

Parc éolien de Ménéac (56)



Suivi d'activité chiroptérologique et suivi de mortalité

Février 2022



INTRODUCTION

Dans le cadre de l'exploitation du parc éolien de Ménéac, la société ENERGIE GREEN a confié au cabinet d'études CALIDRIS la réalisation d'un suivi post-implantation (suivi de mortalité et suivi d'activité des chiroptères en nacelle), sur le parc éolien situé sur la commune de Ménéac (département du Morbihan, région Bretagne).

Le présent document a pour objectif de présenter les résultats de ce suivi réglementaire, réalisé durant les mois de mai à octobre 2021.

SOMMAIRE

Introduction	2
Contexte	5
Rappel des enjeux et des impacts de l'étude d'impact	6
1. CHIROPTERES	6
2. OISEAUX.....	7
Localisation et description du parc éolien	8
Matériel et méthodes	10
1. EQUIPE DE TRAVAIL	10
2. SUIVI DE MORTALITE	10
2.1. <i>Date de suivi</i>	10
2.2. <i>Surface et méthodologie de prospection</i>	12
2.3. <i>Recueil des données</i>	13
2.4. <i>Test de persistance</i>	13
2.5. <i>Taux de détectabilité</i>	13
2.6. <i>Correcteur de surface</i>	14
2.7. <i>Taux de mortalité</i>	22
3. SUIVI D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE.....	23
3.1. <i>Dates de suivi</i>	23
3.2. <i>Matériel</i>	23
Analyse des résultats	25
1. SUIVI DE MORTALITE	25
1.1. <i>Test de détection</i>	25
1.2. <i>Test de persistance</i>	25
1.3. <i>Mortalité brute</i>	26
1.4. <i>Estimation de la mortalité</i>	29
2. ETUDE DE LA REPARTITION SPATIALE ET TEMPORELLE DES CADAVRES.....	30
3. BIAIS PRIS EN COMPTE DANS L'ESTIMATION DE LA MORTALITE.....	30
4. SENSIBILITE DES ESPECES CONTACTEES :	31
5. MISE EN PERSPECTIVE DES RESULTATS.....	32
5.1. <i>Oiseaux</i>	32
5.2. <i>Chauves-souris</i>	32
6. SUIVI D'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN NACELLE.....	33
6.1. <i>Abondance</i>	33
6.2. <i>Saisonnalité</i>	33
6.3. <i>Activité horaire</i>	35
6.4. <i>Corrélation de l'activité avec les vitesses de vent et les températures.</i>	36
Conclusion	38
1. SUIVI DE MORTALITE	38
2. ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE	38
Bibliographie	39
ANNEXE 1 : FICHE DE SUIVI DE MORTALITE POUR L'AVIFAUNE(MTES, 2015)	40
ANNEXE 2 : FICHE DE SUIVI DE MORTALITE CHIROPTERES (MTES, 2015)	41
ANNEXE 3 : CADAVRE DE PIPISTRELLE SP	42

Liste des figures

FIGURE 1 : VISUALISATION DES TRANSECTS DE RECHERCHE DES CADAVRES	12
FIGURE 2 : EXEMPLE D'INSTALLATION D'UN BATMODE EN NACELLE	24
FIGURE 3: EVOLUTION DU NOMBRE DE POUSSINS PRESENTS SUR LE SITE EN FONCTION DU TEMPS.....	25
FIGURE 4 : ACTIVITE ENREGISTREE SUR L'ANNEE (CONTACTS BRUTS).....	34
FIGURE 5 : ACTIVITE HORAIRE ET POURCENTAGE CUMULE, TOUTES ESPECES ET TOUTES SAISONS	35
FIGURE 6 : ÉVOLUTION DE L'ACTIVITE EN FONCTION DE LA VITESSE DE VENT	36
FIGURE 7 : ÉVOLUTION DE L'ACTIVITE EN FONCTION DE LA TEMPERATURE	37

Liste des tableaux

TABLEAU 1: CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES	8
TABLEAU 2 : ÉQUIPE DE TRAVAIL	10
TABLEAU 3 : DATE DE PASSAGES SUR LE SITE.....	11
TABLEAU 4 : SYNTHESE DE L'OCCUPATION DES SOLS POUR LES 7 EOLIENNES.....	21
TABLEAU 5 : SURFACES PROSPECTEES SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI	21
TABLEAU 6 : RESULTATS DU TEST DE PERSISTANCE	25
TABLEAU 7 : CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE	26
TABLEAU 8: ESTIMATION DE LA MORTALITE DES CHIROPTERES SUR LE PARC DE MENEAC SELON LES DIFFERENTES METHODES UTILISEES.....	29
TABLEAU 9 : NOMBRE DE CONTACTS TOTAL SUR L'ANNEE 2021 ET PART DE PRESENCE DES ESPECES	33
TABLEAU 10 : NOMBRE DE CONTACTS PAR MOIS POUR L'ANNEE 2021	34
TABLEAU 11 : NOMBRE DE CONTACTS EN FONCTION DE LA VITESSE DE VENT	36
TABLEAU 12 : NOMBRE DE CONTACTS EN FONCTION DE LA TEMPERATURE	37

