité journalière. Cette analyse permet de valider ou d'ajuster au besoin les seuils, en les intensifiant ou en les assouplissant.

En effet, pour des cas où l'activité est limitée, un seuil cumulant 90% de l'activité peut s'avérer inutilement élevé au regard du risque envisagé. À l'inverse sur des périodes de forte activité, particulièrement entre les mois de juillet et d'octobre, l'activité résiduelle peut-être trop importante et peut ainsi évoquer un risque de mortalité conséquent. Ainsi les seuils sont intensifiés de manière à couvrir un taux d'activité supérieur à 90%.

Cette approche itérative permet d'ajuster un pattern de régulation de manière à limiter le risque de mortalité en fonction du comportement des Chiroptères.

Elle produit ainsi des patterns ajustés aux différentes périodes de l'année et ajustés au site étudié.

IV - FRÉQUENTATION DES CHIROPTÈRES AU SOL

A - Complément d'étude

À l'issue des premières analyses de séquences de Chiroptères à hauteur de rotor, la part de parasites dans les séquences enregistrées était très importante et les séquences générées par les Chiroptères étaient en nombre limité.

Devant la forte influence d'enregistrements parasites malgré l'application d'un système antiparasite, les premiers résultats interrogeaient sur la capacité à détecter les Chiroptères.

Pour avoir un éclairage sur le sujet, le bureau d'études O-GEO a organisé, à son initiative, une campagne de mesure durant 6 nuits consécutives, en septembre, au pied de l'éolienne de E2 (batcorder installé au-dessus du capot de ventilation à 4 m de haut). Il est disposé pour ne capturer que les signaux émis au niveau ou au-dessus de celui-ci mais pas en-dessous.

Cependant, l'opération n'a pu être réalisée que début septembre. La pression des enregistrements parasites s'avèrera moins importante à l'issue des analyses réalisées plus tardivement (20 561 du 24/05/2020 au 01/07/2020), 8 602 séquences du 02/07/2020 au 03/09/2020).

B - Sessions

L'équipement a été installé le 09 septembre 2020, puis du 11 au 16 septembre 2020. Par conséquent, l'étude de l'activité au sol s'appuie sur 6 sessions et 68 heures d'écoute nocturne, du coucher au lever du soleil (Tableau 2).

Date	Point	DéTECTEUR		Soleil		Durée du fonctionnement*	Durée de la nuit*	Durée de l'écoute nocturne*
		Début	Fin	Coucher	Lever			
09/09/2020	E2	13:30	10:36	20:30	07:38	21,10	11,13	11,13
11/09/2020	E2	20:07	08:10	20:26	07:41	12,05	11,25	11,25
12/09/2020	E2	20:07	08:10	20:24	07:42	12,05	11,30	11,30
13/09/2020	E2	20:07	08:10	20:22	07:44	12,05	11,36	11,36
14/09/2020	E2	20:07	08:10	20:20	07:45	12,05	11,42	11,42
15/09/2020	E2	20:07	08:10	20:18	7:46	12,05	11,47	11,47
Total						81,34	67,93	67,93

*heures décimales

Tableau 2 : durée de l'écoute de l'activité des Chiroptères et de la phase nocturne

C - Matériels d'enregistrement et d'analyse

Ces matériels sont identiques à ceux utilisés dans l'étude de l'activité des Chiroptères à hauteur de rotor (Partie 2 -II -B -2 - page 10).

D - Détermination des taxons et traitement des données

Ces méthodes sont identiques à celles utilisées dans l'étude de l'activité des Chiroptères à hauteur de rotor (Partie 2 -II -C - page 10).

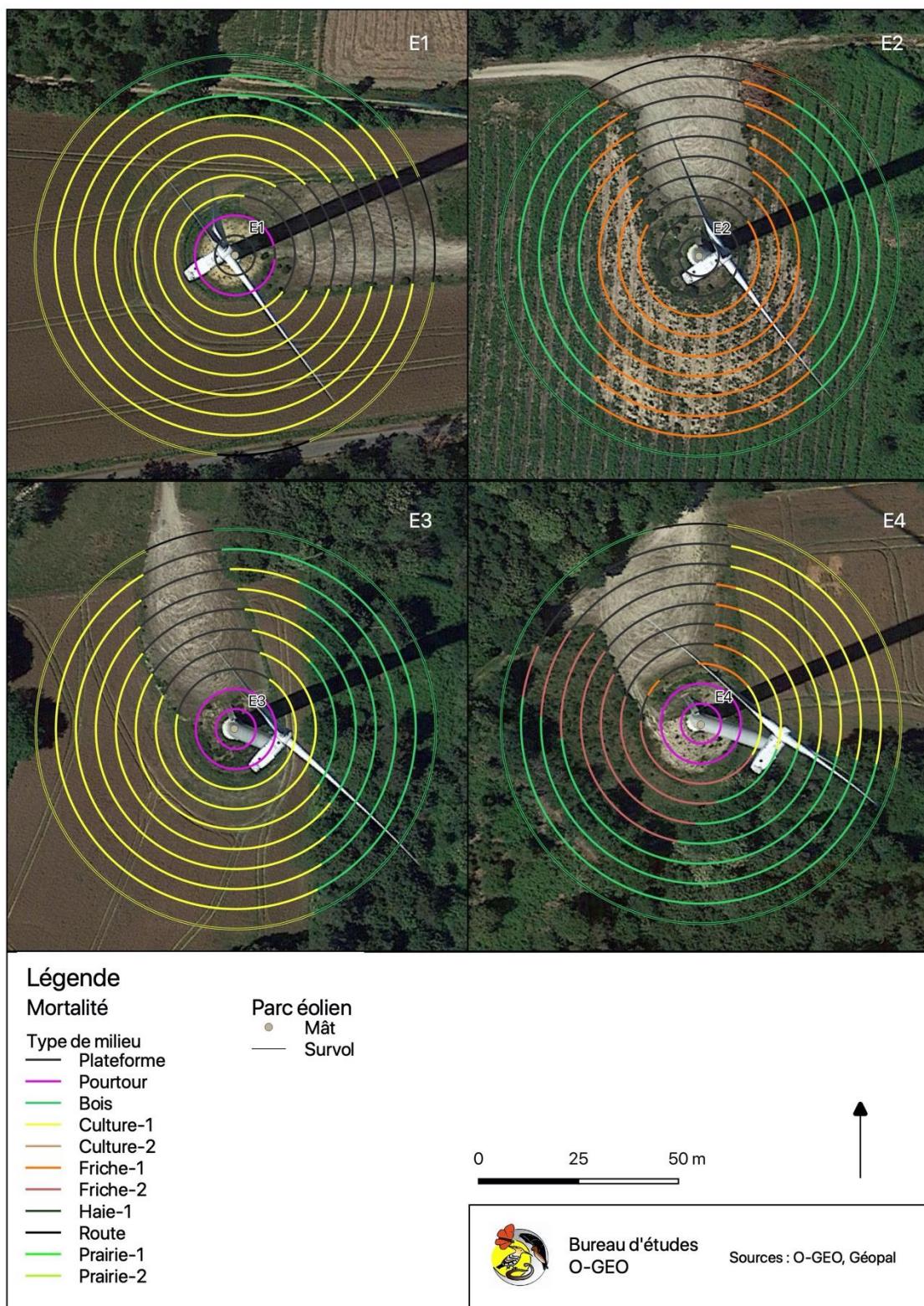
E - Mesure de l'activité

Pour ce travail complémentaire, l'activité est mesurée en fonction du nombre de contacts par nuit par espèce.

VI - SUIVI DE LA MORTALITÉ

A - Aire d'étude

Les cadavres sont recherchés dans un rayon de 50 m autour de l'axe du mât de chaque éolienne, à raison d'un passage circulaire tous les 5 mètres. De cette manière, l'ensemble de la surface survolée par le rotor est contrôlé (Carte 3). Au sein de chaque surface, tous les types de milieux sont répertoriés et numérotés.



Carte 3 : parcours de suivi de la mortalité et milieux concernés

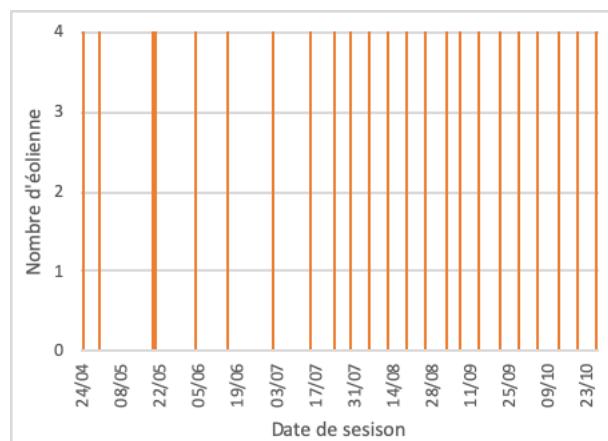
B - Sessions de suivi

Le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres stipule que le suivi doit être réalisé de la semaine 20 (à compter du 11/05/2020) à la semaine 43 (à compter du 23/10/2020) à raison de 20 sessions.

Dans cette étude, le suivi de la mortalité a débuté le 24 avril 2020. Finissant le 27 octobre 2020, il compte 22 sessions et 88 contrôles répartis sur 4 éoliennes (Tableau 3, Graph. 1). Le premier suivi prévu au mois de mai a cependant été effectué le 30 avril 2020, ce qui explique une seule session au mois de mai.

Mois	Date	Observateurs	Éolienne contrôlée
Avril	24/04/2020	Philippe Proux	4
	30/04/2020	Philippe Proux	4
Mai	20/05/2020	Philippe Proux	4
Juin	04/06/2020	Philippe Proux	4
	16/06/2020	Philippe Proux	4
Juillet	02/07/2020	Philippe Proux	4
	16/07/2020	Fanny Coulon	4
	24/07/2020	Fanny Coulon	4
	30/07/2020	Philippe Proux	4
Août	06/08/2020	Philippe Proux	4
	13/08/2020	Philippe Proux	4
	19/08/2020	Philippe Proux	4
	26/08/2020	Philippe Proux	4
Septembre	03/09/2020	Philippe Proux	4
	08/09/2020	Fanny Coulon	4
	14/09/2020	Philippe Proux	4
	22/09/2020	Philippe Proux	4
	29/09/2020	Philippe Proux	4
Octobre	06/10/2020	Philippe Proux	4
	13/10/2020	Philippe Proux	4
	20/10/2020	Philippe Proux	4
	27/10/2020	Philippe Proux	4
Total	22 sessions		88 contrôles

Tableau 3 : sessions de suivi de la mortalité, observateurs et nombre d'éoliennes contrôlées en 2020



Graph. 1 : sessions et nombre de contrôles d'éoliennes par session durant le suivi 2020 du parc éolien

C - Saisie des observations

Pour chaque cadavre inventorié sont saisies les informations suivantes :

- Le numéro attribué au cadavre ;
- La date ;
- L'heure ;
- L'éolienne ;
- L'azimut par rapport à l'axe du mât ;
- La distance à l'axe du mât ;
- Le groupe taxinomique ;
- Le taxon (espèce ou genre) ;
- L'état de conservation : frais, en décomposition, dessiqué ;
- L'intégrité du corps : intact (barotraumatisme), fracturé (collision), présence de plaie (collision), écrasé, etc. ;
- La longueur de l'avant-bras pour les Chiroptères.

Par ailleurs, pour chaque cadavre, a *minima*, une photo du cadavre *in situ*, et une photo du cadavre avec l'éolienne en arrière-plan, sont prises systématiquement.

D - Tests de persistance

1 - Printemps, début de l'été

Sous ou à proximité de chaque éolienne, 10 cadavres (tous espacés de 15 m les uns des autres) sont disposés à travers un maximum de type de couvert végétal. Chaque emplacement est marqué d'un point au sol, décalé d'un mètre sur le côté de manière à faciliter la localisation des cadavres durant les suivis. En effet, en fonction du couvert, le risque de ne pas retrouver un cadavre toujours en place peut être élevé.

La persistance des cadavres est contrôlée régulièrement jusqu'à leur disparition totale (Tableau 4) :

Activité	Sessions
Pose	03/06/2020
Contrôle	04/06/2020
Contrôle	05/06/2020
Contrôle	08/06/2020
Contrôle	09/06/2020
Contrôle	12/06/2020
Contrôle	16/06/2020
Contrôle	25/06/2020
Contrôle	02/07/2020

Tableau 4 : date de contrôle de la persistance des cadavres durant le test printemps, fin de l'été

2 - Fin de l'été, automne

Le protocole est appliqué à l'identique durant cette période, à raison de 10 cadavres posés par éolienne. La persistance des cadavres est contrôlée régulièrement jusqu'à leur disparition totale (Tableau 5) :

Activité	Sessions
Pose	16/09/2019
Contrôle	17/09/2019
Contrôle	18/09/2019
Contrôle	20/09/2019
Contrôle	23/09/2019
Contrôle	25/09/2019
Contrôle	02/10/2019
Contrôle	09/10/2019

Tableau 5 : date de contrôle de la persistance des cadavres durant le test de fin de l'été, automne

3 - Test d'efficacité

Dans la méthode de suivi de la mortalité, développée par le bureau d'études O-GEO, nous attachons une attention particulière à mesurer l'aptitude de l'observateur à découvrir des cadavres.

Nous retenons tout d'abord trois critères :

- Le milieu : culture, prairie, friche, terre labourée, terre roulée, etc. ;
- La hauteur du couvert végétal : 0 m, 0,00 à 0,25 m, 0,25 à 0,50 m, 0,50 à 0,75 m, 0,75 à 1 m, > à 1m ;
- Le taux de couverture : 0%, 0 à 25%, 25 à 50%, 50 à 75%, 75 à 100%, 100%

Puis, la mesure de l'efficacité doit être mesurée pour chaque type de milieu qui se présente durant le suivi, associé à une classe de hauteur de couvert végétal et à une classe de taux de couverture. Des cadavres factices sont disposés au sol en fonction des types de milieu. Le rapport entre le nombre de cadavres factices retrouvés et le nombre déposé apporte le taux d'efficacité.

Ainsi, à chaque session, en fonction de l'évolution du milieu sous l'éolienne, nous nous efforçons de contrôler notre aptitude à découvrir des cadavres. Pour certains types de milieux similaires, dans ce contexte d'étude (comme par exemple la prairie cultivée, la prairie naturelle ou la friche), les indices peuvent être considérés comme équivalents d'un type de milieu à un autre.

Chaque groupe de segments de parcours appartenant à un type de milieu homogène et continu est ainsi renseigné au fur et à mesure du suivi.

Compte-tenu du caractère diffus de ce test à travers les sessions, nous ne répertorions pas les dates au cours desquelles les tests sont effectués.

E - Taux de surface prospectée

Simultanément, en décrivant à chaque session les milieux sous chaque éolienne, nous précisons pour chaque milieu s'il est accessible ou non. De cette manière, nous disposons, pour chaque session, de la proportion de la surface accessible sous les éoliennes.

F - Méthode de calcul du taux de mortalité

À partir du nombre de cadavres trouvés à chaque session, pondéré par le coefficient de disparition, le taux d'efficacité (eux-mêmes modulés en fonction des types de couvert) et le taux de surface prospectée, nous extrapolons pour chaque session un taux de mortalité par éolienne par jour.

En fonction de différents protocoles de calculs, différents taux de mortalité apparaissent. L'ensemble de ces taux est ensuite repris pour donner les limites maximales et minimales du taux de mortalité par éolienne par an.

1 - Protocole de Erickson 2000⁶

La formule de Erickson intègre la durée de la persistance moyenne d'un cadavre.

$$N = (I * C) / (t * D) * S$$

*N : Nombre total de cadavres
I = Durée de l'intervalle en jours
C : Nombre de cadavres trouvés*

*t : durée moyenne de persistance d'un cadavre
D : Efficacité de l'observateur
S : Coefficient de correction surfacique*

2 - Protocole O-GEO

La méthode développée par Laurent GOURET s'appuie sur deux principes :

- Le risque de mortalité est constant entre deux suivis, sur un intervalle de temps et donc à chaque nuit le nombre de cadavre « n » est identique ;
- L'intervalle effectif correspond à la durée maximale de persistance d'un cadavre ;

⁶ERICKSON W., STICKLAND D., JOHNSON G. et KERN W., 2000- Avian and bat mortality associated with the vansycle wind project, umatilla county, oregon 1999 study year.

- La probabilité de persistance se calcule sur la durée de l'intervalle jusqu'à la limite de la durée de l'intervalle effectif.

$$N = ((I * C) / (P * D)) * S$$

$$P = \Sigma (P_i)$$

N : Nombre total de cadavres

I = Durée de l'intervalle en jours

Pi : taux quotidien de disparition à l'intérieur de l'intervalle de temps effectif

C : Nombre de cadavres trouvés

t : durée moyenne de persistance d'un cadavre

D : Efficacité de l'observateur

S : Coefficient de correction surfacique

Dans le cas où l'intervalle de temps I est supérieur à l'intervalle de temps effectif, P est identique au « t » de Erickson (page 19).

3 - Protocole de Jones 2009⁷

JONES et al. (2009) proposent une nouvelle méthode. Celle-ci repose sur plusieurs postulats. D'abord, le taux de mortalité est constant sur l'intervalle, et ensuite, la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative.

Enfin, elle suppose aussi que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle (LPO DROME, 2009)⁸.

$$N = (C / (D * P * \hat{e})) * A$$

$$p = \exp(-0,5 * I/t)$$

$$\hat{e} = \text{Min}(I : \hat{I})/I$$

$$\hat{I} = -\log(0,01)*t$$

N : Nombre total de cadavres

I = Durée de l'intervalle en jours

\hat{I} = Intervalle effectif

Min(I : \hat{I}) = prend la valeur minimale entre I et \hat{I}

\hat{e} = coefficient correcteur de l'intervalle

C : Nombre de cadavres trouvés

t : durée moyenne de persistance d'un cadavre

D : Efficacité de l'observateur

S : Coefficient de correction surfacique

4 - Protocole de Huso 2010⁹

Ces auteurs ajoutent également la notion d'intervalle effectif. En effet, plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. Une carcasse découverte au bout d'un intervalle très long n'est certainement pas morte au début de l'intervalle. Elle est vraisemblablement morte dans « l'intervalle effectif » qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%. Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} (LPO DROME, 2009)⁸.

$$N = (C / (D * P * \hat{e})) * S$$

$$p = (t * (1 - \exp(-I/t))) / I$$

$$\hat{e} = \text{Min}(I : \hat{I})/I$$

$$\hat{I} = -\log(0,01)*t$$

N : Nombre total de cadavres

I = Durée de l'intervalle en jours

\hat{I} = Intervalle effectif

Min(I : \hat{I}) = prend la valeur minimale entre I et \hat{I}

\hat{e} = coefficient correcteur de l'intervalle

C : Nombre de cadavres trouvés

t : durée moyenne de persistance d'un cadavre

D : Efficacité de l'observateur

S : Coefficient de correction surfacique

⁷JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K., et PARSONS K., 2009 – Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain

⁸LPO Drôme, 2010-Suivi de la mortalité des Chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes

⁹HUSO M., 2010 – An estimator of wildlife fatality from observed carcasses

Partie 3 - RÉSULTATS

I - SUIVI DE L'ACTIVITÉ DES CHIROPTÈRES

A - Rappel des résultats de l'état initial réalisé en 2011

1 - Rappel de la méthodologie

Le volet Chiroptères de l'état initial de l'étude d'impact évoque le recours à deux méthodes :

- Le relevé acoustique par utilisation d'un détecteur d'ultrasons ;
- La capture d'individus par la pose de filets verticaux.

Concernant les relevés acoustiques « *deux passages ont été effectués sur le site, de la tombée de la nuit à deux heures du matin. L'appareil utilisé pour cette étude est un détecteur d'ultrasons Bat box D200. Les sorties ont été effectuées entre mai et septembre 2007* ». Les parcours et/ou les points d'écoute, ainsi que les dates de sessions, ne sont pas précisés.

Concernant la capture avec filet, « *les filets sont hissés le long de cannes télescopiques à une hauteur maximale de 7,50 mètres. Ils sont installés avant la nuit et démontés en fin de séance. Les captures commencent peu après le coucher du soleil. Les chauves-souris capturées sont identifiées, sexées, âgées, et leur état sexuel est déterminé* ». Les localisations des poses de filet et les dates de sessions de capture ne sont pas précisées.