Liste des cartes

CARTE 1 : ZONE D'IMPLANTATION DES EOLIENNES ET ZONES DE PROSPECTION	9
CARTE 2 : OCCUPATION DU SOL AUTOEUR DE L'EOLIENNE E1.....	14
CARTE 3 : OCCUPATION DU SOL AUTOEUR DE L'EOLIENNE E2.....	15
CARTE 4 : OCCUPATION DU SOL AUTOEUR DE L'EOLIENNE E3.....	16
CARTE 5 : OCCUPATION DU SOL AUTOEUR DE L'EOLIENNE E4.....	17
CARTE 6 : OCCUPATION DU SOL AUTOEUR DE L'EOLIENNE E5.....	18
CARTE 7 : OCCUPATION DU SOL AUTOEUR DE L'EOLIENNE E6.....	19
CARTE 8 : OCCUPATION DU SOL AUTOEUR DE L'EOLIENNE E7.....	20
CARTE 9 : LOCALISATION DU CADAVRE DE PIPISTRELLE SP.	28

CONTEXTE



Comme le prévoit l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 (arrêté relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement), il convient de mettre en place un suivi de mortalité sur le parc éolien de Ménéac.

Il est dit dans l'article 9 : « Ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation ».

Le suivi mis en place est conforme au protocole reconnu par le ministre de la transition écologique et solidaire dans la décision du 8 avril 2018 : *le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens révisé en 2018* (MTES, 2018). S'étalant de la mi-mai à fin octobre, les prospections couvrent à la fois le transit printanier des chiroptères, l'élevage des jeunes et le transit automnal durant lequel les individus sont particulièrement exposés aux risques de collision. Durant cette même période, l'impact sur l'avifaune en migrations prénuptiale et postnuptiale est également évalué.

Le précédent suivi date de 2014. Ce suivi de 2021 est le premier basé sur le protocole de 2018.

Le présent document rapporte les résultats obtenus lors des prospections effectuées en 2021.



RAPPEL DES ENJEUX ET DES IMPACTS DE L'ETUDE D'IMPACT

1. Chiroptères

Lors de l'étude d'impact (Nass & Wind technologie), réalisée entre l'été 2005 et décembre 2006, 3 espèces de chauves-souris avaient été contactées : Pipistrelles commune et de Kuhl, Sérotine commune, ainsi que des individus appartenant au groupe des Murins, mais non-identifiés à l'espèce.

Aucune espèce migratrice (Pipistrelle de Nathusius, Noctules) n'a été recensée durant l'étude d'impact.

Les milieux cultivés ne semblent pas favorables aux chiroptères étant donné leurs caractères intensifs. Néanmoins, quelques Pipistrelles communes y ont été observées en chasse, lorsque des haies se trouvent en périphérie. Les haies constituent une ressource alimentaire forte et un couloir (corridor) de déplacement avantageux pour la Pipistrelle de Kuhl et la Sérotine commune, notamment sur la partie nord-ouest du site. Les prairies sont favorables à la chasse pour la Pipistrelle commune. Les milieux boisés, sont privilégiés par les Murins : déplacements et activités de chasse. Les lisières sont utilisées par les Pipistrelles communes étant donnée la présence d'une ressource alimentaire importante.

L'analyse issue de l'étude d'impact, montre que le peuplement chiroptérologique du site est nettement dominé par la Pipistrelle commune.

La diversité en chiroptère est faible, néanmoins, la Pipistrelle de Kuhl, présente une certaine valeur patrimoniale, car généralement peu commune.

Aucun impact résiduel fort n'a été défini dans l'étude d'impact concernant les chauves-souris.

2. Oiseaux

28 espèces ont été contactées lors des prospections réalisées dans le cadre de l'étude d'impact (Nass & Wind technologie), réalisée entre l'été 2005 et décembre 2006, pour la création du parc éolien. Parmi celles-ci, 18 sont protégées au niveau national.

L'essentiel des espèces observées sont décrites comme communes (Nass & Wind technologie): Merle noir, Grive Musicienne, Pigeon Ramier, Troglodyte mignon, Tourterelle des bois, Mésange charbonnière, Geai des chênes, Pouillot véloce, Roitelet huppé, Mésange huppé, Martinet noir, Tarier pâtre, Effraie des clochers, Alouette des Champs, Caille des blés, Bruant jaune, Pie bavarde, Rougequeue noir, Rouge-gorge familier, Pinson des arbres, Etourneau sansonnet, Accenteur mouchet, Hirondelle rustique.

Aucun impact résiduel fort n'a été défini dans l'étude d'impact concernant l'avifaune nicheuse.



LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC EOLIEN

Le parc éolien de Ménéac se situe à une soixantaine de kilomètres l'ouest de Rennes, au nord-est du département du Morbihan (56). Il est localisé sur la commune de Ménéac.

Le parc éolien est occupé par un paysage ouvert de cultures intensives que ponctuent quelques boisements.

Le secteur présente un relief très peu accentué puisque l'altitude varie seulement entre 135 et 103 mètres.

Le parc éolien de Ménéac, mis en service en 2009, se compose de 7 éoliennes inscrites dans le schéma de développement éolien mis en place en 2006 sur la communauté de communes de la Trinité-Porhoët. Les éoliennes sont alignées selon un axe plus ou moins nord-ouest/sud-est et séparés d'environ 230m. Les aérogénérateurs sont de type Enercon E53/800, d'une hauteur de 73 m et dont le rotor mesure 52,9 m de diamètre. Ils développent chacun une puissance de 800 kW, et par conséquent une puissance de 5,6 MW pour l'ensemble du parc.