2 - Rappel des résultats

Les résultats, sans distinction entre les captures et les relevés acoustiques, précise ce qui suit.

« *Il y a eu très peu de contacts avec des chauves-souris. La majorité des contacts était obtenu près des éléments boisés, les zones ouvertes étant désertées ou uniquement utilisées lors de déplacements rapides d'une zone de chasse à une autre. Une seule espèce a été identifiée, la pipistrelle commune et une autre pipistrelle qui peut être soit la pipistrelle de Kuhl (Pipistrellus Kuhlii), soit la pipistrelle de Nathusius (Pipistrellus nathusii).* »

3 - Conclusion

Les détails des protocoles et des résultats apportés dans le rapport d'étude d'impact ne permettent pas de mesurer les enjeux chiroptérologiques au regard de la problématique éolienne identifiée à ce jour. Cependant, ils apparaissent désormais insuffisants pour évaluer les enjeux et les impacts d'un projet éolien sur les Chiroptères.

B - Résultats du suivi en 2015, 2016 et 2020

1 - Liste d'espèces

En 2020, sur 199 sessions cumulant 2 022 heures d'écoute nocturne sous la nacelle de E2, l'étude s'appuie sur 881 séquences-espèces qui apportent 523 contacts.

Au total, 5 espèces de Chiroptères sont répertoriées (Tableau 6) dont :

- La Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber - 1774) ;
- La Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl - 1817) ;
- La Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri* (Kuhl - 1817) ;
- La Noctule commune *Nyctalus noctula* (Schreber - 1774) ;
- La Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus* (Schreber - 1774).

Les espèces de Pipistrelles et de Noctules avaient été contactées durant les suivis menés en 2015 et 2016. La Barbastelle d'Europe n'avait pas été répertoriée auparavant.

Par contre des espèces plus rarement contactées en 2015 et 2016 ne sont pas recontactées : la Pipistrelle de Nathusius, la Sérotine commune et la probable Sérotine bicolore.

Période	Année	2015	2016	2020									Total
		25/06-31/10	13/06-30/10	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre		
Nom vernaculaire	Session	195	229	7	31	30	31	31	30	31	8	199	
Pipistrelle commune		3806	898	1		9	23	19	89	7		148	
Pipistrelle de Kuhl		168	897	5			18	35	52			110	
Pipistrelle de Nathusius		6	164										
Pipistrelle indéterminée		6											
Sérotine commune			26										
Sérotine bicolore			1										
Noctule commune		54	351			1	45	122	73			241	
Noctule de Leisler		10	33					2	15	2		19	
Noctule ind. / Sérotine commune		16	1										
Barbastelle d'Europe									5			5	
Total général		4066	2371	6	0	10	86	178	234	9	0	523	

Tableau 6 : nombre de contacts par espèce de Chiroptères et par période

Pour rappel, le seuil de déclenchement des enregistrements d'émissions ultrasonores de Chiroptères était de -27 dB en 2015. Il a été augmenté à -30 dB en 2016 et 2020 afin d'augmenter la collecte de données. Au-delà de ce seuil, des émissions parasites produites par l'éolienne perturbent l'étude. Au cours de l'année 2020, les parasites ont fortement perturbé les relevés. En effet, au total, 34 050 séquences ont été enregistrées sous E2, malgré le dispositif automatique de filtre des parasites.

2 - Analyse de l'activité à hauteur de rotor

a - Le peuplement

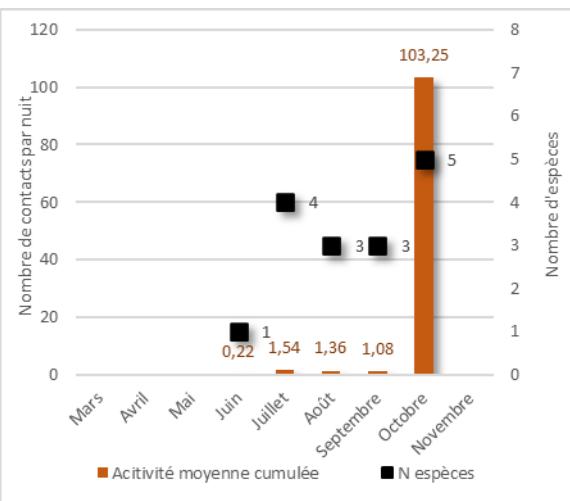
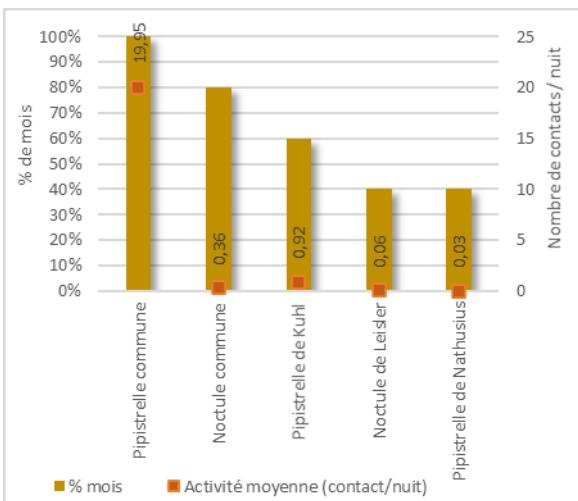
En 2020, la Pipistrelle commune est l'espèce la plus couramment contactée (Graph. 6). C'est aussi le cas en 2015 et 2016 (Graph. 2, Graph. 4). La proportion de nuit est plus faible en 2020 par rapport aux années précédentes. Cependant en 2015, le relevé avait débuté à la fin du mois de juin, l'espèce pouvant être absente ou moins active en mars et mai. Son niveau d'activité moyen par nuit est nettement plus faible en 2020. Cependant, la représentativité de cet indice est limitée. En effet, en 2015 une seule nuit a généré 2087 contacts, trois autres entre 170 et 463 et les autres nuits d'activité entre 1 et 2 contacts. En 2016, ce phénomène n'est pas réapparu, une seule nuit a 470 contacts mais les nuits d'activité varient entre 1 et 63 contacts. En 2020, les nuits comptent entre 1 et 55 contacts sans pic d'activité.

D'une année sur l'autre, la Noctule commune et la Pipistrelle de Kuhl affichent un niveau de fréquentation similaire, inférieur à celui de la Pipistrelle commune. Leur niveau moyen d'activité évolue entre 0,5 et 3,4 contacts par nuit (c/n) pour la Pipistrelle de Kuhl et 0,4 et 1,3 c/n pour la Noctule commune. En 2020, ces niveaux sont inférieurs par rapport à 2016.

La Noctule de Leisler est un peu moins fréquente avec un niveau d'activité moyen plus faible entre 0,06 et 0,12 c/n. En 2020, ce niveau est inférieur par rapport à 2016.

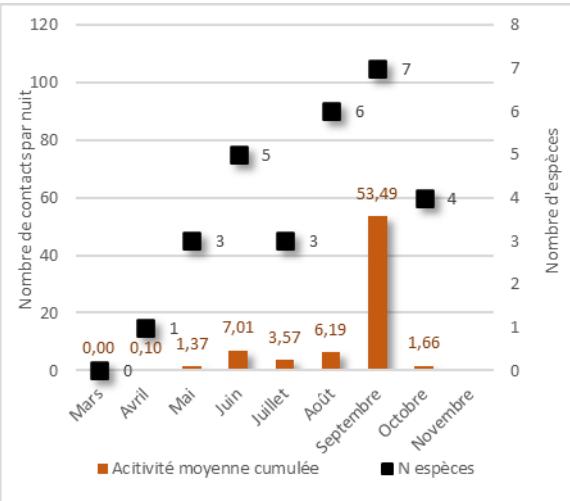
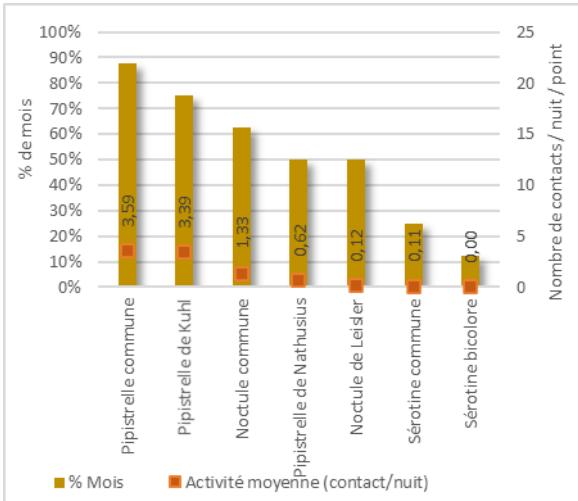
La présence des autres espèces relève de l'anecdote.

Durant les trois années, la diversité augmente du printemps à l'automne, atteignant entre 5 et 7 espèces en septembre ou octobre. Les pics d'activité journalier présents en 2015 et dans une moindre mesure en 2016 influencent fortement les valeurs moyennes des mois de septembre ou d'octobre. En dehors du mois de mai et juin, où l'activité est plus faible en 2020, les niveaux sont équivalents en juillet et août. Les émissions parasites étant plus fortement concentrées jusqu'au mois de juin 2020, il est possible qu'ils perturbent la détection des Chauves-souris.



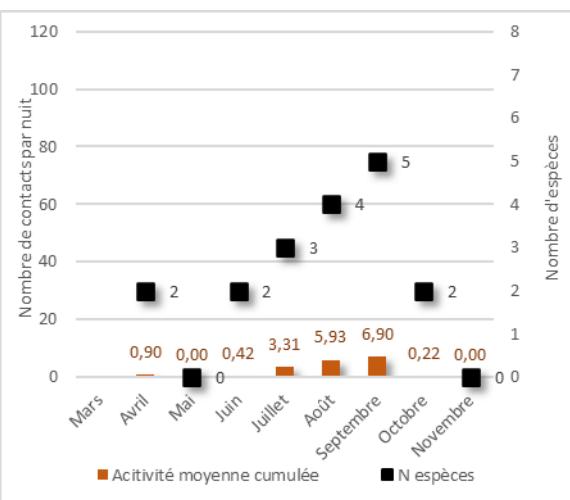
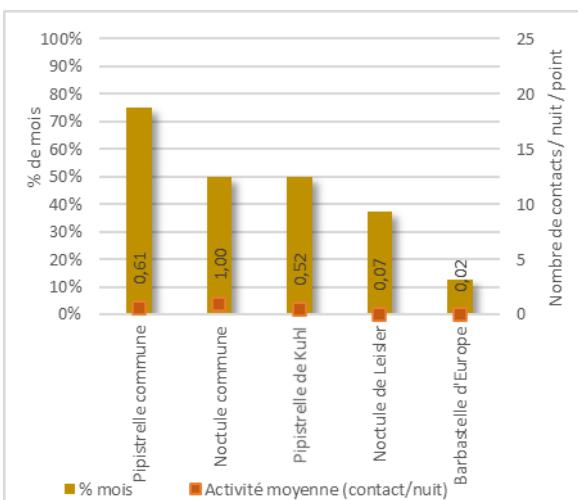
Graph. 2 : évolution de la proportion des mois marqués par de l'activité et nombre moyen de contacts par nuit en 2015

Graph. 3 : nombre d'espèces par mois et nombre moyen de contacts par nuit en 2015



Graph. 4 : évolution de la proportion des mois marqués par de l'activité et nombre moyen de contacts par nuit en 2016

Graph. 5 : nombre d'espèces par mois et nombre moyen de contacts par nuit en 2016



Graph. 6 : évolution de la proportion des mois marqués par de l'activité et nombre moyen de contacts par nuit en 2020

Graph. 7 : nombre d'espèces par mois et nombre moyen de contacts par nuit en 2020

i - Évolution du profil annuel d'activité

Sur les 3 années de suivi, la fréquentation est croissante au cours de l'année jusqu'au début de l'automne. Elle est parfois plus marquée en septembre (2016 et 2020, Graph. 9 et Graph. 10) ou en octobre (Graph. 8).

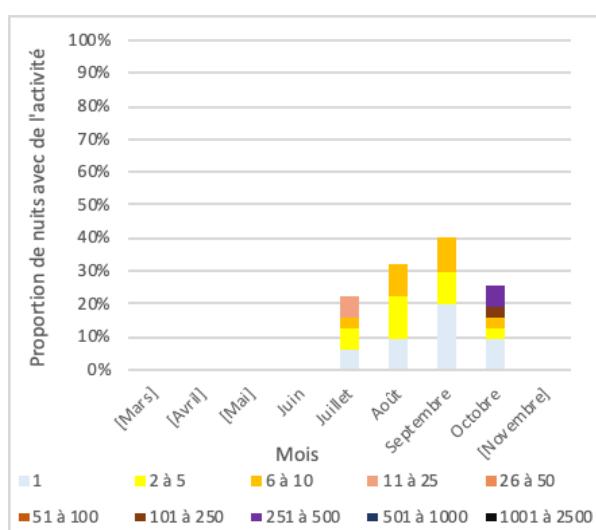
La fréquentation en 2020 est plus faible sur l'ensemble des mois par rapport à l'année 2016. Elle est surtout moins marquée du mois de mai au mois de juillet et au mois d'octobre en 2020.

L'activité des Pipistrelles est à l'origine de cette tendance du peuplement chiroptérologique (Graph. 13 et Graph. 15). Alors que leur fréquentation est similaire entre 23 et 42% des nuits du mois de mai au mois de juin en 2016, elle reste sous les 27% jusqu'au mois d'août et à nouveau au mois d'octobre.

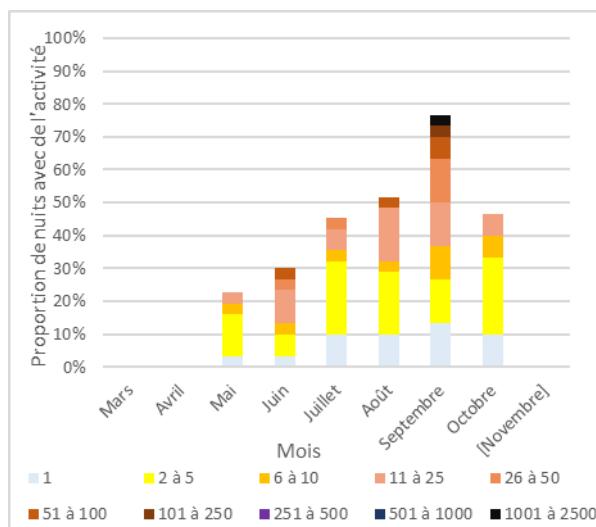
Les Nyctaloïdes par contre, suivent la même évolution mensuelle de la fréquentation en 2016 et 2020, avec un niveau inférieur en août et septembre (Graph. 14 et Graph. 16).

L'activité enregistrée en 2020 est inférieure à celle enregistrée en 2016. Les comparaisons avec l'année 2015 sont limitées car le seuil de déclenchement des enregistrements est alors plus faible.

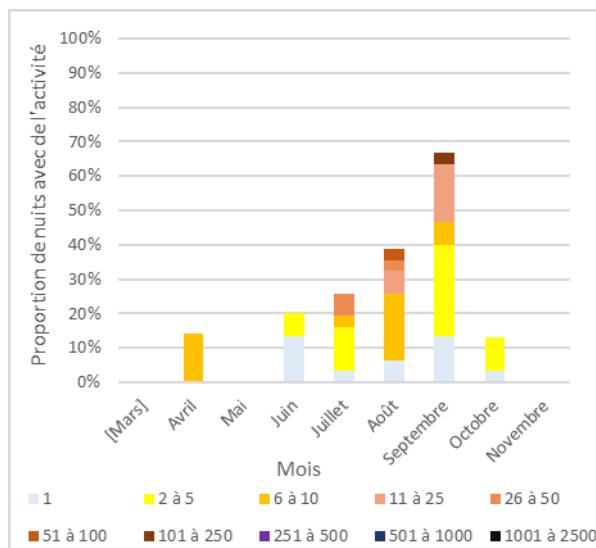
Compte-tenu de la forte perturbation des enregistrements par les parasites jusqu'au mois de juin, leur présence a pu aussi limiter la détection des signaux, exclues par le filtre antiparasites.



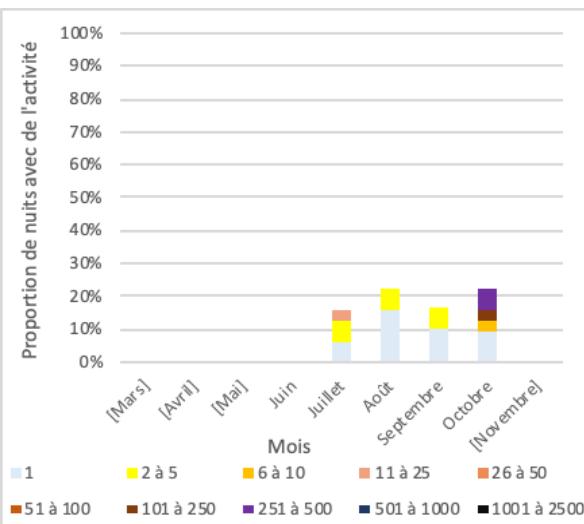
Graph. 8 : profil annuel de l'activité des Chiroptères en 2015



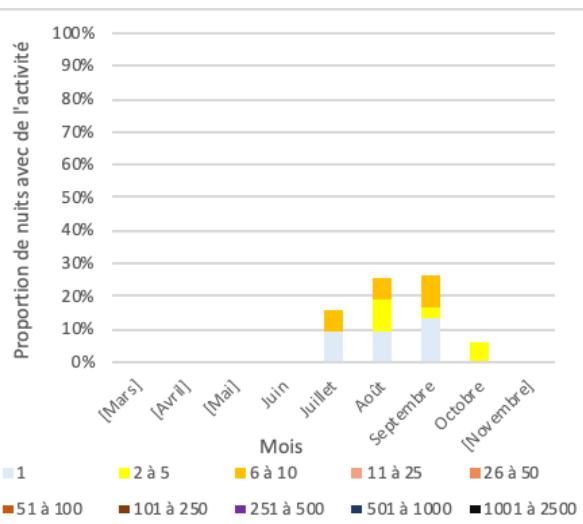
Graph. 9 : profil annuel de l'activité des Chiroptères en 2016



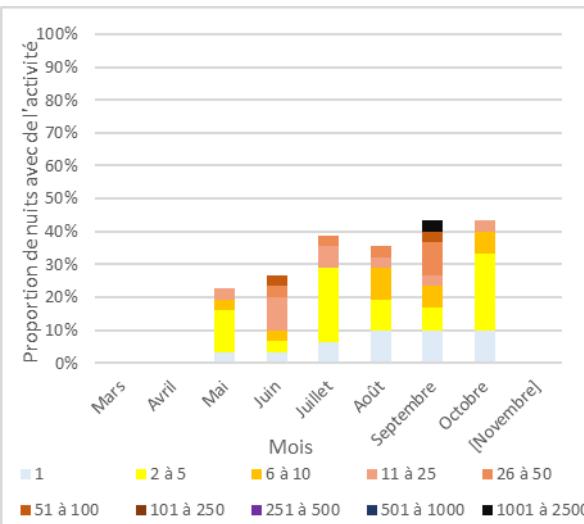
Graph. 10 : profil annuel d'activité des Chiroptères en 2020



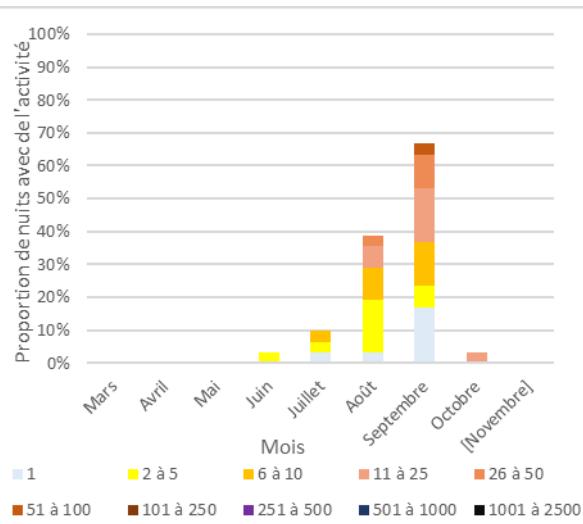
Graph. 11 : profil annuel de l'activité des Pipistrelles en 2015



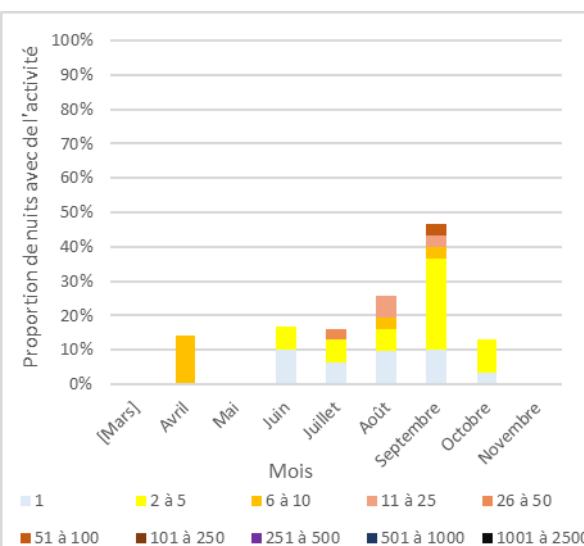
Graph. 12 : profil annuel de l'activité des Nyctaloïdes en 2015



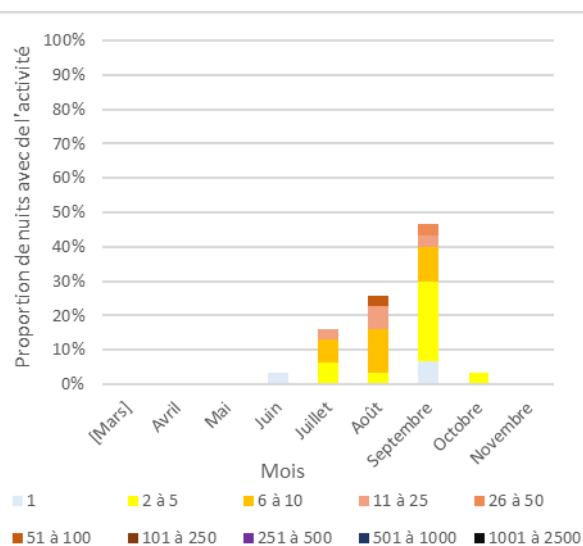
Graph. 13 : profil annuel de l'activité des Pipistrelles en 2016



Graph. 14 : profil annuel de l'activité des Nyctaloïdes en 2016



Graph. 15 : profil annuel d'activité des Pipistrelles en 2020



Graph. 16 : profil annuel de l'activité des Nyctaloïdes en 2020

ii - Risque de mortalité

L'analyse du profil annuel d'activité rend tangible le risque de mortalité. Plus la proportion de nuits actives est importante, plus le risque de mortalité durant ce mois s'accentue, d'autant plus quand cette proportion se compose de nuits à grand nombre de contacts.