Tableau 1: Caractéristiques des éoliennes

Modèle	Enercon E53/800
Hauteur du moyeu	73 m
Longueur de pale	26,5 m
Diamètre du rotor	52,9 m
Hauteur en bout de pale	99,5 m
Garde au sol	46,5 m
Puissance nominal totale	5 600 kW

Les sept éoliennes sont implantées au sein d'un maillage semi-bocager agricole. La surface à prospector autour des éoliennes est constituée de cultures, boisement, haies et également de zones herbacées rases correspondant au chemin d'accès et à la plateforme de l'éolienne.



Carte 1 : Zone d'implantation des éoliennes et zones de prospection



MATERIEL ET METHODES

1. Équipe de travail

Tableau 2 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Nom
Suivi de mortalité	NATALIA KAPLITA – Chargée d'études – Bureau d'études Calidris
Suivi d'activité chiroptérologique	MARION LEBEAU – Chargée d'études chiroptérologue – Bureau d'études Calidris

2. Suivi de mortalité

2.1. Date de suivi

Le suivi a été réalisé lors de 26 passages entre mai et octobre 2021 (semaines 20 à 43) qui correspondent pour l'avifaune aux périodes de nidification au printemps et de migration postnuptiale à l'automne ; pour les chiroptères aux périodes de mise bas, d'élevage des jeunes, et de transit automnal. Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des passages effectués par l'observateur sur le parc éolien de Ménéac.

Tableau 3 : Date de passages sur le site

N°	Date	Fonction
S20	21-05	Suivi mortalité
S21	28-05	Suivi mortalité
S22	04-06	Suivi mortalité
S23	11-06	Suivi mortalité
S24	18-06	Suivi mortalité
S25	26-06	Suivi mortalité
S26	02-07	Suivi mortalité
S27	09-07	Suivi mortalité
S28	13-07	Suivi mortalité
S29	21-07	Suivi mortalité
S30	27-07	Suivi mortalité
S31	02-08	Suivi mortalité
S32	10-08	Suivi mortalité
S33	16-08	Suivi mortalité
S34	25-08	Suivi mortalité
S35	02-09	Suivi mortalité
S36	06-09	Suivi mortalité
S37	17-09	Suivi mortalité et test de persistance
S37	20-09	Suivi mortalité et test de persistance
S38	22-09	Suivi mortalité et test de persistance
38	24-09	Suivi mortalité et test de persistance
S39	28-09	Suivi mortalité
S40	07-10	Suivi mortalité
S41	13-10	Suivi mortalité
S42	19-10	Suivi mortalité
S43	26-10	Suivi mortalité

2.2. Surface et méthodologie de prospection

Le suivi de mortalité consiste à prospecter au sol les surfaces situées sous les aérogénérateurs en vue de la découverte et de l'identification d'éventuels cadavres.

Surface à prospector : Les pales de l'éolienne mesurant moins de 50 mètres, les prospections ont été réalisées selon un carré de 100 mètres de côté ayant pour centre l'éolienne considérée. La surface théoriquement prospectable mesurait donc 1 hectare pour chaque éolienne. L'orientation du carré et la direction des transects ont été choisies sur le terrain lors de la première visite, en fonction de la présence d'éléments repères dans le paysage, notamment la bordure des plateformes, chemins, sens des sillons agricoles. A chaque visite, cette surface a pu être réduite en fonction des contraintes liées au terrain telles que la présence de boisements, de cultures, de travaux agricoles en cours...

Mode de recherche : Afin de faciliter les prospections, la zone à prospector et les axes de transects ont été matérialisés au sol par des piquets repères disposés de part et d'autre de chaque transect tous les 10 mètres sur une longueur de 100 m. Ce dispositif a ainsi permis à l'observateur de se déplacer de façon régulière sous les éoliennes à vitesse constante. La prospection a été réalisée de part et d'autre des lignes ainsi matérialisées. L'observateur a ainsi prospecté une zone s'étendant sur 5 m de part et d'autre de son parcours.

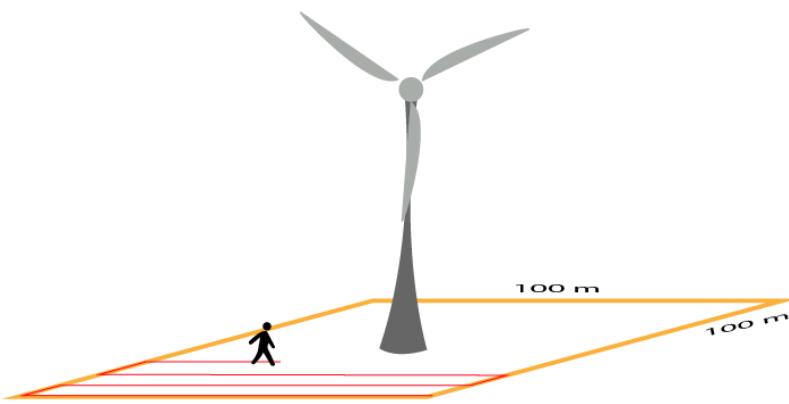


Figure 1 : Visualisation des transects de recherche des cadavres

Zones non prospectées : Les zones de boisement et les haies n'ont jamais été prospectées.

Moment de recherche : Les prospections ont débuté de préférence le matin, dans l'heure qui suit le lever du soleil.

Ordre de prospection des éoliennes : L'observateur s'est attaché à faire varier l'ordre de prospection des éoliennes afin de limiter l'erreur due à une éventuelle disparition des cadavres entre le lever du soleil et le moment de la prospection.