Aussi, le risque de mortalité est envisagé de manière empirique dans le tableau suivant (Tableau 7). Le risque de mortalité est surtout présent du mois de juillet au mois de septembre, plus faible ou quasi nul en avril, mai, octobre et novembre. Les cas de mortalité peuvent majoritairement apparaître en août et en septembre.

Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Toutes espèces	Faible	Quasi nul	Faible	Faible à moyen	Moyen à fort	Fort	Faible	Quasi nul
Pipistrelles	Faible	Quasi nul	Faible	Faible	Moyen	Fort	Faible	Quasi nul
Nyctaloïdes	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très faible	Quasi nul

Tableau 7 : niveaux de risque de mortalité par groupe d'espèces de Chiroptères et par mois

Ces niveaux empiriques cumulent l'activité de plusieurs espèces. L'analyse peut être reproduite pour chaque espèce.

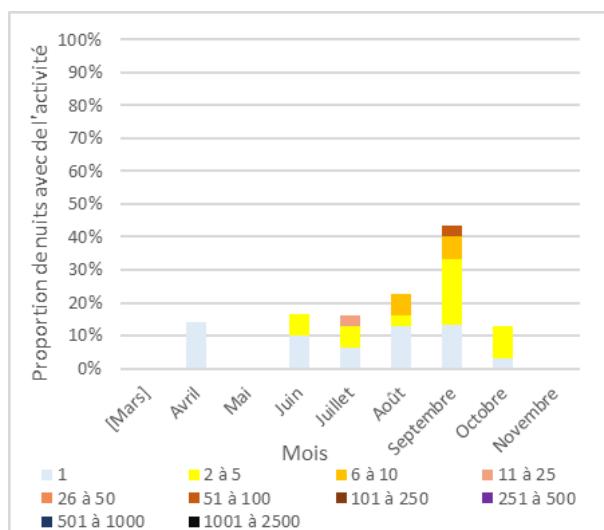
b - La Pipistrelle commune

i - Profil annuel 2020

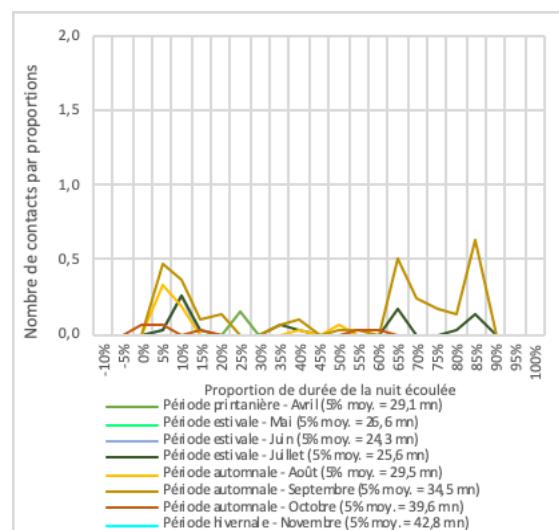
La fréquentation de la Pipistrelle commune est relativement constante et faible durant les mois d'avril, juin, juillet, août et octobre, active durant 16 à 23% des nuits (Graph. 17). Le nombre de contacts reste majoritairement faible. En septembre, la Pipistrelle commune est plus fréquente, présente dans 43% des nuits. Une nuit plus active est identifiée le 14 septembre avec 55 contacts.

ii - Profil journalier 2020

Son activité très faible est plutôt régulière durant toute la nuit en septembre, concentrée en début et fin de nuit (Graph. 18). Son activité est ponctuelle durant les mois de juillet, août et octobre et anecdotique en avril et juin.



Graph. 17 : profil annuel d'activité de la Pipistrelle commune en 2020



Graph. 18 : profil journalier moyen d'activité de la Pipistrelle commune en 2020

iii - Risque de mortalité 2020

Le risque de mortalité est envisageable mais à un niveau faible du mois de juin au mois d'octobre, excepté en septembre dont le niveau est moyen à fort.

Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Pipistrelle commune	Très faible	Quasi nul	Faible	Faible	Faible à moyen	Moyen à fort	Très faible	Quasi nul

Tableau 8 : niveaux de risque de mortalité de la Pipistrelle commune par mois

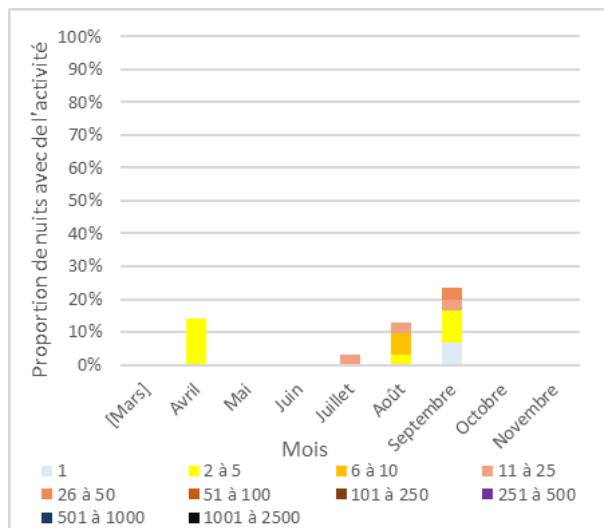
c - La Pipistrelle de Kuhl

i - Profil annuel 2020

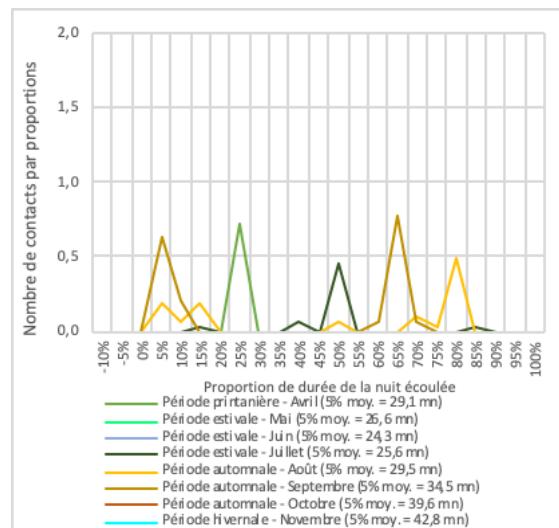
Non contactée en mai, juin et octobre, ses apparitions sont limitées à une nuit en avril et juillet, quatre nuits en août et en septembre (Graph. 19).

ii - Profil journalier moyen 2020

Au cours de la nuit, la présence de la Pipistrelle de Kuhl est ponctuelle au moins de juillet, août et septembre, plus marquée en milieux de nuit au mois de juillet, et en début et fin de nuit en août et en septembre (Graph. 20).



Graph. 19 : profil annuel d'activité de la Pipistrelle de Kuhl en 2020



Graph. 20 : profil journalier moyen d'activité de la Pipistrelle de Kuhl en 2020

iii - Risque de mortalité 2020

Le risque de mortalité est évalué comme possible mais faible en avril et en août, faible à moyen en septembre, quasi nul le reste de l'année.

Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Faible à moyen	Quasi nul	Quasi nul

Tableau 9 : niveaux de risque de mortalité de la Pipistrelle de Kuhl par mois

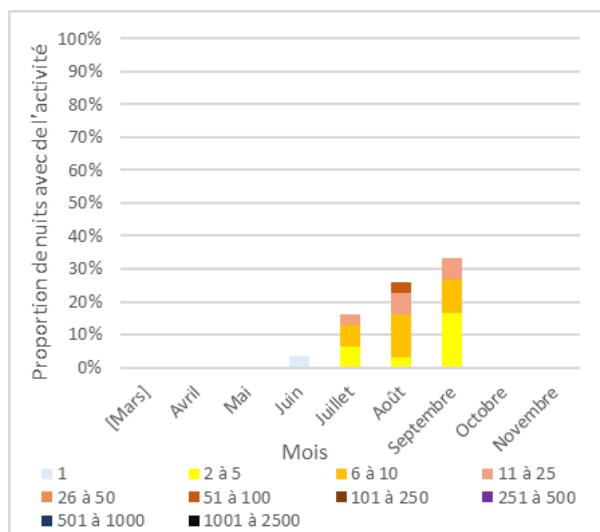
d - La Noctule commune

i - Profil annuel 2020

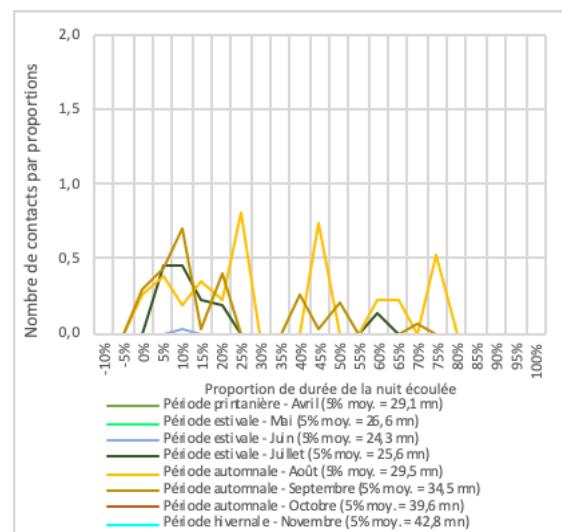
La Noctule commune présente une fréquentation faible, comprise entre 3 et 16% des nuits, durant les mois de juin et juillet (Graph. 21). Ses apparitions sont plus fréquentes au mois d'août avec plus de contacts par nuit particulièrement la nuit du 12 août qui compte 60 contacts. En septembre, la fréquentation de la Noctule commune est la plus élevée, cumulant 33% des nuits. Le nombre de contacts reste inférieur à 25 c/n.

ii - Profil journalier moyen 2020

Son activité très faible est plutôt régulière durant toute la nuit en août et en septembre, concentrée en milieu de nuit en août et en début de nuit en septembre (Graph. 22). Son activité est ponctuelle durant le mois de juillet et anecdotique en juin.



Graph. 21 : profil annuel d'activité de la Noctule commune en 2020



Graph. 22 : profil journalier moyen d'activité de la Noctule commune en 2020

iii - Risque de mortalité 2020

Le risque de mortalité est considéré comme faible à moyen au mois d'août et moyen au mois de septembre. Il est faible en juillet et très faible ou quasi nul le reste de l'année.

Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Noctule commune	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Faible à moyen	Moyen	Quasi nul	Quasi nul

Tableau 10 : niveaux de risque de mortalité de la Noctule commune par mois

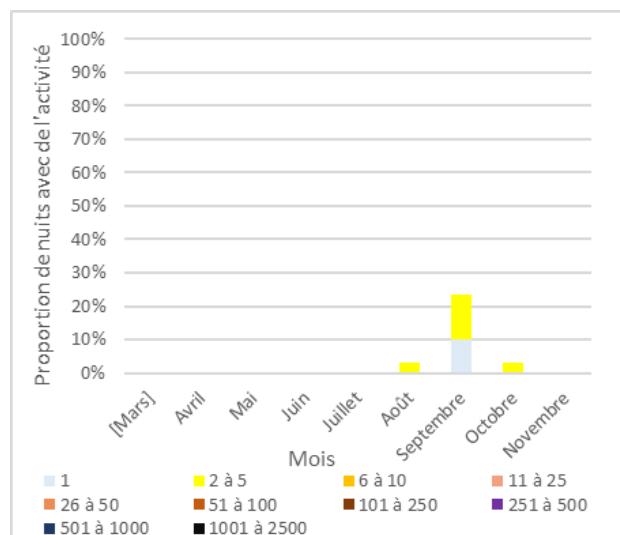
e - La Noctule de Leisler

i - Profil annuel 2020

La Noctule de Leisler apparaît au cours d'une nuit au mois d'août et octobre. (Graph. 23). Sa fréquentation est plus importante en septembre bien que peu élevée. Elle apparaît au cours de 7 nuits mais de manière très ponctuelle.

ii - Profil journalier moyen 2020

Sa présence anecdotique ne permet pas de générer de profil journalier moyen.



Graph. 23 : profil annuel d'activité de la Noctule de Leisler en 2020

iii - Risque de mortalité 2020

Sa présence anecdotique évoque un risque de niveau faible à moyen en septembre, très faible ou quasi nul le reste de l'année.

Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Noctule de Leisler	Quasi nul	Quasi nul	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible à moyen	Très faible	Quasi nul

Tableau 11 : niveaux de risque de mortalité de la Noctule Leisler par mois

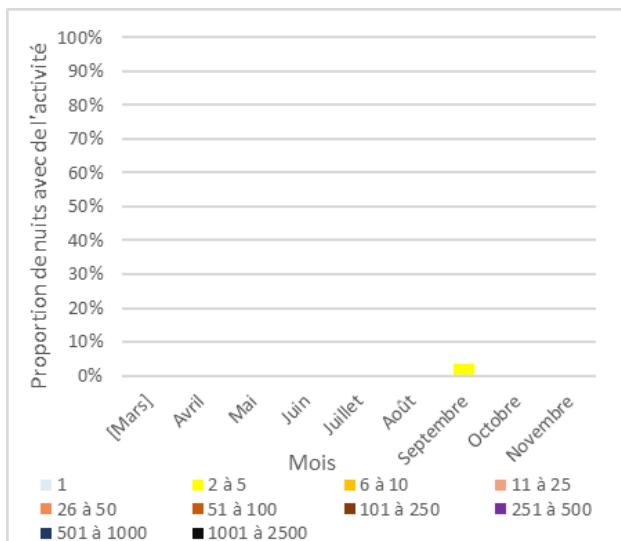
f - La Barbastelle d'Europe

i - Profil annuel 2020

La Barbastelle d'Europe apparaît au cours d'une nuit au mois de septembre (Graph. 24). Sa présence est anecdotique.

ii - Profil journalier moyen 2020

Sa présence anecdotique ne permet pas de générer de profil journalier moyen.



Graph. 24 : profil annuel d'activité de la Barbastelle d'Europe en 2020

iii - Risque de mortalité 2020

Sa présence anecdotique évoque un risque de mortalité quasi nul.

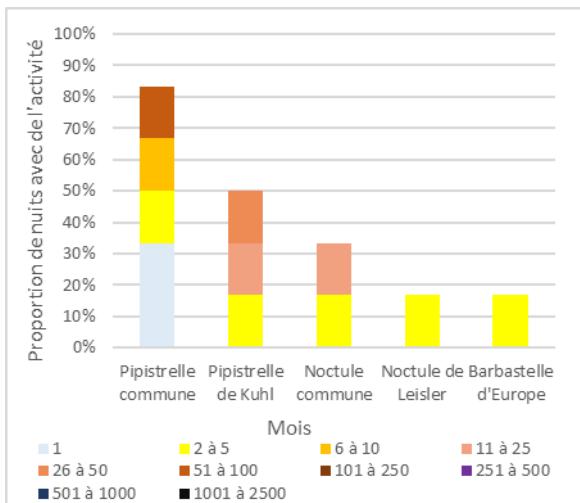
Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Barbastelle d'Europe	Quasi nul	Très faible	Très faible	Quasi nul				

Tableau 12 : niveaux de risque de mortalité de la Barbastelle d'europe par mois

3 - Comparaison avec l'activité mesurée au sol (étude complémentaire)

Devant la forte influence d'enregistrements parasites malgré l'application d'un système antiparasite, les premiers résultats interrogeaient sur la fréquentation réelle des Chiroptères.

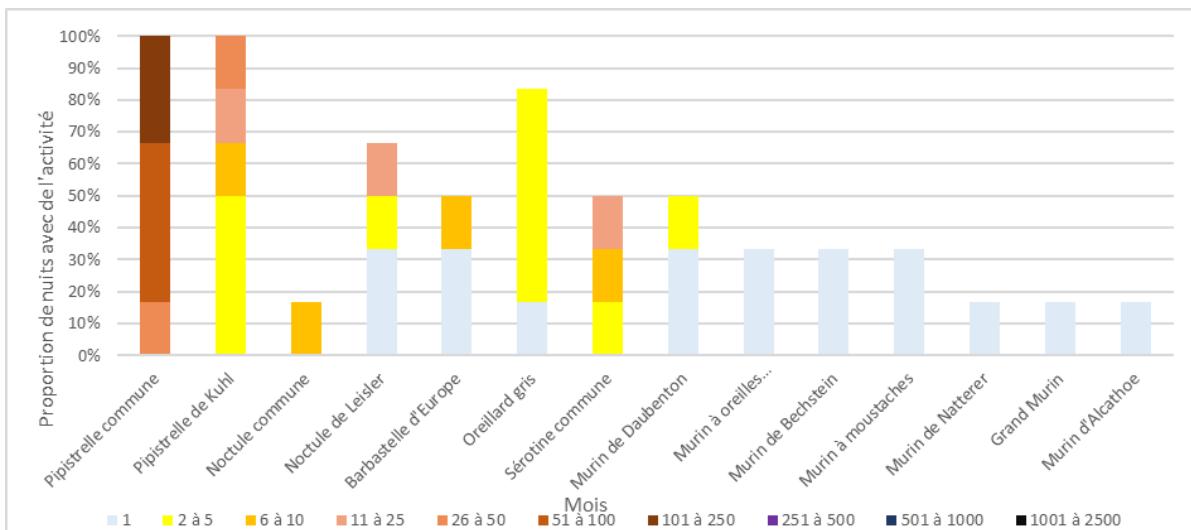
Pour avoir un éclairage sur le sujet, le bureau d'études O-GEO a organisé à son initiative une campagne de mesure durant 6 nuits consécutives au pied de l'éolienne E2 (batcorder installé au-dessus du capot de ventilation à 4 m de haut). Il est disposé pour ne capturer que les signaux émis en face ou au-dessus de celui-ci mais pas en-dessous.