2.3. Recueil des données

À chaque journée de prospection, l'observateur a consigné son heure d'arrivée et de départ ainsi que les conditions météo pouvant avoir un impact sur sa visibilité (température, intensité et direction du vent, nébulosité, pluie éventuelle). Les éoliennes ne fonctionnant pas au moment de la prospection ont également été relevées. La description de l'habitat et la proportion de ce qui a pu être prospecté (% de la surface totale) sont également notées, tout comme le nombre de cadavres trouvés par éolienne et par jour.

Chaque cadavre a été photographié, sa localisation a été consignée sur une carte et le point GPS a été relevé. L'espèce, le sexe, l'âge ainsi que diverses informations relatives à l'état du cadavre ont également été identifiés si possible (voir annexe 1 et annexe 2).

2.4. Test de persistance

Afin d'estimer le taux de persistance des cadavres sous les éoliennes, l'observateur a dispersé des cadavres de poussin de poule noircis au charbon végétal, sous les éoliennes. Cette espèce a été privilégiée car les poussins ont une taille qui se rapproche de celle des chauves-souris, et des passereaux. Trois à quatre poussins ont été placés pour chaque éolienne en fonction des habitats (dalle, végétation rase sur la plateforme, végétation plus élevée). Leur emplacement a été soigneusement relevé pour permettre le contrôle ultérieur. Tous les poussins ont été décongelés la veille de leur placement pour limiter l'avancée de leur décomposition avant le dépôt. L'observateur est ensuite repassé régulièrement au cours de la première semaine pour contrôler la persistance des cadavres, puis les semaines suivantes et jusqu'à la disparition totale des poussins. Au total 23 poussins ont été repartis sous les 7 éoliennes que contient le parc de Ménéac.

2.5. Taux de détectabilité

L'observateur s'est étalonné afin d'établir son taux de détectabilité. Pour cela des leurres (poussins, également noircis au charbon) ont été dispersés par une personne différente de l'observateur sur une parcelle représentative de la diversité des habitats du parc éolien. Le nombre de poussins déposés n'était pas connu de l'observateur et il a recherché les poussins selon les mêmes conditions qu'un suivi de mortalité normal.

2.6. Correcteur de surface

La surface théorique prospectable dans les carrés de 100 m de côté autour des éoliennes est de 1 hectare. Cependant, dans le cas où la végétation est trop touffue, ou dense (haies, broussailles, culture ...), il n'a pas toujours été possible de prospector l'intégralité de cette surface.

La description des habitats autour de chaque éolienne permet de décrire la variation du couvert végétal au cours de la période de prospection, et par conséquent les variations en termes de surface prospectée.

2.6.1. Description de la végétation autour de l'éolienne E1



Carte 2 : Occupation du sol autour de l'éolienne E1

L'éolienne E1 est l'éolienne située la plus au nord. La surface de la plateforme représente 6% de la surface à prospector : une végétation herbacée clairsemée y pousse. Une végétation herbacée spontanée (9%) a poussé tout au long du suivi autour de l'éolienne, et au bord de la plateforme, jusqu'à une hauteur de 50 cm et a été fauchée à la mi-août. La majorité de la surface correspond à de la culture de maïs et de blé (80%) qui a fortement perturbée les prospections de la mi-juin à la mi-août. Une haie est présente sur le quadrat, elle représente 4% de sa superficie.

Sur l'ensemble des prospections, il a été possible de prospecter entre 9% et 96% de la surface, avec une moyenne de 39%.

2.6.2. Description de la végétation autour de l'éolienne E2

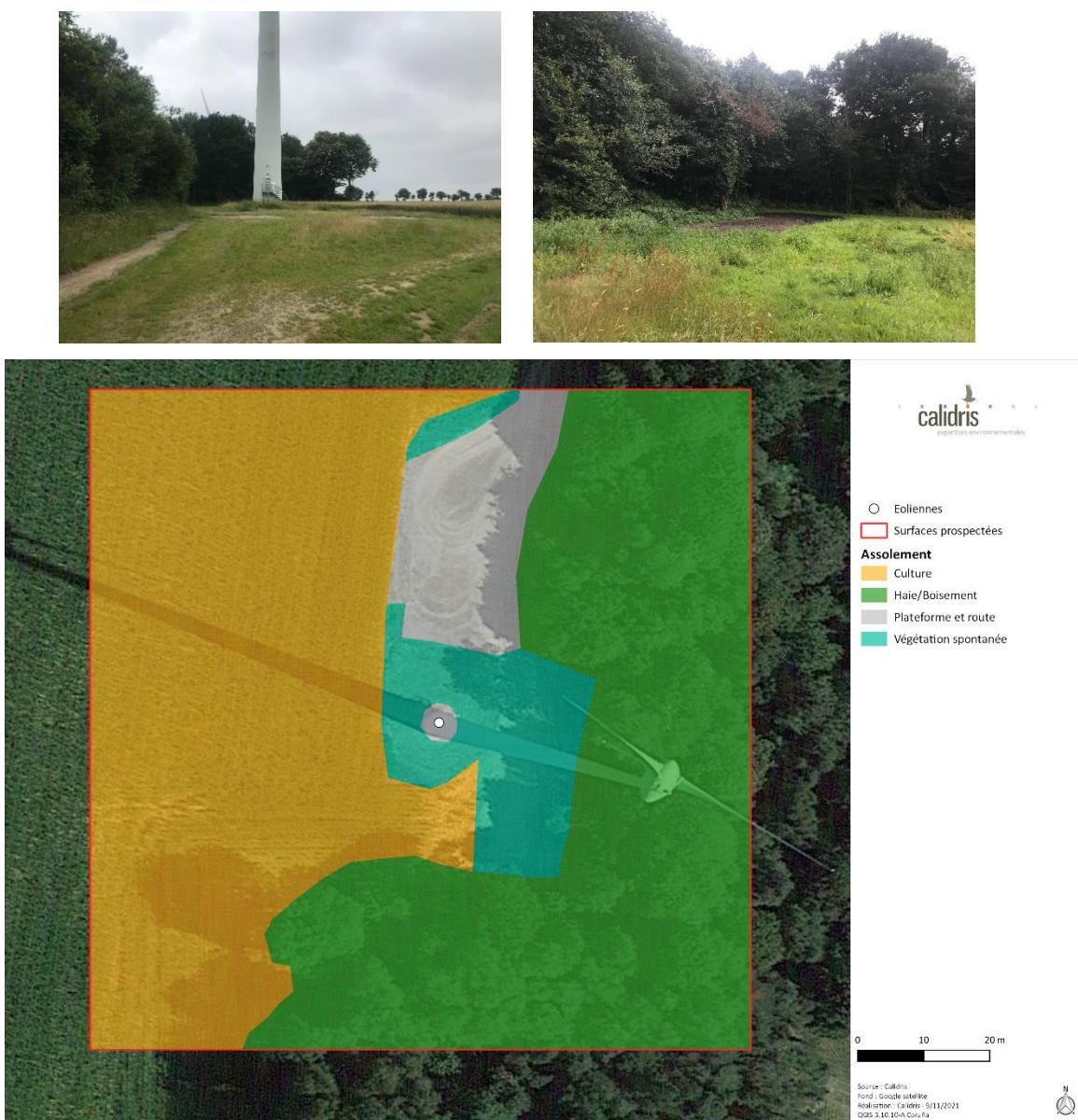


Carte 3 : Occupation du sol autour de l'éolienne E2

La surface à prospector pour l'éolienne E2 était composée à 5 % de la plateforme : une végétation herbacée clairsemée y pousse, et à 65% de culture (blé, colza, maïs). Une végétation herbacée spontanée (8%) a poussé tout au long du suivi autour de l'éolienne, et au bord de la plateforme, jusqu'à une hauteur de 70 cm et a été fauchée à la mi-août. Un boisement englobe 22% du quadrat.

Sur l'ensemble des prospections, il a été possible de prospecter entre 11% et 78% de la surface, avec une moyenne de 35%.

2.6.3. Description de la végétation autour de l'éolienne E3



Pour l'éolienne 3, la plateforme représente 7% de la surface à prospector. Une végétation spontanée herbacée pousse aux alentours de l'éolienne et représente 9% de la surface. Un boisement est présent et représente 41% de la surface, la culture (colza, blé) en représente 43%.

Sur l'ensemble des prospections, il a été possible de prospector entre 15% et 59% de la surface, avec une moyenne de 48%.