Graph. 25 : évolution de l'activité des Chiroptères sous la nacelle de E2 entre le 09/10/2020 et le 15/10/2020

Les deux graphiques (Graph. 25 et Graph. 26) permettent de comparer durant la même période, entre le 09/10/2020 et le 15/10/2020, la fréquentation des Chiroptères au pied de E2 (4 m au-dessus du sol) et sous la nacelle (100 m au-dessus du sol).

Le cortège d'espèces est nettement plus riche au sol (14 espèces au sol contre 5 en hauteur). Cette diversité témoigne de l'attractivité des milieux environnant l'éolienne E2.



Graph. 26: évolution de l'activité des Chiroptères entre le 09/10/2020 et le 15/10/2020 à 4 m au-dessus du sol au pied de E2

La fréquentation captée sous la nacelle est plus importante, pour la majorité des espèces, qu'à hauteur de rotor. Les Pipistrelles sont présentes toutes les nuits, jusqu'à 101 à 250 c/n pour la Pipistrelle commune et 26 à 50 c/n pour la Pipistrelle de Kuhl. La Noctule de Leisler et le Barbastelle d'Europe aussi. Seule la Noctule commune est captée deux nuits sous la nacelle et une nuit au sol. L'Oreillard gris, la Sérotine commune et le Murin de Daubenton apparaissent au moins durant la moitié des nuits, la Sérotine commune affichant une activité plus importante, entre 11 et 25 contacts. Les autres espèces appartiennent au genre *Myotis*, les Murins (le Murin à oreilles échancrees, le Murin de Bechstein, le Murin à moustaches, le Murin de Natterer, le Grand Murin et le Murin d'Alcathoe).

Malheureusement, la comparaison s'arrête là car le mois de septembre affiche le meilleur niveau de fréquentation à hauteur de rotor. Nous n'avons pas été en mesure de vérifier l'influence des parasites sur les enregistrements pour envisager un impact durant la période d'avril à juin.

4 - Enjeux réglementaires et conservatoires

Toutes les espèces de Chiroptères sont protégées en France. Parmi les 5 espèces enregistrées sous la nacelle, seule la Barbastelle d'Europe est visée par l'annexe II de la Directive Habitat. Les enjeux conservatoires fort, obtenus en fonction du critère de menace en France et en région Bretagne (liste rouge nationale et régionale), concernent 4 espèces : la Noctule commune, la Pipistrelle commune, la Noctule de Leisler et la Barbastelle d'Europe.

Au regard des niveaux de fréquentation, les enjeux chiroptérologiques sont concentrés sur la Noctule commune et la Pipistrelle commune, même s'ils restent modérés par leur faible présence à hauteur du rotor sous E2 (Tableau 13).

NOM VERNACULAIRE	Statut réglementaire	Statut conservatoire				N contacts	Enjeu	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge national	Liste rouge régionale	Déterminante		Réglementaire	Conservatoire
Barbastelle d'Europe	NM2	CDH2	LC	NT	Dét	5	Fort	Fort
Noctule commune	NM2	CDH4	NT	NT	Dét	241	Fort	Fort
Noctule de Leisler	NM2	CDH4	NT	NT	Dét	19	Fort	Fort
Pipistrelle commune	NM2	CDH4	NT	LC		148	Fort	Fort
Pipistrelle de Kuhl	NM2	CDH4	LC	LC		110	Fort	Faible

NM2 : espèce de Mammifère protégée en France, protection s'étendant à l'habitat

CH4 : espèce visée par l'Annexe IV de la Directive Habitats

LC : espèce non menacée, préoccupation mineure

NT : espèce quasi-menacée

VU : espèce menacée vulnérable

DET : espèce déterminante pour la région

* : présence possible

Tableau 13 : statuts de protection et de conservation des espèces de Chiroptères répertoriées dans les cas de mortalité

C - Conclusion

Au total, 5 espèces de Chiroptères sont répertoriées en 2020 sous la nacelle de E2. L'activité est dominée par trois d'entre elles : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule commune. La Noctule de Leisler est peu fréquente. La présence de la Barbastelle d'Europe est considérée comme anecdotique. Le niveau de fréquentation est relativement faible d'avril à juin et en octobre. Elle croît de juillet à septembre.

La comparaison avec les résultats de 2015 et 2016 montre un cortège relativement constant, marqué chaque année par la fréquentation de la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. D'une année sur l'autre, des espèces dont la présence est plus anecdotique apparaissent, comme la Pipistrelle de Nathusius, la Sérotine commune, la Sérotine bicolore et la Barbastelle d'Europe. À protocole strictement équivalent par rapport au réglage des appareils, le niveau de fréquentation des Chiroptères est plus faible en 2020 par rapport à 2016.

Compte-tenu de la forte pression de sons parasites, un risque de perte de vrais signaux est envisagé. Un suivi est donc mené à l'initiative du bureau d'études O-GEO durant 6 nuits consécutives au début du mois de septembre. Il a permis de constater qu'au pied de E2 l'activité est conséquente, avec des niveaux de fréquentation et d'activité nocturne plus importants et une diversité Chiroptérologique plus élevée. Cependant, cette période ne souffre pas autant de la présence de sons parasites que durant celle du mois d'avril au mois de juin. Par conséquent, les résultats ne sont pas suffisamment contrastés pour pouvoir vérifier si la faible fréquentation constatée entre avril et juin est une conséquence d'un problème de détection imputable aux sons parasites émis par l'éolienne.

En l'état, les résultats ne permettent pas de conclure sur l'origine de cette plus faible fréquentation en 2020. Il peut s'agir d'une diminution de la fréquentation de Chiroptères à hauteur de rotor, sans pour autant constater une diminution de l'activité au sol *a priori*. Les variations annuelles de conditions météorologiques peuvent aussi influencer ces variations annuelles de la fréquentation. Enfin, les Chiroptères peuvent aussi d'eux-mêmes varier leur niveau de fréquentation du milieu aérien pour d'autres motifs comme celui de la quête alimentaire.

Au regard des niveaux de fréquentation mesurées par mois sur l'année, le mois de septembre évoque un plus grand risque d'apparition de cas de mortalité (Tableau 14). Il peut générer de la mortalité parmi les Pipistrelles et les Noctules, plus particulièrement chez la Pipistrelle commune et la Noctule commune, dans une moindre mesure chez la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler. Le mois d'août évoque aussi un risque important à l'échelle du peuplement, plus modéré et plus ciblé sur la Pipistrelle commune. Le mois de juillet évoque un risque de mortalité de Chiroptères faible à moyen, associant les niveaux faibles des deux sous-groupes. Les mois de juin et octobre évoquent un risque faible, limité à la Pipistrelle commune, et en juillet à la Noctule commune. Le mois d'avril évoque un risque faible pour la Pipistrelle de Kuhl. Durant les autres mois, le risque de mortalité est soit quasi nul (aucun contact) soit très faible.

Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Toutes espèces	Faible	Quasi nul	Faible	Faible à moyen	Moyen à fort	Fort	Faible	Quasi nul
Pipistrelles	Faible	Quasi nul	Faible	Faible	Moyen	Fort	Faible	Quasi nul
Pipistrelle commune	Très faible	Quasi nul	Faible	Faible	Faible à moyen	Moyen à fort	Très faible	Quasi nul
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Faible à moyen	Quasi nul	Quasi nul
Nyctaloïdes	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très faible	Quasi nul
Noctule commune	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Faible à moyen	Moyen	Quasi nul	Quasi nul
Noctule de Leisler	Quasi nul	Quasi nul	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible à moyen	Très faible	Quasi nul
Autres								
Barbastelle d'Europe	Quasi nul	Quasi nul	Quasi nul	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Très faible	Quasi nul

Tableau 14 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse du comportement des Chiroptères

Ainsi, sans l'application d'un plan de bridage, le parc éolien semble en situation de générer de la mortalité de Chiroptères, particulièrement de Pipistrelle commune et de Noctule commune durant le début de la période automnale, d'août à septembre. La suite de l'étude permettra d'évaluer le niveau d'efficacité du plan de bridage appliqué en 2020.

D - Analyse du comportement en fonction des facteurs météorologiques

1 - La répartition de l'activité en fonction de la vitesse du vent

Sur l'ensemble de l'année, l'activité est mesurée à des vitesses de vent variant entre 2,5 m/s en avril et 7,5 m/s en juin et septembre (Graph. 27). Sur l'année, 90% de contacts sont enregistrés sous une vitesse de vents inférieure ou égale à 4 m/s.

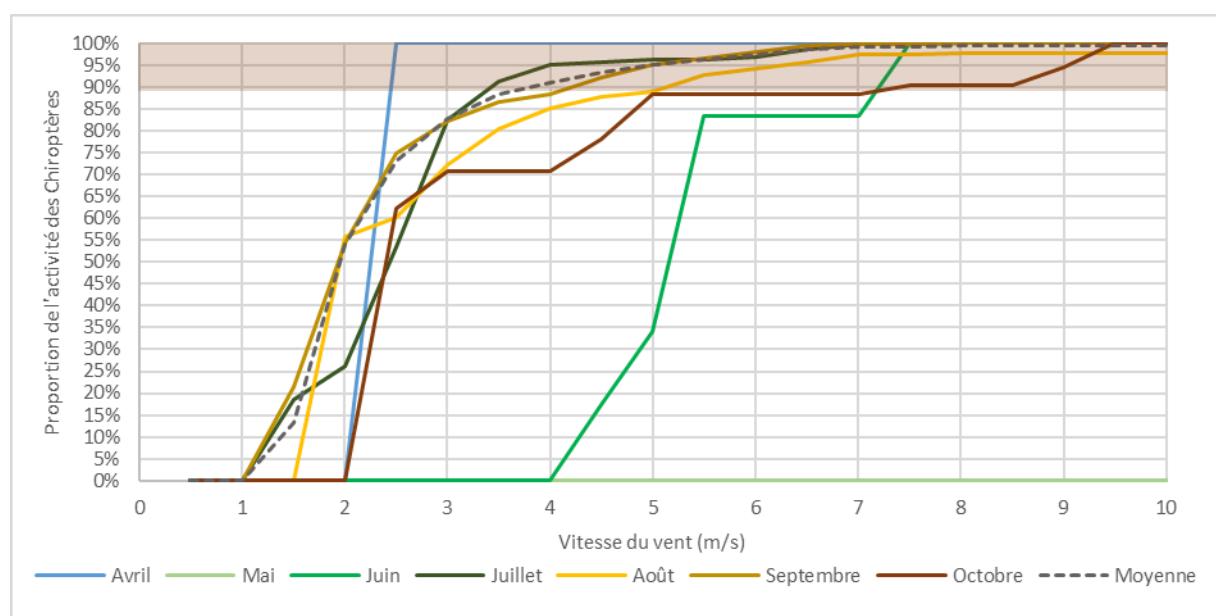
Mois par mois, les 90% des contacts se répartissent sous des vitesses de vents inférieures ou égales à :

- Avril [1] : 2,5 m/s
- Mai : aucune donnée
- Juin : 7,5 m/s ;
- Juillet : 3,5 m/s ;
- Août : 5,5 m/s ;
- Septembre : 4,5 m/s ;
- Octobre [2] : 7,5 m/s.

[1] le mois d'avril ne compte que 6 contacts captés à une vitesse moyenne de 2,5 m/s.

[2] le mois d'octobre compte 9 contacts dont 8 sous les 5 m/s.

Les données sur l'ensemble des mois se concentrent sous les 5,5 m/s.



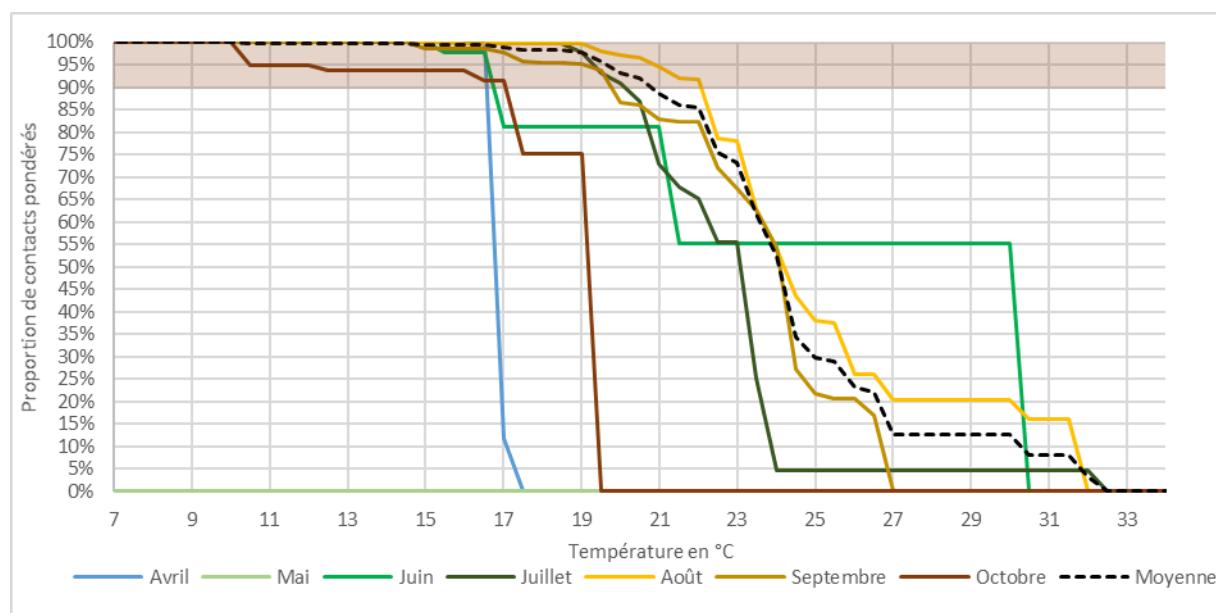
2 - La répartition de l'activité en fonction de la température

Sur l'ensemble de l'année, l'activité est mesurée entre des températures atteignant 10°C en septembre jusqu'à 32°C en août (Graph. 28). Sur l'année 90% de contacts sont enregistrés au-dessus d'une température supérieure ou égale à 21°C.

Mois par mois, les 90% des contacts se répartissent sous des températures supérieures ou égales à :

- Avril : 16,5°C ;
- Mai : aucune donnée
- Juin : 16,5°C ;
- Juillet : 20,0°C ;
- Août : 22,0°C ;
- Septembre : 19,5°C ;
- Octobre : 17,0°C.

Au demeurant, la sonde de température peut être fortement influencée par la chaleur générée à l'intérieur de la nacelle. Ainsi, ces seuils peuvent être supérieurs à la température extérieure, sous la nacelle.



Graph. 28 : répartition des proportions de contacts pondérés en fonction de la température sous E2

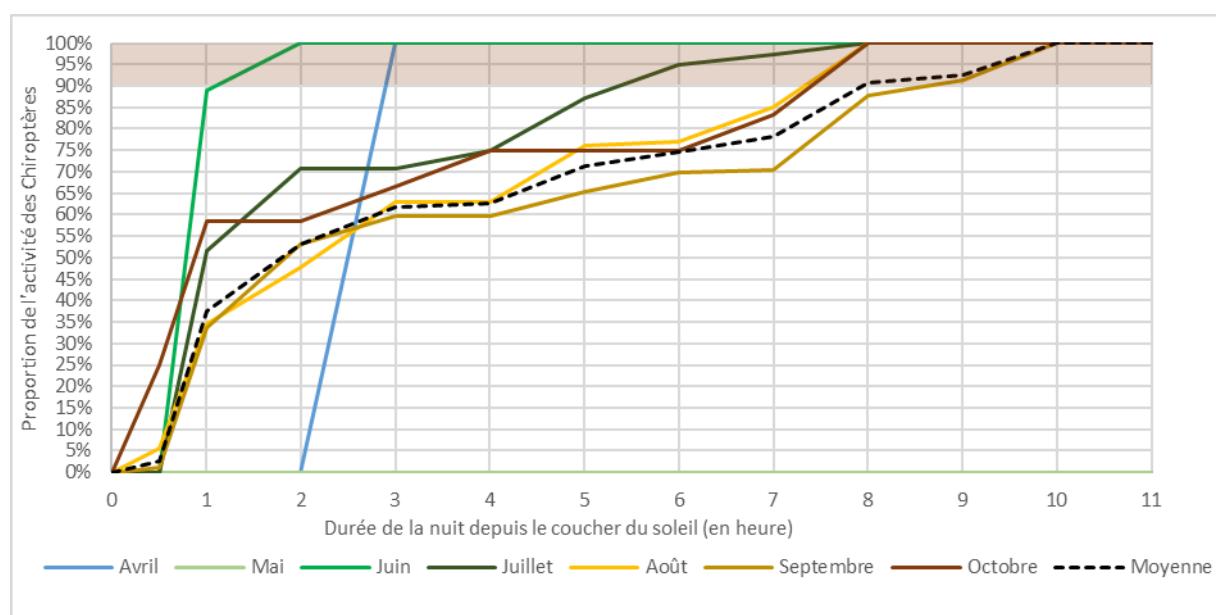
3 - La répartition de l'activité en fonction de la durée de la nuit écoulée

Sur l'ensemble de l'année, comme identifié précédemment, l'activité démarre toujours après le coucher du soleil et se termine toujours avant le lever. Sur l'année, 90% des contacts sont enregistrés entre 7 et 8 heures écoulées, 8 heures fait alors office de durée de référence (Graph. 37).

Mois par mois, les 90% des contacts sont comptabilisés pour des durées inférieures ou égales à :

- Avril : 3 heures ;
- Mai : aucune donnée ;
- Juin : 2 heures ;
- Juillet : 6 heures ;
- Août : 8 heures ;
- Septembre : 9 heures ;
- Octobre : 8 heures.

L'activité se concentre en début de nuit aux mois de juin et d'octobre. Elle se prolonge plus longtemps en juillet, août et septembre.



Graph. 29 : répartition des proportions de contacts pondérés en fonction de la vitesse de vent sous E2

E - Synthèse du comportement des Chiroptères au regard des seuils à 90% d'activité

Le tableau suivant reprend chacun des seuils en fonction des mois concernés par l'activité des Chiroptères (Tableau 15). Le mois de mars n'est pas renseigné car il n'est pas intégré dans le suivi.

Compte-tenu du faible nombre de données contacts, le seuil à 90% de la vitesse de vent du mois de juin est sujet à un biais. S'il atteint 7,5 m/s, pour autant une seule donnée affiche 7,5 m/s, toutes les autres sont sous 5,5 m/s. En moyenne, dans 90% des cas sur l'année la vitesse est inférieure ou égale à 5,5 m/s.

Les seuils de température sont équivalents en avril, juin et octobre supérieure ou égale à 16,5 ou 17°C. Ils sont plus élevés en juillet, août et septembre.

Le seuil de durée écoulée est faible en avril et en juin, indiquant une fréquentation de début de nuit. Il augmente en juillet et est plus long pour les autres mois, évoquant des passages à des heures plus tardives.

Mois	Règle	Vitesse vent (m/s)	Température (°C)	Durée écoulée depuis le coucher du soleil (en heure)
Avril	90%	2,5	16,5	3
Mai	90%	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée
Juin	90%	7,5 (majorité < à 5,5)	16,5	2
Juillet	90%	3,5	20	6
Août	90%	5,5	22	8
Septembre	90%	4,5	19,5	9
Octobre	90%	7,5	17	8
Novembre	0	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée

Tableau 15 : seuils de température, de vitesse de vent et de durée écoulée depuis le coucher du soleil incluant 90% des contacts pour E2

II - L'ACTIVITÉ RÉSIDUELLE DURANT LE FONCTIONNEMENT DE L'ÉOLIENNE

A - Activité résiduelle simulée sans application du pattern de régulation (bridage chiroptères)

Les profils annuels de l'activité des Chiroptères mesurée sous E2 sont repris dans la colonne de gauche de la compilation de graphiques suivante (Graph. 30). Les profils annuels de l'activité résiduelle des Chiroptères durant le fonctionnement simulé de E2 sont présentés dans la colonne de droite de la compilation. En d'autres termes, les graphiques indiquent la fréquentation des Chiroptères durant le fonctionnement des éoliennes, ils ne considèrent pas l'activité enregistrée sous les 3 m/s.