2.6.4. Description de la végétation autour de l'éolienne E4

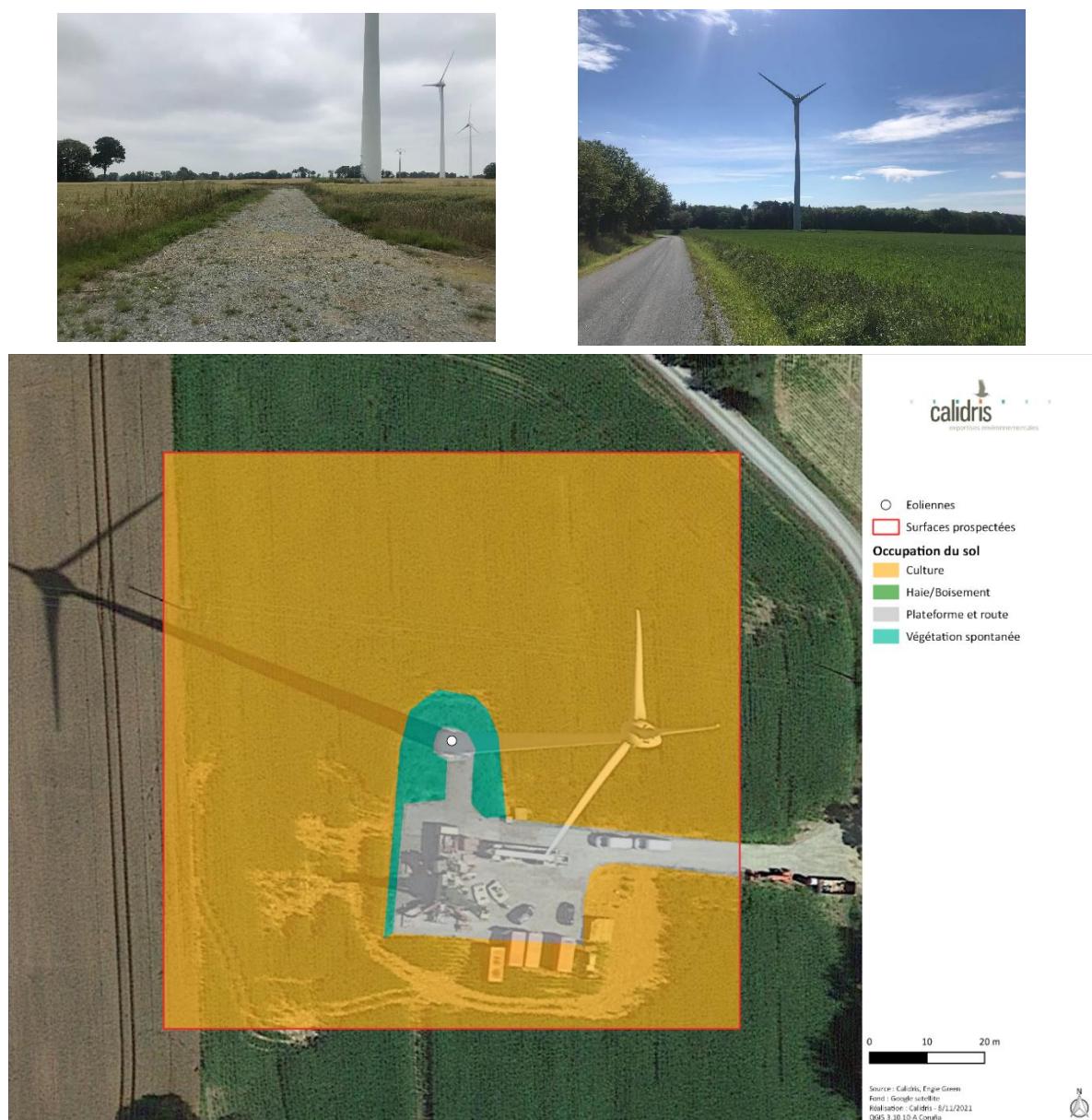


Carte 5 : Occupation du sol autour de l'éolienne E4

Lors des prospections, la surface à prospecter pour l'éolienne E4 était composée à 9% d'une plateforme à végétation herbacée peu importante, ainsi qu'une route bétonnée. 77% de la surface correspondait à de la culture céréalière (blé, colza). A partir de début aout, après la moisson, l'assolement a changé avec une terre nue, puis une végétation type « couvert d'hiver » a été semée. Une végétation spontanée herbacée pousse autour de l'éolienne et représente 8% de la surface. Une haie et un boisement occupent 7% de la superficie totale.

Sur l'ensemble des prospections, il a été possible de prospecter entre 10 % et 93% de la surface, avec une moyenne de 48%.

2.6.5. Description de la végétation autour de l'éolienne E5



Carte 6 : Occupation du sol autour de l'éolienne E5

Lors des prospections, la surface à prospecter pour l'éolienne E5 était composée à 11% d'une plateforme à végétation herbacée peu importante, ainsi qu'un chemin d'accès sans végétation apparente. 88% de la surface correspondait à de la culture céréalière (blé, colza). A partir de début août, après la moisson l'assolement a changé avec une terre nue, puis une végétation type « couvert d'hiver » a été semée. Une végétation spontanée herbacée pousse autour de l'éolienne et représente 3% de la surface.

Sur l'ensemble des prospections, il a été possible de prospecter entre 11 % et 100% de la surface, avec une moyenne de 53%.

2.6.6. *Description de la végétation autour de l'éolienne E6*



Carte 7 : Occupation du sol autour de l'éolienne E6

Lors des prospections, la surface à prospecter pour l'éolienne E6 était composée à 11% d'une plateforme à végétation herbacée peu importante, ainsi qu'une route bétonnée. 77% de la surface correspondait à de la culture céréalière (blé, colza). A partir de début août, après la moisson, l'assolement a changé avec une terre nue, puis une végétation type « couvert d'hiver » a été semée. Une végétation spontanée herbacée pousse autour de l'éolienne et représente 8% de la surface. Une haie occupe 4% de la superficie totale.

Sur l'ensemble des prospections, il a été possible de prospecter entre 15 % et 96% de la surface, avec une moyenne de 47%.

2.6.7. Description de la végétation autour de l'éolienne E7



Carte 8 : Occupation du sol autour de l'éolienne E7

Lors des prospections, la surface à prospecter pour l'éolienne E6 était composée à 11% d'une plateforme à végétation herbacée peu importante, ainsi qu'une route bétonnée. 86% de la surface correspondait à de la culture céréalière (blé, colza). A partir de début août, après la moisson, l'assolement a changé avec une terre nue, puis une végétation type « couvert d'hiver » a été semée. Une végétation spontanée herbacée pousse autour de l'éolienne et représente 3% de la surface.

Sur l'ensemble des prospections, il a été possible de prospecter entre 17 % et 100% de la surface, avec une moyenne de 49%.

2.6.8. Conclusion synthétique de l'occupation du sol et de la surface totale prospectée

Tableau 4 : Synthèse de l'occupation des sols pour les 7 éoliennes

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Culture (%)	80	65	43	77	88	77	86
Boisement, haies et friches (%)	4	22	41	7	0	4	0
Plateforme et route (%)	6	5	7	9	9	11	11
Végétation spontanée (%)	9	8	9	8	3	8	3

A chaque visite, la surface prospectée a été relevée en pourcentage pour chaque éolienne. Ce pourcentage étant calculé par rapport à une surface standard de 1 ha.

Le calcul de la moyenne a été réalisé à partir de l'ensemble des surfaces prospectées pour chaque éolienne à chaque visite. Au cours de la période de prospection entre 13% et 82% de la surface théorique a été prospecté. En moyenne, 43% de la surface théorique a pu être prospectée au cours de l'ensemble des prospections, soit 3 ha sur 7 ha. C'est cette valeur qui sera utilisée pour le calcul de l'estimation de la mortalité.

Tableau 5 : Surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

	Surface minimale prospectée (%)	Surface maximale prospectée (%)	Surface moyenne prospectée pendant le suivi (%)
E1	9	96	39
E2	11	78	35
E3	15	59	34
E4	10	93	48
E5	11	100	53
E6	15	96	47
E7	17	100	49
PARC	13 (soit 0.9ha)	82 (soit 5.7ha)	43 (soit 3ha)

2.7. Taux de mortalité

Il existe différentes méthodes d'estimation de la mortalité qui prennent en compte plusieurs paramètres tels que le taux de disparition, le test de détectabilité, etc. Plusieurs méthodes peuvent être appliquées, car chacune d'entre elles présente des avantages et des inconvénients et les résultats diffèrent de l'une à l'autre parfois de façon importante.

Ainsi, l'utilisation de plusieurs méthodologies permet de présenter une fourchette de résultats.

Méthode « Erickson » (2000)

Ce protocole intègre la durée de la persistance moyenne des cadavres. Cette formule présente l'avantage de fonctionner même lorsque le taux de persistance sur la durée de l'intervalle vaut 0.

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d}$$

N= nombre de cadavres total

I=durée de l'intervalle, équivalent à la fréquence de passage (en jours)

C= nombre de cadavres comptés

tm= durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours)

d= taux de détection (test de détectabilité)

Méthode « Jones » (2009)

La méthode de JONES et al. (2009) considère que le taux de mortalité est constant dans l'intervalle et que la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative. Cette méthode suppose également que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à moitié de l'intervalle. Le taux de persistance tm est alors remplacé par la formule suivante : $p = e^{(-0,5 \times I / tm)}$

$$N = \frac{C}{a \times d \times p \times \hat{e}}$$

Ces auteurs intègrent en outre 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 un « intervalle effectif » qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%. L'intervalle effectif, \hat{I} est donc égal à $-\log(0,01) \times tm$. Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} .

a : coefficient de correction surfacique

\hat{I} : intervalle effectif

\hat{e} : coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à $\frac{M_{in}(I:\hat{I})}{\hat{I}}$

Méthode « Huso » (2010)

Le dernier protocole en date, Huso (2010), toujours en considérant la mortalité constante, considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Le coefficient proposé est plus élevé :

$$p = \frac{tm \times \left(1 - e^{\frac{-I}{tm}}\right)}{I} \quad \text{D'où } N = \frac{c}{p \times \hat{e}} \times a$$

Les calculs ont été réalisés en utilisant l'application créée par le CNRS <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/> (Besnard & Bernard, 2017).

3. Suivi d'activité chiroptérologique

3.1. Dates de suivi

Des études acoustiques ont été effectuées en altitude dans le but de caractériser l'activité des chiroptères en altitude, notamment pour la détection d'espèces en transit (vol en plein ciel). Pour cela, un enregistreur de type BAT mode a été installé à hauteur de nacelle. La période d'enregistrement s'est déroulée entre le 2 mars et le 10 décembre 2021.

3.2. Matériel

Un enregistreur automatique BATmode de Bio Acoustic Technology a été utilisé. Ce matériel, dédié aux écoutes en nacelles, possède plusieurs avantages : un micro très performant, un disque dur intégré qui stocke les données sans risque de pertes, des modules GSM et wifi qui permettent de communiquer à distance et à tout moment avec l'appareil et ainsi d'être très réactif en cas de dysfonctionnement. Le micro à très haute sensibilité permet la détection des ultrasons de chiroptères sur une très large gamme de fréquences, couvrant toutes les émissions possibles des espèces européennes de chiroptères (de 8 à 192 kHz).

Ce mode opératoire permet actuellement, dans de bonnes conditions d'enregistrement, l'identification acoustique des 34 espèces de chiroptères présentes en France. Les espèces ne pouvant pas être différencierées seront regroupées en paires ou groupes d'espèces.



Figure 2 : Exemple d'installation d'un BATmode en nacelle



ANALYSE DES RESULTATS

1. Suivi de mortalité

1.1. Test de détection

Le taux de détection de l'observateur de Ménéac est de 80%.

1.2. Test de persistance

L'observateur note le plus régulièrement possible les poussins restant jusqu'à la disparition de tous les cadavres.

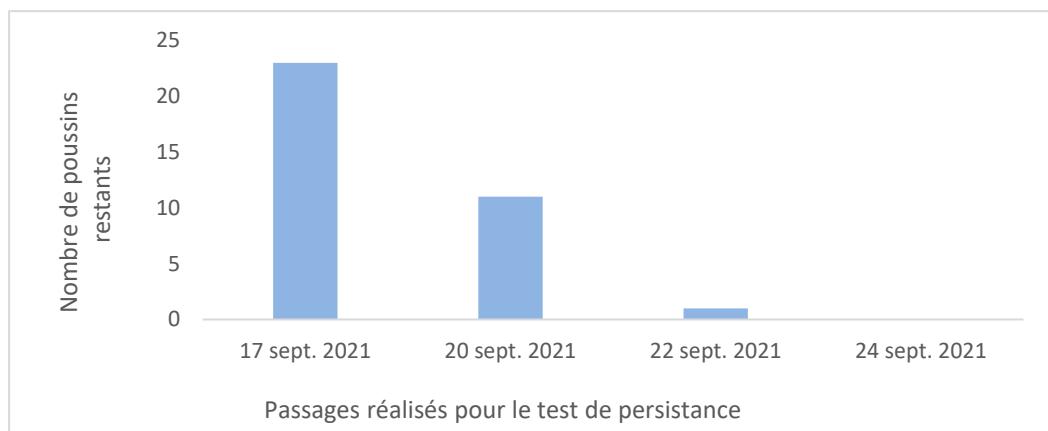


Figure 3: Evolution du nombre de poussins présents sur le site en fonction du temps