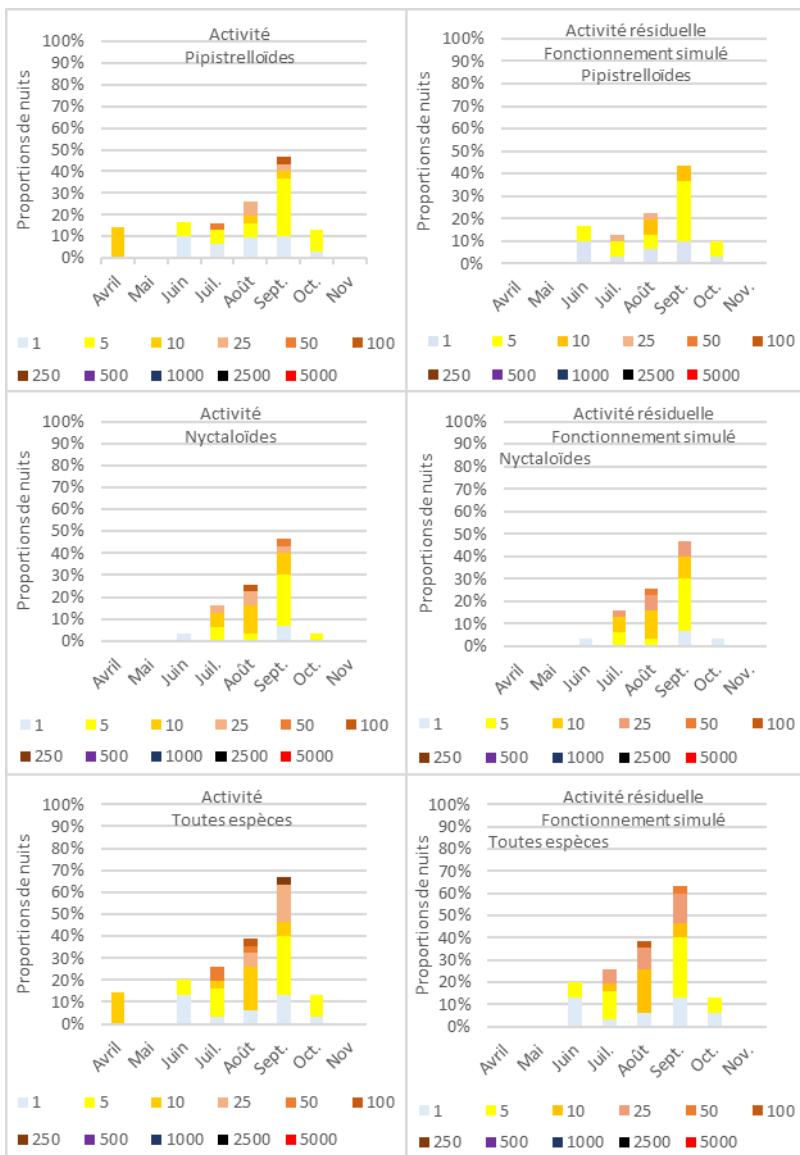
La première ligne s'attache au groupe des Pipistrelles, la seconde ligne au groupe des Noctules, la dernière ligne reprend l'ensemble des espèces de Chiroptères. En restant à ces niveaux taxinomiques, l'analyse de l'activité résiduelle est facilitée.

Concernant les différents groupes d'analyse, les graphiques montrent une disparition des nuits les plus actives, en juillet et septembre pour les Pipistrelles, en août et septembre pour les Nyctaloïdes. L'activité des Pipistrelles au mois d'avril disparaît, enregistrée à des vitesses de vent très faibles.

Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Toutes espèces	Quasi nul	Quasi nul	Faible	Faible à moyen	Moyen à fort	Fort	Faible	Quasi nul
Pipistrelles	Quasi nul	Quasi nul	Faible	Faible	Faible à moyen	Fort	Faible	Quasi nul
Nyctaloïdes	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Faible à moyen	Fort	Très faible	Quasi nul

Tableau 16 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse du comportement des Chiroptères

Ainsi, durant le fonctionnement de l'éolienne, le risque de mortalité se concentre toujours au mois de septembre (Tableau 16). Il s'atténue les autres mois, se maintenant à un niveau faible à moyen pour les sous-groupes, et impliquant un risque moyen à fort toutes espèces de Chiroptères comprises. Au mois de juillet, la mortalité d'un Chiroptère est envisageable, mais reste faible au sein des sous-groupes.



Graph. 30 : compilation de graphiques déclinant l'activité totale et l'activité résiduelle des Chiroptères sous E2 durant son fonctionnement simulé sans application du pattern de régulation

B - Activité résiduelle avec application du pattern de régulation « bridage Chiroptères »

1 - Pattern de régulation

Le pattern de régulation appliquée durant l'année 2020 est précisé ci-dessous (Tableau 17).

Mois	Bridage (Oui/Non)	Vitesse max bridage (arrêt si <=)	Température bridage (arrêt si >=)	Durée bridage depuis le coucher du soleil (heure) (arrêt si <=)
Mars	N			
Avril	O (après le 15/04)	4,0	15,5	2
Mai	O	4,0	16,5	3
Juin	O	4,5	16,0	2
Juillet	O	6,0	18,5	5
Aout	O	6,0	18,0	5
Septembre	O	6,5	15 ,0	8
Octobre	O	6,5	12,5	2
Novembre	N			

Tableau 17 : seuils de bridages modulés chaque mois en fonction du % d'activité évitée par le fonctionnement des éoliennes

Ce pattern de régulation a été élaboré à l'issue de l'analyse de l'activité menée 2016 et décrite dans le rapport de suivi de l'année 2017.

2 - Activité résiduelle à l'issue d'un bridage simulé

Les profils annuels de l'activité des Chiroptères mesurée sous E2 sont repris dans la colonne de gauche de la compilation de graphiques suivante (Graph. 31). Les profils annuels de l'activité résiduelle des Chiroptères durant le fonctionnement simulé de E2 et durant l'application simulée du pattern de régulation sont présentés dans les colonnes de droite de la compilation. En d'autres termes, la dernière colonne de graphiques indique la fréquentation des Chiroptères durant le fonctionnement des éoliennes en dehors des phases de bridage théorique, ils ne considèrent pas l'activité enregistrée durant l'arrêt théorique imputable au bridage.

La première ligne s'attache au groupe des Pipistrelles, la seconde ligne au groupe des Noctules, la dernière ligne reprend l'ensemble des espèces de Chiroptères. En restant à ces niveaux taxinomiques, l'analyse de l'activité résiduelle est facilitée.

Concernant les Pipistrelles, l'activité résiduelle se résume à une fréquentation faible à très faible durant tous les mois d'activité, à raison de 2 à 4 nuits d'activité, avec très majoritairement moins de 5 c/n.

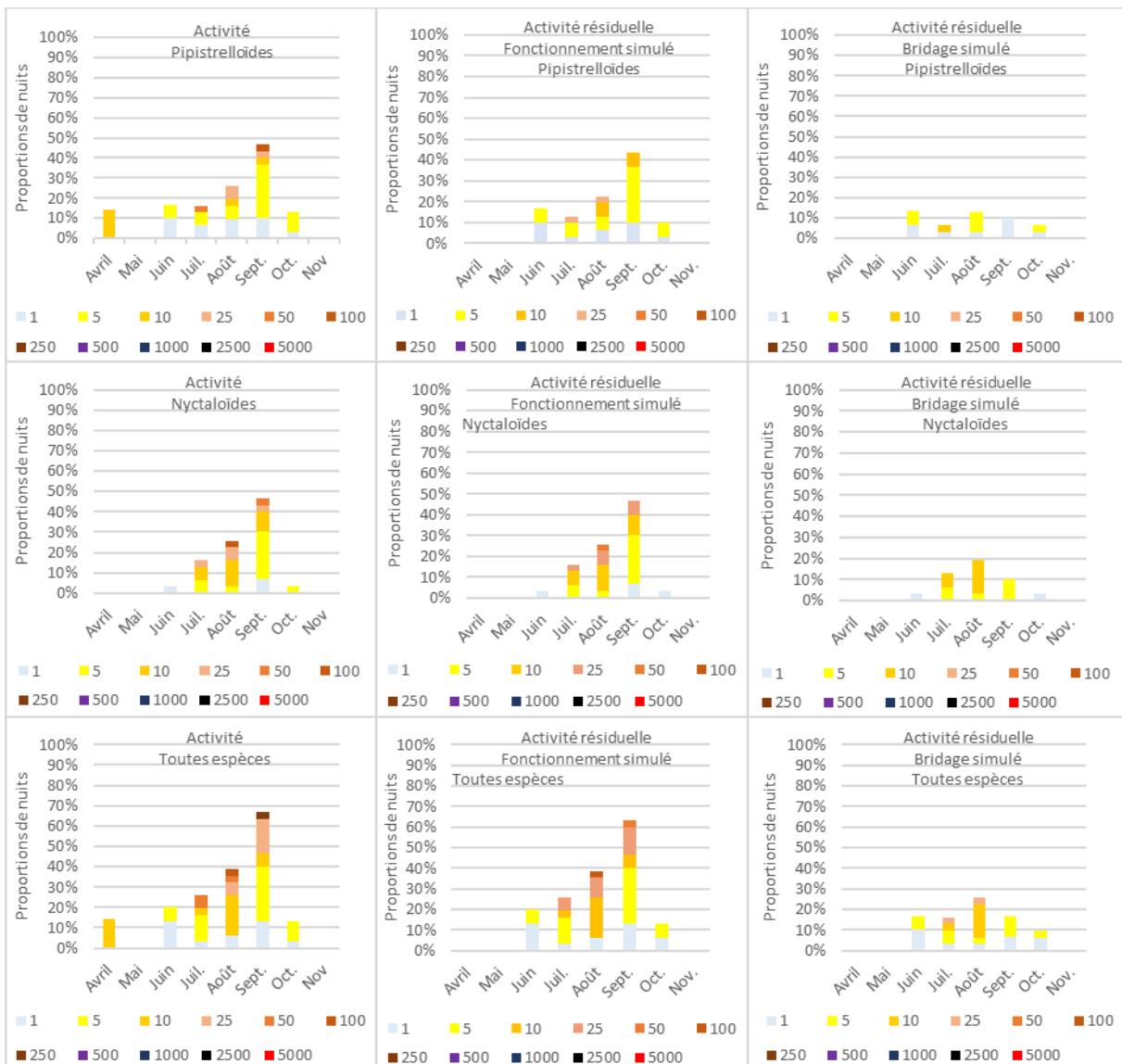
Concernant les Nyctaloïdes, l'activité résiduelle indique une fréquentation faible à très faible en juin, juillet, septembre et octobre, faible en août avec des nuits entre 5 et 10 contacts.

À l'échelle du peuplement, la fréquentation est faible durant les mois de juin, juillet, septembre et octobre, faible à moyenne en août, quasi nulle le reste de l'année.

Espèce	Avril	Mai	Juin	JUILLET	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Toutes espèces	Quasi nul	Quasi nul	Faible	Faible	Faible à moyen	Faible	Faible	Quasi nul
Pipistrelles	Quasi nul	Quasi nul	Faible	Très faible	Faible	Faible	Très faible	Quasi nul
Nyctaloïdes	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Faible	Faible	Très faible	Quasi nul

Tableau 18 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse du comportement des Chiroptères et à l'issue de l'application simulée du « bridage Chiroptères »

Ainsi, sur simulation, à l'issue de l'application du pattern de régulation, le risque de mortalité des Pipistrelles, groupe comptant deux espèces, et le risque de mortalité des Noctules, groupe comptant deux espèces est faible à très faible (Tableau 18). Avec ce niveau d'évitement issu de l'application du pattern de régulation, l'impact sur le bon état de conservation des populations de Chiroptères est considéré comme non significatif.



Graph. 31 : compilation de graphiques déclinant l'activité totale et l'activité résiduelle des Chiroptères sous E2 durant son fonctionnement simulé à l'issue de l'application du pattern de régulation

3 - Activité résiduelle à l'issue du bridage appliqué en 2020

À partir des données de fonctionnement fournies, les phases nocturnes qui ont évité l'activité des Chiroptères sont identifiées.

Les profils annuels de l'activité des Chiroptères mesurée sous E2 sont repris dans la colonne de gauche de la compilation de graphiques suivante (Graph. 32). Les profils annuels de l'activité résiduelle des Chiroptères durant les arrêts simulés de E2 et durant les arrêts réels de E2, imputables au « bridage chiroptères », sont présentés dans les colonnes de droite de la compilation. En d'autres termes, la dernière colonne de graphiques indique la fréquentation des Chiroptères durant le fonctionnement réel des éoliennes en dehors des phases de bridage, ils ne considèrent pas l'activité enregistrée durant l'arrêt réel imputable au bridage.

La première ligne s'attache au groupe des Pipistrelles, la seconde ligne au groupe des Noctules, la dernière ligne reprend l'ensemble des espèces de Chiroptères. En restant à ces niveaux taxinomiques, l'analyse de l'activité résiduelle est facilitée.

Concernant les Pipistrelles, l'activité résiduelle se résume à une fréquentation faible à très faible durant tous les mois d'activité, à raison de 2 à 4 nuits d'activité, avec très majoritairement moins de 5 c/n. Le profil d'activité résiduelle réelle est quasi identique à celui de l'activité résiduelle simulée. Il permet d'éviter au total 89% des contacts des Pipistrelles (Tableau 20).

Concernant les Nyctaloïdes, l'activité résiduelle indique une fréquentation faible à très faible de juin à octobre. Il permet d'éviter au total 85% des contacts des Pipistrelles (Tableau 20).

À l'échelle du peuplement, la fréquentation résiduelle est faible durant tous les mois de l'année. Il permet d'éviter au total 87% des contacts des Pipistrelles (Tableau 20).

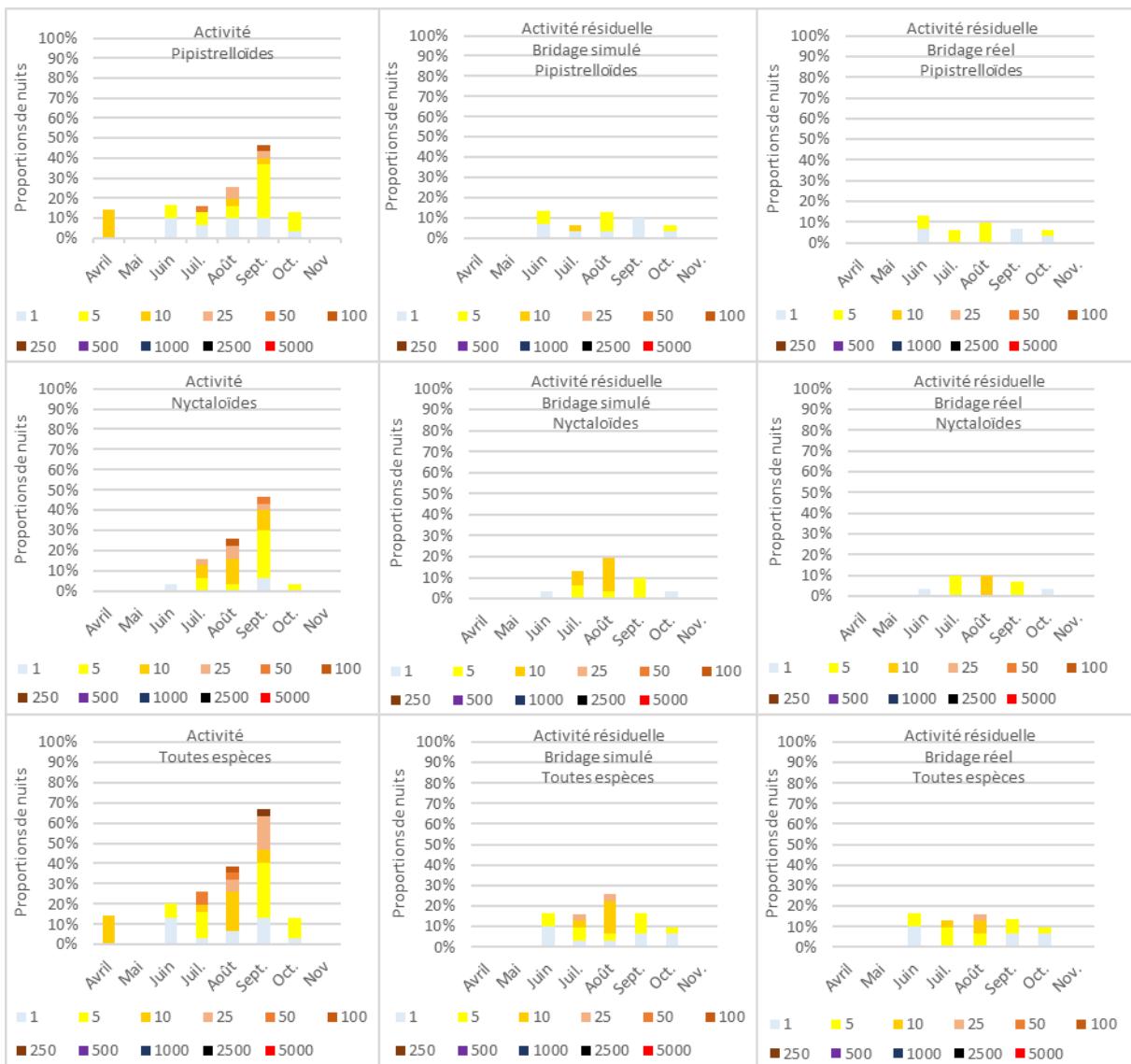
L'application réelle du bridage affiche une efficacité une supérieure à celle attendue dans les simulations. Cette situation peut se justifier par deux phénomènes :

- Les éoliennes réagissent sur des mesures relevées en temps réel, alors que la simulation se base sur une valeur moyenne calculée sur une période de 10 minutes. Ainsi, des données peuvent disposer de valeurs moyennes non considérées par le pattern, alors que dans un temps de 10 minute une valeur ponctuelle a pu déclencher un arrêt ;
- L'activité résiduelle considère qu'une donnée (définie sur 10 minutes) est considérée comme incluse dans un arrêt quand celui-ci est présent durant la période de 10 minutes, même si la durée de l'arrêt est inférieure à 10 minutes.

Espèce	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Toutes espèces	Quasi nul	Quasi nul	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Quasi nul
Pipistrelles	Quasi nul	Quasi nul	Faible	Très faible	Faible	Faible	Très faible	Quasi nul
Nyctaloïdes	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Faible	Faible	Très faible	Quasi nul

Tableau 19 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse du comportement des Chiroptères et à l'issue de l'application réelle du « bridage Chiroptères »

Ainsi, réellement, à l'issue de l'application du pattern de régulation, le risque de mortalité des Pipistrelles, groupe comptant deux espèces, et le risque de mortalité des Noctules, groupe comptant deux espèces est faible à très faible (Tableau 19). Avec ce niveau d'évitement issu de l'application du pattern de régulation, l'impact sur le bon état de conservation des populations de Chiroptères est considéré comme non significatif.



Graph. 32 : compilation de graphiques déclinant l'activité totale et l'activité résiduelle des Chiroptères sous E2 durant son fonctionnement réel à l'issue de l'application du pattern de régulation

Pipistrelles	Fréquentation	N sessions (nuits) = 191	N nuit actives	% nuit actives	% nuits actives évitées
	Activité initiale		37	19,4%	
	Activité résiduelle	Durant le fonctionnement	32	16,8%	14%
		Durant le bridage simulé	15	7,9%	59%
		Durant le bridage réel	13	6,8%	65%
Contacts		N contacts	N contacts évités	% contacts évités	
Activité initiale	258				
Activité résiduelle	Durant le fonctionnement	109	149	57,8%	
	Durant le bridage simulé	32	226	87,6%	
	Durant le bridage réel	28	230	89,1%	

Nyctaloïdes	Fréquentation	N sessions (nuits) = 191	N nuit actives	% nuit actives	% nuits actives évitées
	Activité initiale		29	15,2%	
	Activité résiduelle	Durant le fonctionnement	29	15,2%	0%
		Durant le bridage simulé	15	7,9%	48%
		Durant le bridage réel	10	5,2%	66%
Contacts		N contacts	N contacts évités	% contacts évités	
Activité initiale	260				
Activité résiduelle	Durant le fonctionnement	218	42	16,2%	
	Durant le bridage simulé	65	195	75,0%	
	Durant le bridage réel	38	222	85,4%	

Toutes espèces	Fréquentation	N sessions (nuits) = 191	N nuit	% nuit actives	% nuits actives évitées
	Activité initiale		51	26,7%	
	Activité résiduelle	Durant le fonctionnement	49	25,7%	7%
		Durant le bridage simulé	26	13,6%	86%
		Durant le bridage réel	21	11,0%	59%
Contacts		N contacts	N contacts évités	% contacts évités	
Activité initiale	518				
Activité résiduelle	Durant le fonctionnement	327	191	36,9%	
	Durant le bridage simulé	97	421	81,3%	
	Durant le bridage réel	66	452	87,3%	

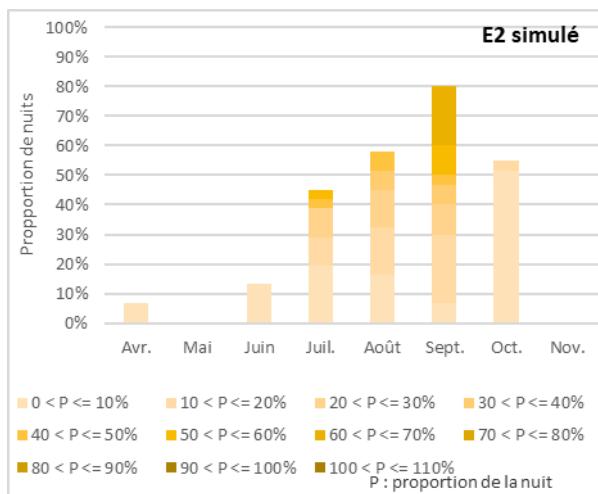
Tableau 20 : proportions de nuits et nombre de contact initiaux et résiduels des Chiroptères

III - SUIVI DU FONCTIONNEMENT DES ÉOLIENNES

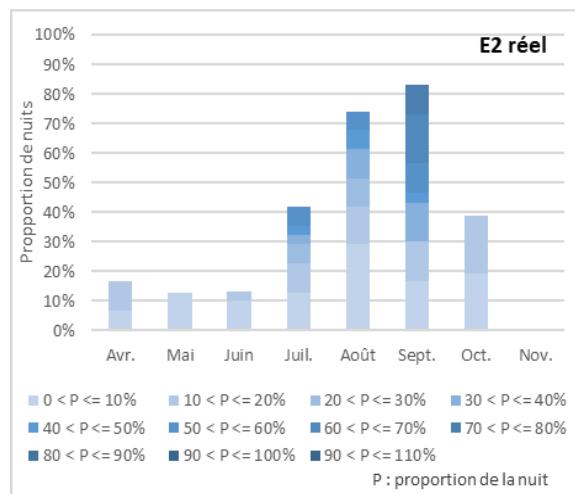
A - Comparaison des profils d'arrêts simulés et réels

Les graphiques suivants permettent de comparer les périodes d'arrêts attendus compte-tenu des données météorologiques (Graph. 33) et les périodes d'arrêts réels (Graph. 34).

En dehors du mois d'octobre où quelques nuits n'ont pas connu d'arrêts sur des durées assez courtes, la fréquence des bridages et leur intensité journalière suit la même tendance que celles de la simulation. Dans la réalité, elles sont au demeurant plus importantes. La période de bridage réelle occupe aussi quelques nuits en avril et en mai alors que la simulation n'en prévoit que deux en avril. Cette situation témoigne de la réactivité des éoliennes qui est plus lisibles dans les données réelles de fonctionnement que dans les données issues des moyennes de paramètres mesurés toutes les 10 minutes.



Graph. 33 : profil des périodes d'arrêts simulés imputable au « bridage Chiroptères »



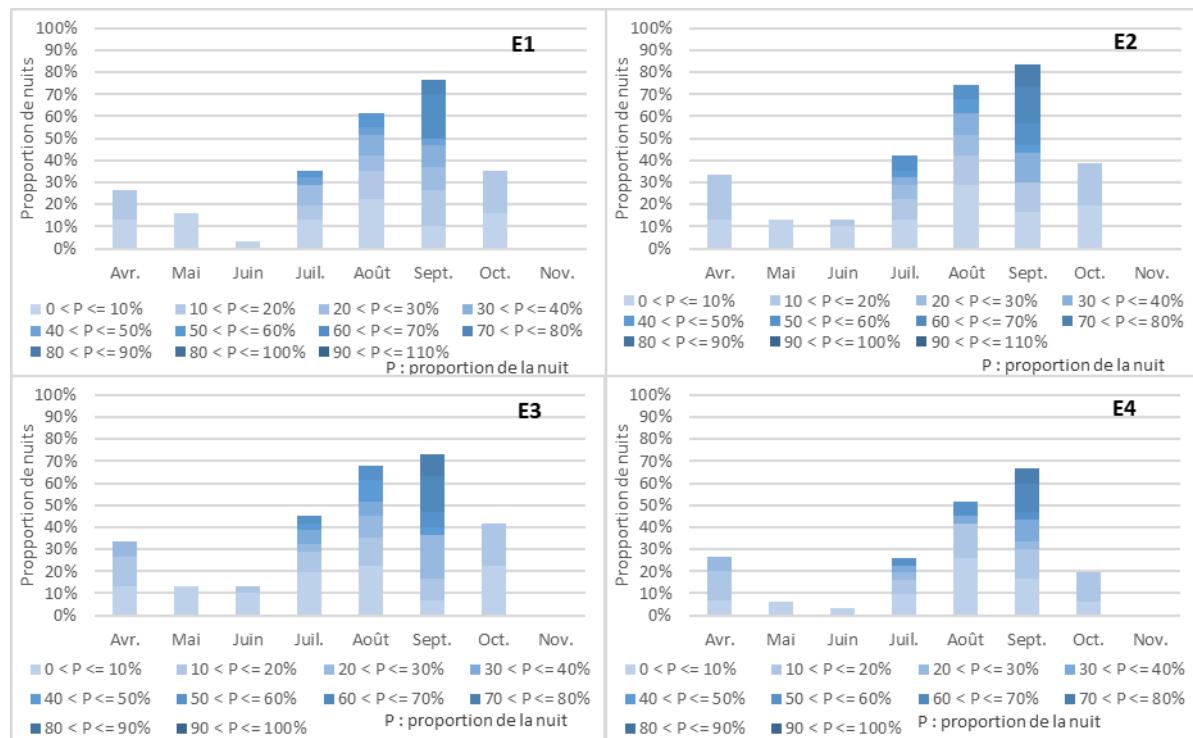
Graph. 34 : profil des périodes d'arrêts réels imputables au « bridage Chiroptères »

B - Comparaison des profils d'arrêts réels des éoliennes

Les graphiques suivants permettent de comparer la fréquence et l'intensité des arrêts des quatre éoliennes sur l'ensemble de l'année (Graph. 35).

À la lecture de ces graphiques, E1, E2 et E3 suivent un fonctionnement similaire, E2 marquant une à quelques nuits par mois d'arrêt en plus que E1.

L'éolienne E4 affiche un fonctionnement proche de E1 et E2 mais avec un nombre de nuits avec arrêt inférieur. Il est nettement inférieur au mois d'octobre.



Graph. 35 : compilation des profils des périodes d'arrêts réels imputable au bridage des quatre éoliennes

IV - SUIVI DE LA MORTALITÉ

A - Proportion de surfaces accessibles

L'accessibilité de la surface sous les éoliennes est tributaire de la croissance des cultures et des périodes de leur récolte. Cela implique une certaine hétérogénéité de la surface accessible d'une éolienne à une autre (Graph. 36).

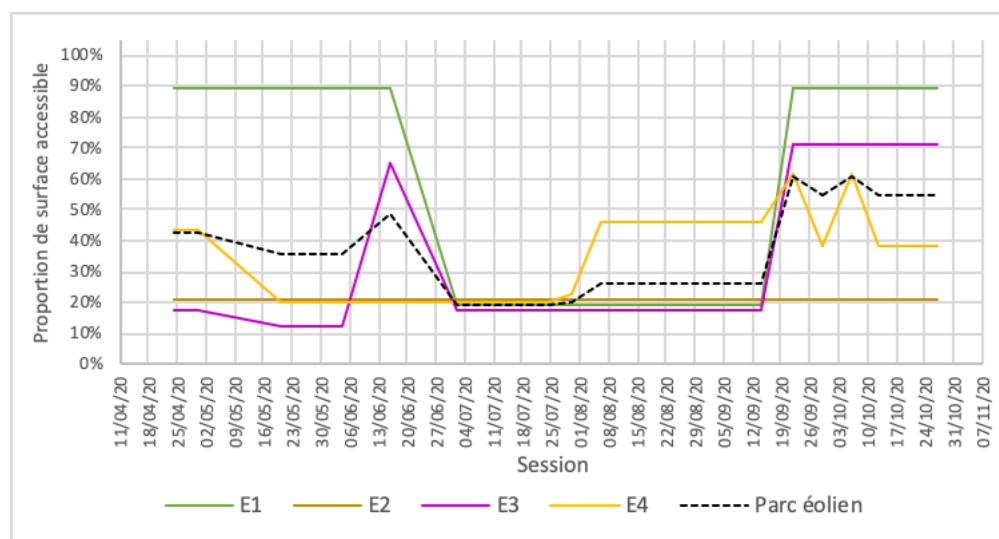
À l'échelle du parc, l'accessibilité a évolué entre 19,5 % et 61% de la surface totale sous éolienne (Graph. 36). En moyenne, sur l'année, 36,6 % de la surface est accessible.

L'éolienne qui a été la moins accessible sur la plus longue période est E2, survolant une jeune plantation de pin dont les allées sont en friche.

L'accessibilité sous les éoliennes E3 et E4, survolant différentes cultures (blé, friche, prairie), a évolué en fonction de la croissance des végétaux et de leur récolte ou coupe.

L'éolienne E1 a été la plus accessible avec une moyenne de 54 %, bien que survolant une culture de maïs.

À compter du mois de la mi-septembre, plus de la moitié de la surface sous éolienne est accessible.



Graph. 36 : évolution de la proportion de surfaces prospectées par éolienne

B - Taux de persistance

Les résultats des deux tests de persistance sont affichés dans les graphiques suivants (Graph. 37 et Graph. 38).

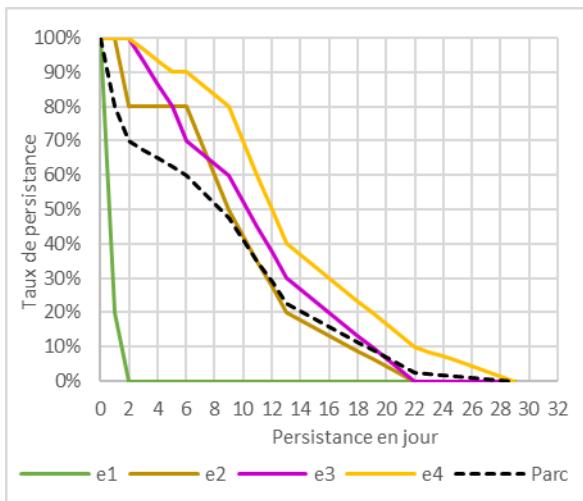
Les résultats du test de persistance printanier révèlent deux cas de figure :

- Une éolienne où les cadavres ne persistent qu'une journée (E1) ;
- Trois éoliennes où les cadavres persistent entre 22 et 28 jours (E2, E3 et E4).

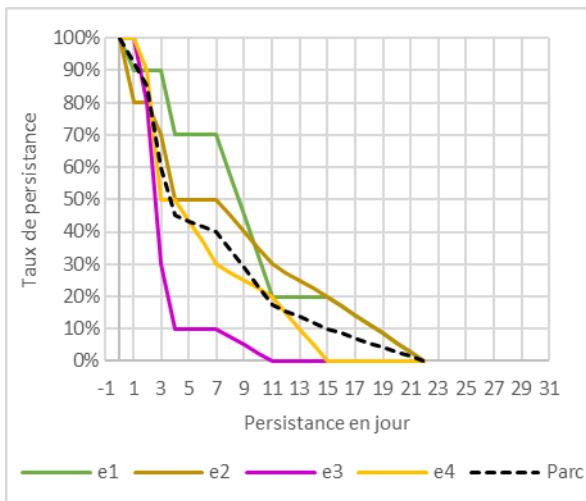
Ces résultats évoquent l'impossibilité théorique de trouver des cadavres sous E1 avec un pas de temps de 15 jours.

Concernant la période automnale, la persistance évolue différemment. Chaque éolienne maintient pendant plusieurs jours la présence de cadavres, jusqu'à :

- 11 jours pour E3 ;
- 15 à 21 jours pour E1, E2 et E4.



Graph. 37 : évolution de la persistance des cadavres au cours du test du 03/06/2020, printemps, début de l'été

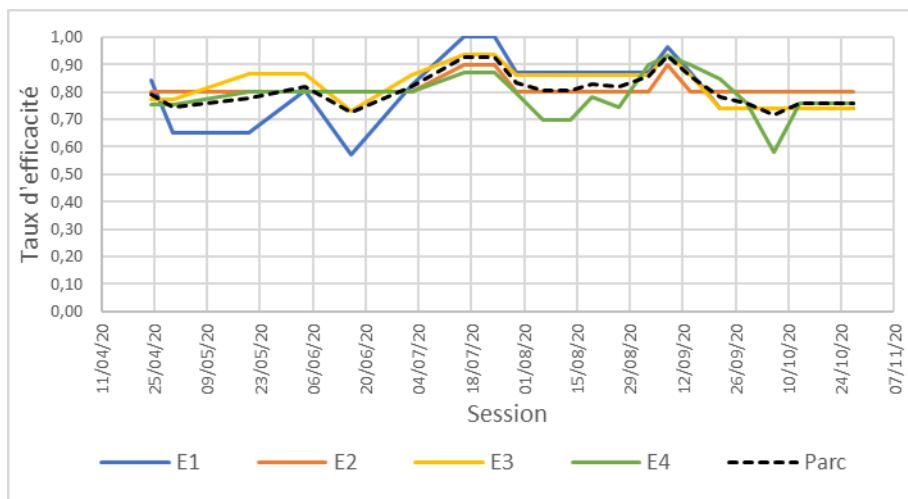


Graph. 38 : évolution de la persistance des cadavres au cours du test du 07/09/2020, fin d'été début de l'automne

C - Taux d'efficacité

Le taux d'efficacité moyen est calculé pour chaque éolienne à chaque session, pour les surfaces accessibles (Graph. 39).

À l'échelle du parc, le taux d'efficacité a évolué entre 0,7 et 0,9. Ce taux assez élevé se justifie en partie par une surface de prospection généralement faible associée à une bonne visibilité au sol. C'est en particulier le cas des plateformes.



Graph. 39 : évolution du taux moyen d'efficacité par éolienne

D - Mortalité

1 - Avifaune

a - Rappel des résultats des suivis précédents

i - 2015

Le premier suivi de la mortalité du parc éolien de Béganne a été effectué au cours de l'année 2015 et a fait l'objet d'un rapport finalisé en avril 2016.

Durant le suivi réalisé en 2015, une seule espèce d'Oiseau est répertoriée sous les éoliennes, durant le mois de septembre : le Roitelet à triple-bandeau (Tableau 21).

Famille	Nom vernaculaire	Éolienne	Date	Total
Regulidae	Roitelet à triple-bandeau	E1	14/09/15	1
		E4	23/09/15	1
Total				2

Tableau 21 : cas de mortalité d'Oiseaux répertoriés en 2015

ii - 2016

Durant l'année 2016, un suivi avait été effectué durant le mois de septembre, à raison de 4 sessions.

Au total, le suivi comptabilise un cas de mortalité d'Oiseau, la Buse variable (Tableau 22).

Groupe	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE	Éolienne	Date	Total
Oiseaux	Accipitridae	Buse variable	E1	07/09/2016	1
					1

Tableau 22 : cas de mortalité d'Oiseaux répertoriés en septembre 2016

b - Cas de mortalité en 2020

Au total, sur 88 contrôles d'éoliennes répartis sur 22 sessions et sur 4 éoliennes, 3 cas de mortalité d'Oiseaux sont répertoriés durant le suivi du parc éolien de 2020 (Tableau 23).

Ordre	Famille	Nom vernaculaire	Éolienne	Date	Cas de mortalité		
					Protocole	Hors protocole	Total
Passeriformes	Passeridae	Accenteur mouchet	E4	16/07/2020	1		1
		Indéterminé	E3	19/08/2020	1		1
Accipitriormes	Accipitridae	Buse variable	E3	22/09/2020	1		1
					3	0	3

Tableau 23 : cas de mortalité d'Oiseaux répertoriés en 2020

c - Analyse par mois

Les cas de mortalité sont constatés à la période de nidification pour l'Accenteur mouchet et en période de migration postnuptiale pour la Buse variable (Graph. 40 et Graph. 41). Cette espèce peut être au demeurant sédentaire.

Le faible nombre de cas de mortalité ne permet pas de commenter plus que cela la distribution des cas de mortalité en fonction des mois.

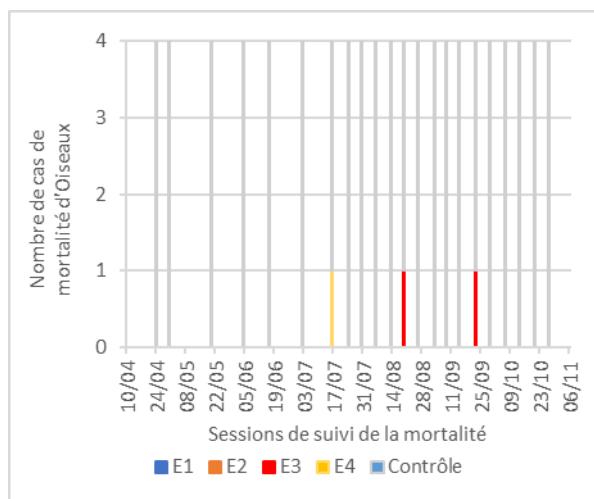
d - Analyse par éolienne

Deux cas de mortalité sont répertoriés sous E3 et un cas sous E4 (Graph. 42). Ces éoliennes sont situées les plus à l'est du parc, et leur mât est implanté au plus près des lisières.

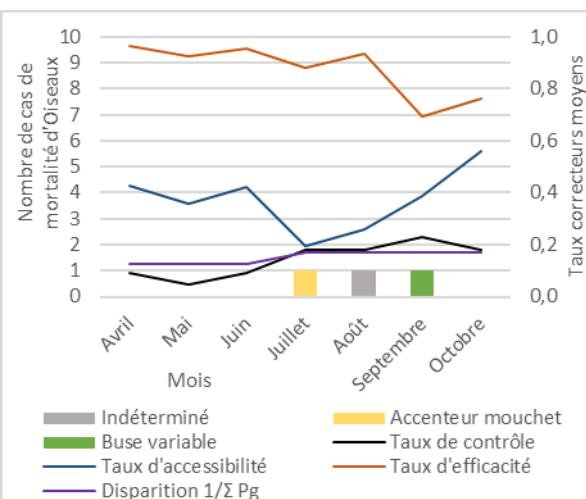
En juillet et août, les éoliennes E3 et E4 disposent des niveaux d'accessibilité plutôt faibles. Cependant, durant la période automnale, période durant laquelle le cas de mortalité de la buse variable est recensé, l'accessibilité est importante sous E3. Concernant l'Avifaune, définir le caractère mortifère d'une éolienne par rapport à une autre est très délicat à l'échelle d'un parc.

e - Analyse par éloignement du mât

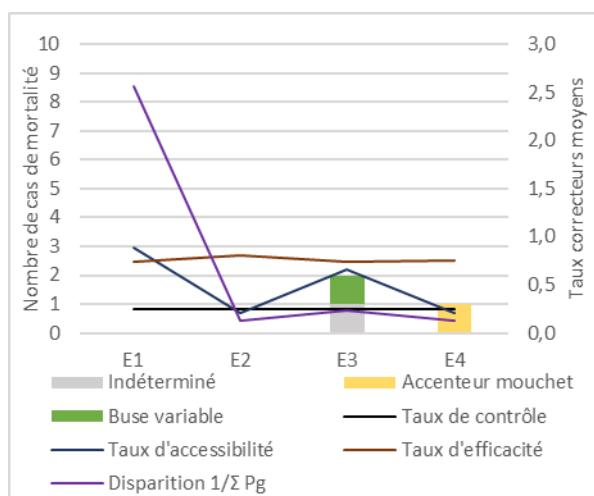
Les cas sont retrouvés à 15, 20 et 50 mètres du mât (Graph. 43). Leur faible nombre ne permet pas de pondérer cette répartition en fonction des distances de recherches.



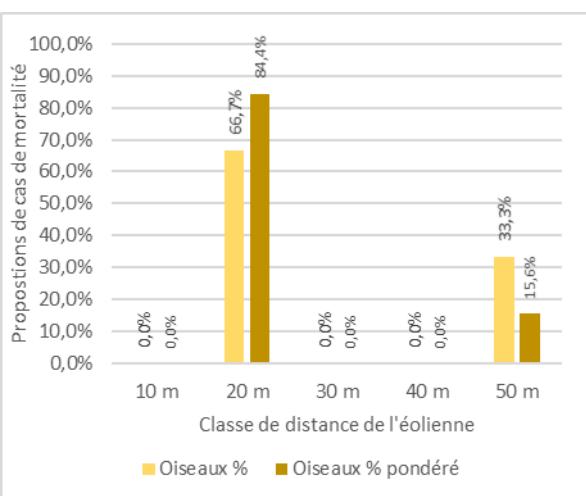
Graph. 40 : apparition des cas de mortalité d'Oiseaux en fonction des éoliennes en 2020



Graph. 41 : nombre de cas de mortalité par taxon d'Oiseaux et par mois en 2020 et évolution des taux correcteurs moyens



Graph. 42 : nombre de cas de mortalité par espèces d'Oiseaux et par éolienne durant le suivi du parc éolien en 2020 et évolution des taux correcteurs moyens



Graph. 43 : distribution des cas de mortalité des Oiseaux en fonction de l'éloignement du mât de l'éolienne en 2020

f - Application des taux correcteurs

À partir de l'application des différents taux de correction (taux de surface accessible, taux d'efficacité du chercheur, taux de persistance des cadavres, pas de temps entre chaque session) dans les équations de Erickson, O-GEO, John et Huso, nous disposons de valeurs minimales et maximales correctives (Tableau 24, Graph. 44 et Graph. 45) :

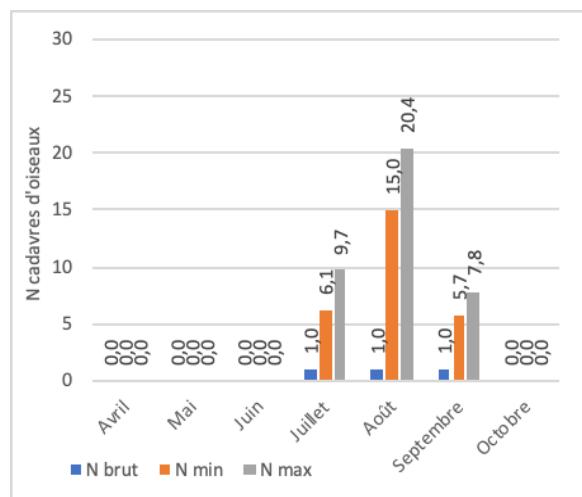
- Nombre brut : 3 ;
- Nombre corrigé minimal : 25,2 ;
- Nombre corrigé maximal : 35,9.

Éoliennes	N brut	N Gouret	N Erickson	N Huso	N Jones	Nmin	Nmax
E1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
E2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
E3	2,00	20,74	20,74	23,98	28,18	20,7	28,2
E4	1,00	6,15	6,15	9,24	9,71	6,1	9,7
Parc	3,00	26,88	26,88	33,23	37,90	26,9	37,9

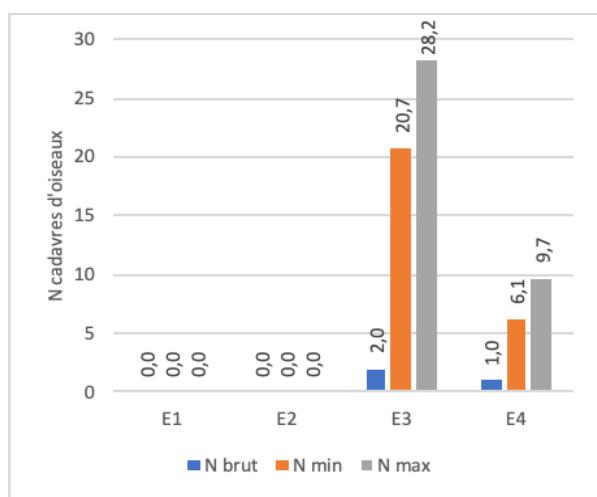
Tableau 24 : nombres de cadavres d'Oiseaux et nombres corrigés en fonction des éoliennes

De 3 cas de mortalité, l'application des taux correcteurs conduit à une mortalité entre 9 et 12,6 fois supérieure. Ces facteurs correctifs sont modérés.

Ils évoquent ainsi une sous-représentation de la réalité de la mortalité avifaunistique, passant de 0,75 cas par éolienne constatés à travers le protocole de suivi, à 6,7 voire 9,5 cas de mortalité corrigée par éolienne. Elle serait plus fortement sous-représentée sous E3 (Graph. 11) et durant le mois d'août (Graph. 44).



Graph. 44 : nombres bruts et corrigés de cas de mortalité d'Oiseaux en fonction des mois de l'année et de l'évolution des taux correcteurs moyens mensuels



Graph. 45 : nombres bruts et corrigés de cas de mortalité d'Oiseaux en fonction des éoliennes et des taux correcteurs moyens par éolienne

g - Statuts réglementaires et conservatoires

Sur trois cas de mortalité d'Oiseaux répertoriés, deux espèces sont protégées en France : l'Accenteur mouchet et la Buse variable (Tableau 25). Elle dispose aussi d'un statut conservatoire au demeurant faible, n'étant ni menacée, ni d'intérêt communautaire.

La Buse variable compte parmi les espèces les plus concernées par la mortalité (Graph. 46).

NOM VERNACULAIRE	Statut réglementaire	Statut conservatoire					Cas de mortalité	Enjeu		
		Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge national	Liste rouge régionale	Prioritaire régionale		Protocole	Hors protocole	Réglementaire
Accenteur mouchet	NO3		LC	LC			1	0	Fort	Faible
Buse variable	NO3		LC	DD			1	0	Fort	Faible

NO3 : espèce protégée en France, protection s'étendant à l'habitat

CDO1 : espèce visée par l'Annexe I de la Directive Oiseaux

DD : espèces non menacées, données insuffisantes

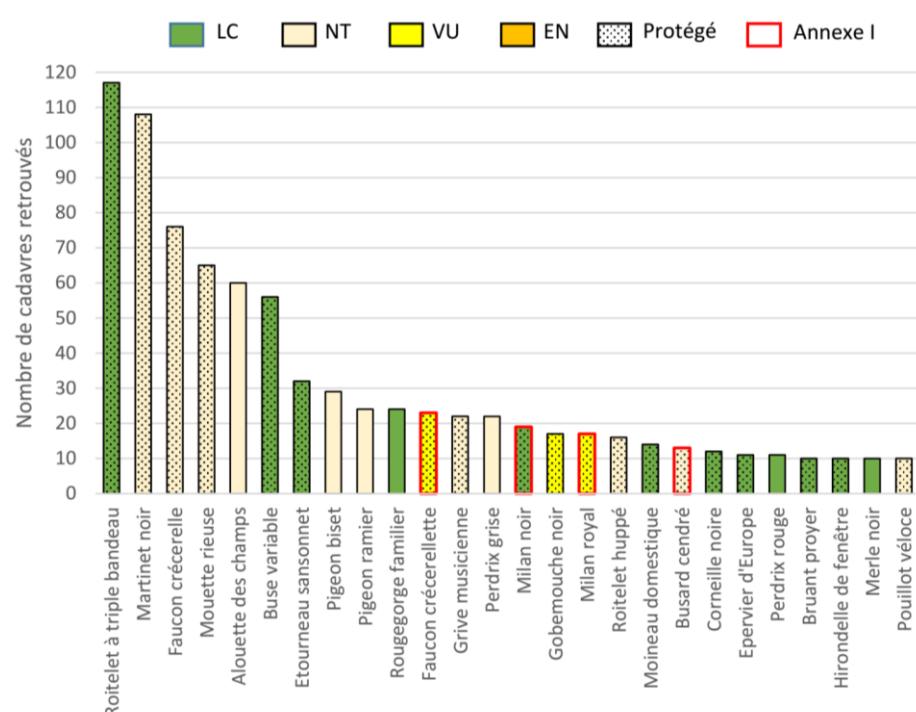
LC : espèce non menacée, préoccupation mineure

NT : espèce quasi-menacée

VU : espèce menacée vulnérable

DET : espèce déterminante pour la région

Tableau 25 : statuts de protection et de conservation des espèces d'Oiseaux répertoriées dans les cas de mortalité



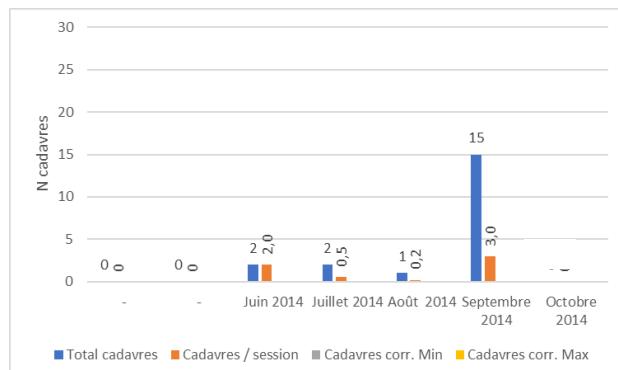
Graph. 46 : principales espèces d'Oiseaux retrouvées sous les éoliennes, statuts de protection et de conservation (MARX 2017)

2 - Chiroptères

a - Rappel des résultats des suivis précédents

i - 2014

En 2014, un suivi réalisé par le GMB a répertorié 20 cadavres de Chiroptères, dont 15 cas de Pipistrelle (11 cas de Pipistrelle commune), 1 Sérotine bicolore, 1 Noctule de Leisler, 2 Sérotines commune et 1 Chiroptère indéterminé (Tableau 26, Graph. 47).



Graph. 47 : cadavres de Chiroptères découverts par le GMB en 2014

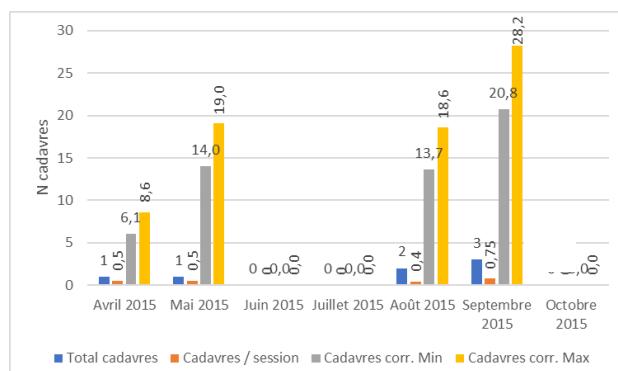
Famille	Nom vernaculaire	Éolienne	Date	Total
Vespertilionidae	Pipistrelle commune	E2	05/09/14	1
		E3	27/06/14	1
		E3	04/07/14	1
		E3	19/09/14	1
		E4	27/06/14	1
		E4	05/09/14	1
		E4	09/09/14	3
		E4	12/09/14	1
		E4	19/09/14	1
	Pipistrelle indéterminée	E2	18/07/14	1
Sturniridae		E2	05/09/14	1
		E2	09/09/14	1
		E4	08/08/14	1
	Sérotine bicolore	E3	12/09/14	1
Nyctilionidae	Sérotine commune	E4	05/09/14	1
		E4	12/09/14	1
Vesperidae	Noctule de Leisler	E4	05/09/14	1
	Chiroptère indéterminé	E2	12/09/14	1
Total				20

Tableau 26 : cas de mortalité de Chiroptères répertoriés en 2014

ii - 2015

Au total, en 2015 le suivi a répertorié 7 cas de mortalité (Tableau 27, Graph. 48) : 6 Pipistrelle communes et 1 Pipistrelle de Kuhl.

Les calculs correctifs aboutissent à 54,5 à 74,4 cas de mortalité corrigés de Chiroptères à l'échelle du parc.



Graph. 48 : cadavres de Chiroptères découverts au cours du suivi 2015 et nombres estimés à partir des taux de correction

Famille	Nom vernaculaire	Éolienne	Date	Total
Vespertilionidae	Pipistrelle commune	E1	17/04/15	1
			23/09/15	1
			28/09/15	1
		E2	26/06/15	1
			14/09/15	1
	Pipistrelle de Kuhl	E3	17/08/15	1
		E1	10/08/15	1
Total			7	

Tableau 27 : cas de mortalité de Chiroptères répertoriés en 2015

iii - 2017

Durant l'année 2017, un suivi avait été effectué durant le mois de septembre, à raison de 4 sessions.

Au total, le suivi comptabilise un cas de mortalité de Chiroptères, la Pipistrelle commune (Tableau 28).

Groupe	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE	Éolienne	Date	Total
Chiroptères	Vespertilionidae	Pipistrelle commune	E1	21/09/2017	1
Total					1

Tableau 28 : cas de mortalité de Chiroptères répertoriés en septembre 2017

b - Cas de mortalité en 2020

Au total, sur 88 contrôles d'éoliennes répartis sur 22 sessions et sur 4 éoliennes, 2 cas de mortalité de Chiroptères sont répertoriés durant le suivi du parc éolien de 2020 (Graph. 49, Graph. 50).

Famille	Nom vernaculaire	Éolienne	Date	Protocole
Vespertilionidae	Pipistrelle commune	E3	24/04/2020	1
		E3	13/08/2020	1
Total				2

Tableau 29 : cas de mortalité de Chiroptères répertoriés en 2020

Les cas concernent seulement la Pipistrelle commune.

Le premier cas est répertorié avant la première session de suivi de la fréquentation des Chiroptères sous E2. Son état de dessiccation montre que l'animal est mort depuis plusieurs jours.

c - Analyse par mois

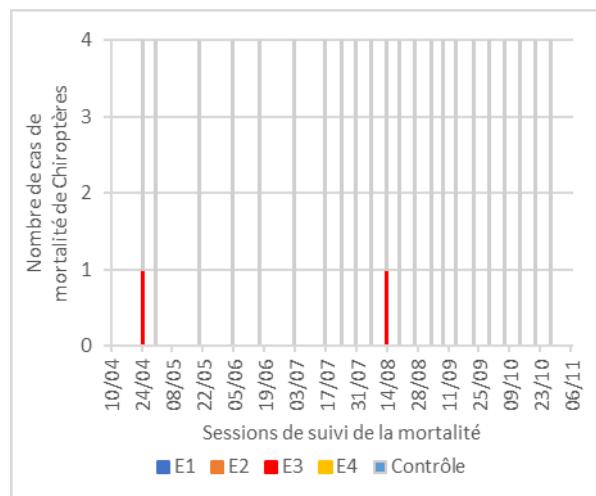
Les cas de mortalité sont constatés au mois d'avril et au mois d'août avec 2 cas sous E3 (Graph. 49 et Graph. 50).

d - Analyse par éolienne

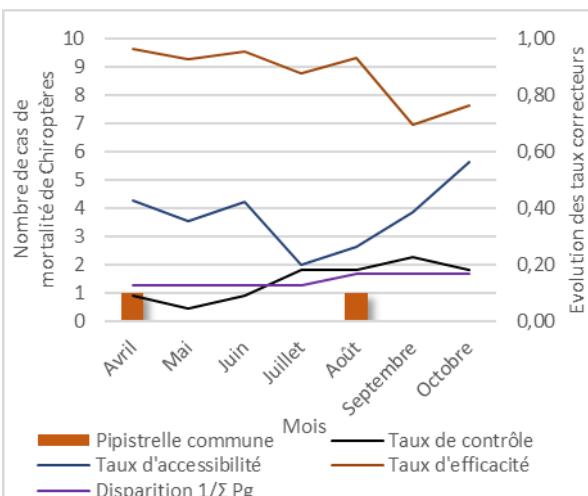
Les cas de mortalité sont répertoriés sous l'éolienne E3 (Graph. 49 et Graph. 51).

e - Analyse par éloignement du mât

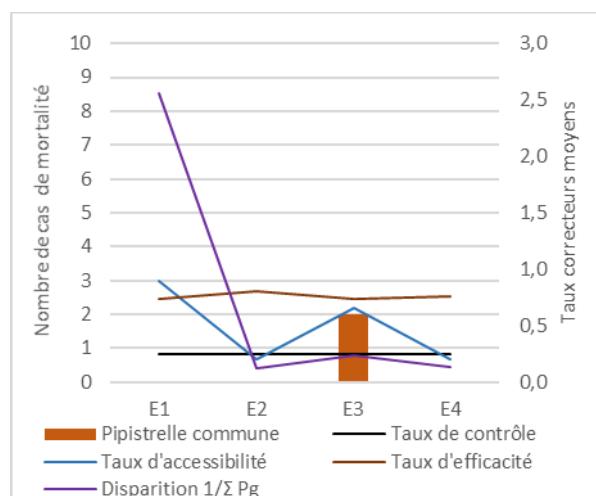
Les cas de mortalité sont retrouvés à 12 et 20 mètres du mât (Graph. 52).



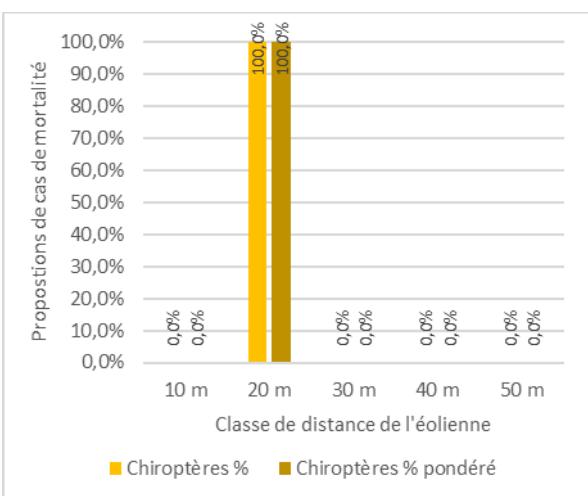
Graph. 49 : apparition des cas de mortalité de Chiroptères en fonction des éoliennes durant le suivi en 2020



Graph. 50 : nombre de cas de mortalité de Chiroptères par taxon et par mois durant le suivi en 2020 et évolution des taux correcteurs moyens mensuels



Graph. 51 : nombre de cas de mortalité par espèces de Chiroptères et par éolienne durant le suivi du parc éolien et évolution des taux correcteurs moyens



Graph. 52 : distribution des cas de mortalité de Chiroptères en fonction de l'éloignement du mât de l'éolienne

f - Application des taux correcteurs

À partir de l'application des différents taux de correction (taux de surface accessible, taux d'efficacité du chercheur, taux de persistance des cadavres, pas de temps entre chaque session) dans les équations de Erickson, O-GEO, John et Huso, nous disposons de valeurs minimales et maximales correctives (Tableau 30, Graph. 53 et Graph. 54) :

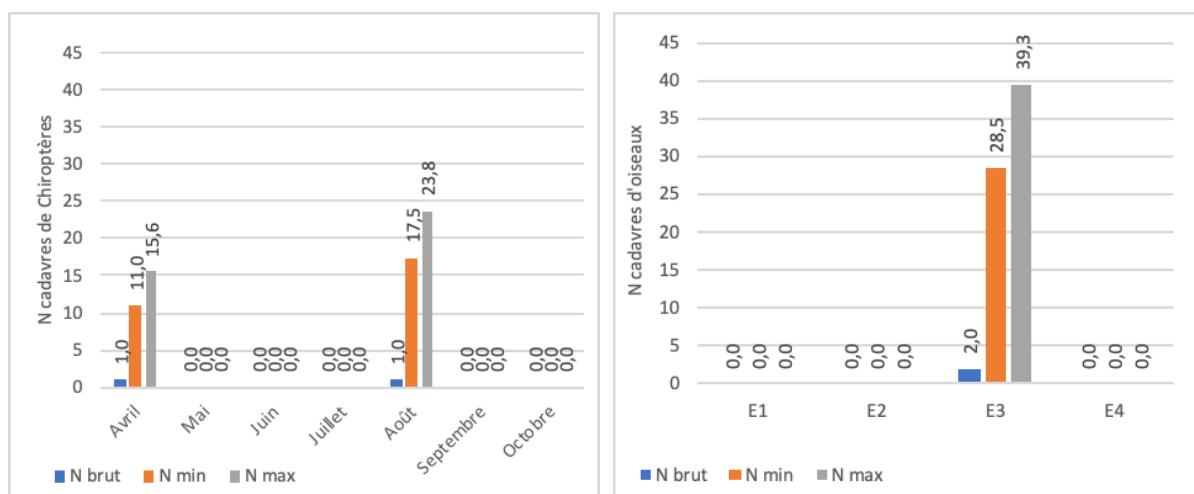
- Nombre brut : 2 ;
- Nombre corrigé minimal : 28,5 ;
- Nombre corrigé maximal : 39,3.

Éolienne	N brut	N Gouret	N Erickson	N Huso	N Jones	Min	Max
E1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
E2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
E3	2	28,5	28,5	34,42	39,32	28,5	39,3
E4	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Parc	2	25,5	28,5	34,42	39,32	28,5	39,3

Tableau 30 : nombres de cadavres de Chiroptères et nombres corrigés en fonction des éoliennes

De 2 cas de mortalité, l'application des taux correcteurs conduit à une mortalité entre 14,2 et 19,7 fois supérieur. La représentativité de cette correction reste limitée. Pour permettre la correction du premier cas répertorié à la première session, un pas de temps théorique de 15 jours a été introduit dans l'équation, ce qui amplifie la correction déjà fortement influencée par une faible surface de prospection. Dans le second cas, la faible surface accessible et le faible taux de persistance ont impliqué une forte correction.

Ils évoquent ainsi une certaine sous-représentation de la mortalité des Chiroptères, passant de 0,5 cas constaté par éolienne à travers le protocole de suivi, à 7,1 voire 9,8 cas de mortalité corrigée par éolienne.



Graph. 53 : nombres bruts et corrigés de cas de mortalité de Chiroptères en fonction des mois de l'année et évolution des taux correcteurs moyens mensuels

Graph. 54 : nombres bruts et corrigés de cas de mortalité de Chiroptères en fonction des éoliennes et des taux correcteurs moyens par éolienne

g - Statuts réglementaires et conservatoires

La Pipistrelle commune est protégée et quasi-menacée à l'échelle de la France et affiche un statut conservatoire fort car elle est considérée comme quasi-menacée en France (Tableau 31).

NOM VERNACULAIRE	Statut réglementaire	Statut conservatoire				Cas de mortalité	Enjeu	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge national	Liste rouge régionale	Déterminante		Réglementaire	Conservatoire
Pipistrelle commune	NM2	CDH4	NT	LC		3	Fort	Fort

NM2 : espèce de Mammifère protégée en France, protection s'étendant à l'habitat

CH4 : espèce visée par l'Annexe IV de la Directive Habitats

LC : espèce non menacée, préoccupation mineure

NT : espèce quasi-menacée

VU : espèce menacée vulnérable

DET : espèce déterminante pour la région

Tableau 31 : statuts de protection et de conservation des espèces Chiroptères répertoriées dans les cas de mortalité

3 - Conclusion

a - Mortalité de l'Avifaune

Le suivi réalisé en 2020 répertorie seulement 3 cas de mortalité à travers 88 contrôles d'éoliennes répartis entre avril et octobre 2020.

Le parc n'évoque pas d'impact sur le bon état de conservation des populations d'Oiseaux.

b - Mortalité des Chiroptères

Le suivi réalisé en 2020 répertorie 2 cas de mortalité à travers 88 contrôles d'éoliennes répartis entre avril et octobre 2020. L'application de taux correcteurs aboutit à la mortalité potentielle de 28,5 à 39,3 Chiroptères pour 4 éoliennes, soit 7,1 à 9,8 cas corrigés par éolienne.

Cette mortalité concerne uniquement la Pipistrelle commune, qui est une espèce très fréquemment contactée dans le suivi de l'activité à hauteur de rotor. La mortalité se concentre sous l'éolienne E3 avec un cas en avril et un cas en août.

Les nombres de cas de mortalité sont comparés avec les niveaux de risque de mortalité envisagés en fonction de l'activité résiduelle mesurée sous E2 à l'issue de l'application réelle du « bridage chiroptère » (Tableau 32).

Pattern	Vitesse de vent [1]	4 m/s	4 m/s	4,5 m/s	6 m/s	6 m/s	6,5 m/s	6,5 m/s	-
	Température [2]	15,5°C	16,5°C	16°C	18,5°C	18°C	15°C	12,5°C	-
	Durée [3]	2 hr	3 hr	2 hr	5 hr	5 hr	8 hr	2 hr	-
Espèce	Niveau de mortalité	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Toutes espèces	Envisagé	Quasi nul	Quasi nul	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Quasi nul
	Répertorié	1 (E3)				1 (E3)			-
Pipistrelles	Envisagé	Quasi nul	Quasi nul	Faible	Très faible	Faible	Faible	Très faible	Quasi nul
	Répertorié	1 (E3)				1 (E3)			-
Nyctaloïdes	Envisagé	Quasi nul	Quasi nul	Très faible	Faible	Faible	Faible	Très faible	Quasi nul
	Répertorié								

[1] : pour des valeurs inférieures ou égales - [2] : pour des valeurs supérieures ou égales - [3] : depuis le coucher du soleil

Tableau 32 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse de l'activité résiduelle sous E2 (Tableau 19) et mortalité constatée durant le suivi

Le cas répertorié au mois d'avril est constaté sous E3 le 24 avril 2020, morts depuis plusieurs jours. Le mois d'avril compte 6 sessions de suivi de l'activité qui n'évoque pas de risque de mortalité particulier à l'issue de l'application du « bridage Chiroptères ». Cette mortalité datée avant le début du suivi de la fréquentation peut être causée à l'occasion d'épisodes météorologiques ponctuelles et précoce plus favorables. Ces derniers auront échappé au suivi de l'activité. Par ailleurs, le bridage débutant le 15 avril, soit 8 nuits avant la découverte du cas de mortalité, ce dernier peut aussi être apparu avant la mise en place du « bridage Chiroptères ».

Le second cas est constaté le 13 août sous E3. Son état dessiqué indique que le spécimen est mort depuis plusieurs jours. L'éolienne E3 affiche une fréquence d'arrêt identique à E2 durant cette période.

Ces deux cas confirment le risque faible de mortalité qui demeure dans le cadre de l'application d'un pattern de régulation du fonctionnement des éoliennes s'appuyant sur des seuils météorologiques et saisonniers.

Partie 4 - CONCLUSIONS

I - L'AVIFAUNE

Le suivi de la mortalité répertorie trois cas de mortalité d'Oiseaux. L'application des taux correcteurs évoque un nombre de cas plus important. Au demeurant, le parc n'évoque pas d'impact particulier sur le bon état de conservation des populations d'Oiseaux.

II - LES CHIROPTRÈS

Le suivi de la mortalité des Chiroptères répertorie une espèce de Chiroptères en 2020, la Pipistrelle commune qui comptabilise deux cas de mortalité, un avril et un en août. **Ce nombre de cas de mortalité est donc faible et n'évoque pas d'impact sur le bon état de conservation de l'espèce et des Chiroptères en général.**

L'analyse de l'activité sous E2 montre la fréquentation des 5 espèces de Chiroptères à hauteur de rotor. Quatre d'entre elles sont celles aussi contactées régulièrement en 2015 et 2016 : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. D'autres espèces, comme la Barbastelle d'Europe en 2020, sont contactées de manière plus anecdotique. Comparativement à l'année 2016, le niveau de fréquentation de l'ensemble des espèces est plus faible. Inquiété par la forte densité de signaux parasites pouvant couvrir la détection de Chiroptères, une campagne de mesure a été effectuée au sol durant 6 jours à septembre. Mais durant cette période, l'intensité des signaux parasites a diminué. Cette diminution associée à une activité plus importante à hauteur de rotor, l'opération n'a pas permis de bien évaluer l'influence de ces parasites. Au demeurant, elle a permis d'identifier une plus forte concentration de l'activité des Chiroptères à 4 m au-dessus du sol et une plus forte diversité (14 espèces). Ainsi, la faible fréquentation des Chiroptères à hauteur de rotor ne trouve pas d'explications précises. Les raisons évoluent entre une détection moins aisée, des fluctuations annuelles imputables au comportement des Chiroptères ou à des conditions météorologiques différentes, ou encore à un évitement de l'aire du rotor par les animaux.

Ce niveau de fréquentation à hauteur de rotor évoque un risque de mortalité important pour le mois de septembre, aussi pour le mois d'août, plus modéré en juillet et faible, très faible ou quasi-nul le reste de l'année.

Durant l'année 2020, le parc est soumis à un plan de « bridage Chiroptères » (Tableau 33). L'application du pattern de régulation sur simulation et sur les données réels montre l'efficacité de ce dernier. L'activité résiduelle est fortement diminuée, ne laissant qu'une à quatre nuits par mois avec de l'activité résiduel.

Mois	Bridage (Oui/Non)	Vitesse max bridlege (arrêt si <=)	Température bridlege (arrêt si >=)	Durée bridlege depuis le coucher du soleil (heure) (arrêt si <=)
Mars	N			
Avril	O (après le 15/04)	4,0	15,5	2
Mai	O	4,0	16,5	3
Juin	O	4,5	16,0	2
Juillet	O	6,0	18,5	5
Aout	O	6,0	18,0	5
Septembre	O	6,5	15,0	8
Octobre	O	6,5	12,5	2
Novembre	N			

Tableau 33 : seuils de bridages modulés chaque mois en fonction du % d'activité évitée par le fonctionnement des éoliennes

La comparaison des périodes d'arrêts réels de l'éolienne E2 avec la période d'arrêts simulés montre un fonctionnement attendu de l'éolienne voire même meilleur que ce qu'annonce la simulation basée sur des valeurs moyenne des patterns de régulation.

Par conséquent, le pattern de régulation appliqué au parc éolien produit les résultats attendus en termes de limitation des impacts sur les Chiroptères.

La comparaison des périodes d'arrêt réels des éoliennes E1, E3 et E4 par rapport à E2 montre que E4 et E3 se sont moins arrêtées que E2, particulièrement en août et septembre pour E3, et en octobre pour E4. Les raisons peuvent provenir de l'existence de conditions particulières de vitesse de vent ou de température à l'endroit des éoliennes, d'un défaut de paramètre de mesure ou d'un défaut de paramétrage du pattern de régulation.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : nombre de sessions de suivi de l'activité à hauteur de rotor et durées totales des écoutes, par mois en 2020	9
Tableau 2 : durée de l'écoute de l'activité des Chiroptères et de la phase nocturne	14
Tableau 3 : sessions de suivi de la mortalité, observateurs et nombre d'éoliennes contrôlées en 2020	16
Tableau 4 : date de contrôle de la persistance des cadavres durant le test printemps, fin de l'été	18
Tableau 5 : date de contrôle de la persistance des cadavres durant le test de fin de l'été, automne.....	18
Tableau 6 : nombre de contacts par espèce de Chiroptères et par période	22
Tableau 7 : niveaux de risque de mortalité par groupe d'espèces de Chiroptères et par mois	27
Tableau 8 : niveaux de risque de mortalité de la Pipistrelle commune par mois	28
Tableau 9 : niveaux de risque de mortalité de la Pipistrelle de Kuhl par mois	29
Tableau 10 : niveaux de risque de mortalité de la Noctule commune par mois.....	30
Tableau 11 : niveaux de risque de mortalité de la Noctule Leisler par mois.....	31
Tableau 12 : niveaux de risque de mortalité de la Barbastelle d'europe par mois	32
Tableau 13 : statuts de protection et de conservation des espèces de Chiroptères répertoriées dans les cas de mortalité.....	34
Tableau 14 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse du comportement des Chiroptères	35
Tableau 15 : seuils de température, de vitesse de vent et de durée écoulée depuis le coucher du soleil incluant 90% des contacts pour E2.....	39
Tableau 16 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse du comportement des Chiroptères	40
Tableau 17 : seuils de bridages modulés chaque mois en fonction du % d'activité évitée par le fonctionnement des éoliennes	42
Tableau 18 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse du comportement des Chiroptères et à l'issue de l'application simulée du « bridaige Chiroptères »	43
Tableau 19 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse du comportement des Chiroptères et à l'issue de l'application réelle du « bridaige Chiroptères ».....	45
Tableau 20 : proportions de nuits et nombre de contact initiaux et résiduels des Chiroptères.....	47
Tableau 21 : cas de mortalité d'Oiseaux répertoriés en 2015.....	53
Tableau 22 : cas de mortalité d'Oiseaux répertoriés en septembre 2016	53
Tableau 23 : cas de mortalité d'Oiseaux répertoriés en 2020.....	53
Tableau 24 : nombres de cadavres d'Oiseaux et nombres corrigés en fonction des éoliennes	55
Tableau 25 : statuts de protection et de conservation des espèces d'Oiseaux répertoriées dans les cas de mortalité	56
Tableau 26 : cas de mortalité de Chiroptères répertoriés en 2014.....	57
Tableau 27 : cas de mortalité de Chiroptères répertoriés en 2015.....	58
Tableau 28 : cas de mortalité de Chiroptères répertoriés en septembre 2017	58
Tableau 29 : cas de mortalité de Chiroptères répertoriés en 2020.....	58
Tableau 30 : nombres de cadavres de Chiroptères et nombres corrigés en fonction des éoliennes	60
Tableau 31 : statuts de protection et de conservation des espèces Chiroptères répertoriées dans les cas de mortalité.....	61
Tableau 32 : évaluation des risques de cas de mortalité envisagés à partir de l'analyse de l'activité résiduelle sous E2 (Tableau 19) et mortalité constatée durant le suivi	62
Tableau 33 : seuils de bridages modulés chaque mois en fonction du % d'activité évitée par le fonctionnement des éoliennes	63

INDEX DES GRAPHIQUES

Graph. 1 : sessions et nombre de contrôles d'éoliennes par session durant le suivi 2020 du parc éolien	16
Graph. 2 : évolution de la proportion des mois marqués par de l'activité et nombre moyen de contacts par nuit en 2015.....	24

Graph. 3 : nombre d'espèces par mois et nombre moyen de contacts par nuit en 2015.....	24
Graph. 4 : évolution de la proportion des mois marqués par de l'activité et nombre moyen de contacts par nuit en 2016.....	24
Graph. 5 : nombre d'espèces par mois et nombre moyen de contacts par nuit en 2016.....	24
Graph. 6 : évolution de la proportion des mois marqués par de l'activité et nombre moyen de contacts par nuit en 2020.....	24
Graph. 7 : nombre d'espèces par mois et nombre moyen de contacts par nuit en 2020.....	24
Graph. 8 : profil annuel de l'activité des Chiroptères en 2015.....	25
Graph. 9 : profil annuel de l'activité des Chiroptères en 2016.....	25
Graph. 10 : profil annuel d'activité des Chiroptères en 2020.....	25
Graph. 11 : profil annuel de l'activité des Pipistrelles en 2015.....	26
Graph. 12 : profil annuel de l'activité des Nyctaloïdes en 2015	26
Graph. 13 : profil annuel de l'activité des Pipistrelles en 2016.....	26
Graph. 14 : profil annuel de l'activité des Nyctaloïdes en 2016	26
Graph. 15 : profil annuel d'activité des Pipistrelles en 2020.....	26
Graph. 16 : profil annuel de l'activité des Nyctaloïdes en 2020	26
Graph. 17 : profil annuel d'activité de la Pipistrelle commune en 2020	28
Graph. 18 : profil journalier moyen d'activité de la Pipistrelle commune en 2020	28
Graph. 19 : profil annuel d'activité de la Pipistrelle de Kuhl en 2020	29
Graph. 20 : profil journalier moyen d'activité de la Pipistrelle de Kuhl en 2020	29
Graph. 21 : profil annuel d'activité de la Noctule commune en 2020.....	30
Graph. 22 : profil journalier moyen d'activité de la Noctule commune en 2020.....	30
Graph. 23 : profil annuel d'activité de la Noctule de Leisler en 2020	31
Graph. 24 : profil annuel d'activité de la Barbastelle d'Europe en 2020	32
Graph. 25 : évolution de l'activité des Chiroptères sous la nacelle de E2 entre le 09/10/2020 et le 15/10/2020.....	33
Graph. 26: évolution de l'activité des Chiroptères entre le 09/10/2020 et le 15/10/2020 à 4 m au-dessus du sol au pied de E2	33
Graph. 27 : répartition des proportions de contacts pondérés en fonction de la vitesse de vent sous E2	36
Graph. 28 : répartition des proportions de contacts pondérés en fonction de la température sous E2 ..	37
Graph. 29 : répartition des proportions de contacts pondérés en fonction de la vitesse de vent sous E2	38
Graph. 30 : compilation de graphiques déclinant l'activité totale et l'activité résiduelle des Chiroptères sous E2 durant son fonctionnement simulé sans application du pattern de régulation	41
Graph. 31 : compilation de graphiques déclinant l'activité totale et l'activité résiduelle des Chiroptères sous E2 durant son fonctionnement simulé à l'issue de l'application du pattern de régulation	44
Graph. 32 : compilation de graphiques déclinant l'activité totale et l'activité résiduelle des Chiroptères sous E2 durant son fonctionnement réel à l'issue de l'application du pattern de régulation.....	46
Graph. 33 : profil des périodes d'arrêts simulés imputable au « bridge Chiroptères ».....	48
Graph. 34 : profil des périodes d'arrêts réels imputables au « bridge Chiroptères.....	48
Graph. 35 : compilation des profils des périodes d'arrêts réels imputable au bridage des quatre éoliennes	49
Graph. 36 : évolution de la proportion de surfaces prospectées par éolienne	50
Graph. 37 : évolution de la persistance des cadavres au cours du test du 03/06/2020, printemps, début de l'été	51
Graph. 38 : évolution de la persistance des cadavres au cours du test du 07/09/2020, fin d'été début de l'automne.....	51
Graph. 39 : évolution du taux moyen d'efficacité par éolienne	52
Graph. 40 : apparition des cas de mortalité d'Oiseaux en fonction des éoliennes en 2020.....	54
Graph. 41 : nombre de cas de mortalité par taxon d'Oiseaux et par mois en 2020 et évolution des taux correcteurs moyens.....	54
Graph. 42 : nombre de cas de mortalité par espèces d'Oiseaux et par éolienne durant le suivi du parc éolien en 2020 et évolution des taux correcteurs moyens	54
Graph. 43 : distribution des cas de mortalité des Oiseaux en fonction de l'éloignement du mât de l'éolienne en 2020	54

Graph. 44 : nombres bruts et corrigés de cas de mortalité d’Oiseaux en fonction des mois de l’année et de l’évolution des taux correcteurs moyens mensuels	55
Graph. 45 : nombres bruts et corrigés de cas de mortalité d’Oiseaux en fonction des éoliennes et des taux correcteurs moyens par éolienne	55
Graph. 46 : principales espèces d’Oiseaux retrouvées sous les éoliennes, statuts de protection et de conservation (MARX 2017).....	56
Graph. 47 : cadavres de Chiroptères découverts par le GMB en 2014	57
Graph. 48 : cadavres de Chiroptères découverts au cours du suivi 2015 et nombres estimés à partir des taux de correction	57
Graph. 49 : apparition des cas de mortalité de Chiroptères en fonction des éoliennes durant le suivi en 2020.....	59
Graph. 50 : nombre de cas de mortalité de Chiroptères par taxon et par mois durant le suivi en 2020 et évolution des taux correcteurs moyens mensuels.....	59
Graph. 51 : nombre de cas de mortalité par espèces de Chiroptères et par éolienne durant le suivi du parc éolien et évolution des taux correcteurs moyens	59
Graph. 52 : distribution des cas de mortalité de Chiroptères en fonction de l’éloignement du mât de l’éolienne.....	59
Graph. 53 : nombres bruts et corrigés de cas de mortalité de Chiroptères en fonction des mois de l’année et évolution des taux correcteurs moyens mensuels.....	60
Graph. 54 : nombres bruts et corrigés de cas de mortalité de Chiroptères en fonction des éoliennes et des taux correcteurs moyens par éolienne	60

INDEX DES CARTES

Carte 1 : localisation du parc éolien	5
Carte 2 : localisation du parc éolien sur vue aérienne	6
Carte 3 : parcours de suivi de la mortalité et milieux concernés	15