En seulement 3 jours, 48% des cadavres ont disparu (passant de 23 à 11). En 7 jours, l'intégralité des poussins a disparue. Dans le cas où il y aurait une collision le lendemain du passage hebdomadaire de l'observateur, il y a un risque élevé que le cadavre ait disparu lors du passage suivant. En moyenne, les cadavres persistent 2 jour dans le milieu.

Tableau 6 : Résultats du test de persistance

Eoliennes																		
	E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7					
Persistance (jours)	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	3	0	0	5	3

1.3. Mortalité brute

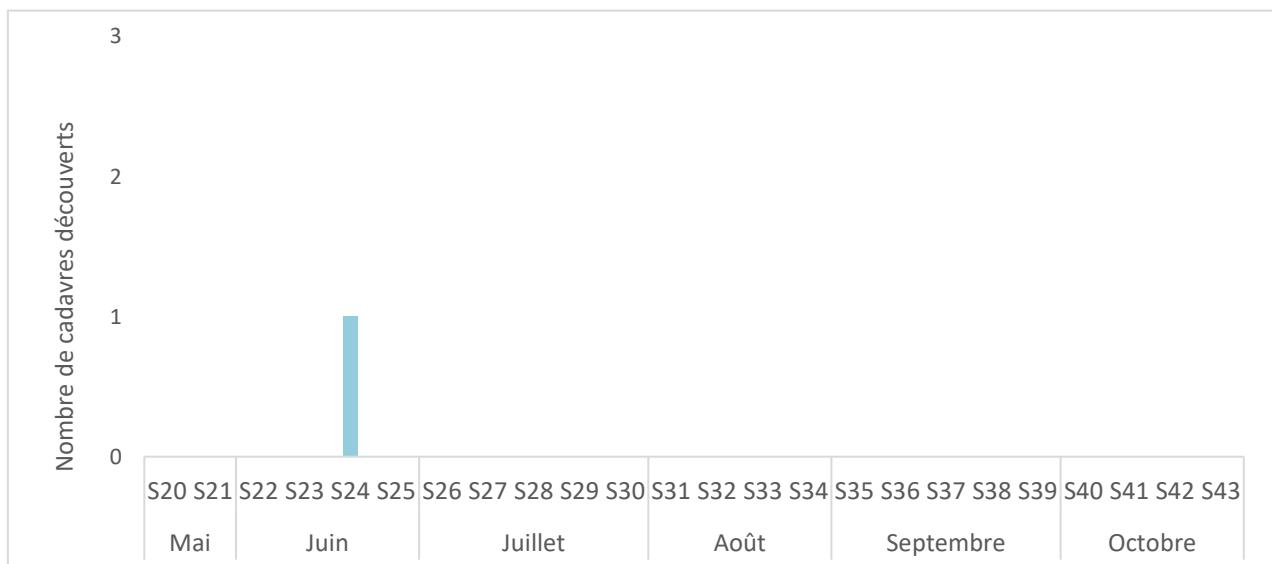
1.3.1. Phénologie

Lors du suivi, réalisé entre le 21 mai 2021 et le 26 octobre 2021, aucun cadavre d'oiseaux n'a été recensé. Néanmoins, 1 cadavre de chiroptère a été trouvé le 18 juin 2021 (semaine 24).

Tableau 7 : Cadavres découverts lors du suivi de mortalité

Date	N°	Taxon	Identification	Distance	Type de végétation	Hauteur (cm)	Etat cadavre	Cause présumée
18/06/2021	1	Chiroptères	Pipistrelle sp.	25 m	Aucune (gravier)	0 cm	En décomposition	Barotraumatisme

Figure 3 : Histogramme de la chronologie de la mortalité brute des chiroptères



1.3.2. Espèces impactées

La chauve-souris retrouvée morte appartient au groupe des Pipistrelles sp : il peut s'agir de la Pipistrelle commune, de Kuhl ou de Nathusius.

Tableau 4 : Potentiel statut des espèces de chiroptères retrouvés mortes sous les éoliennes

CD_NOM	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Protection nationale	Directive Habitats	Listes rouges	
					France (2017)	Régionale (2015)
79303	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Art. 2	IV	LC	LC
60479	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Art. 2	IV	NT	LC
60690	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Art. 2	IV	NT	NT

Légende :

Listes rouges : (UICN France et al. 2016)

Espèces menacées : CR : en danger critique, EN : en danger et VU : vulnérable,

Autres catégories : NT : quasi menacée, LC : préoccupation mineure, DD : données insuffisantes pour évaluer l'espèce, NA : non applicable (NAA : introduite après l'année 1500 ; NAb : présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année ; NAc : régulièrement présente en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative ; Nad : régulièrement présente en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis).

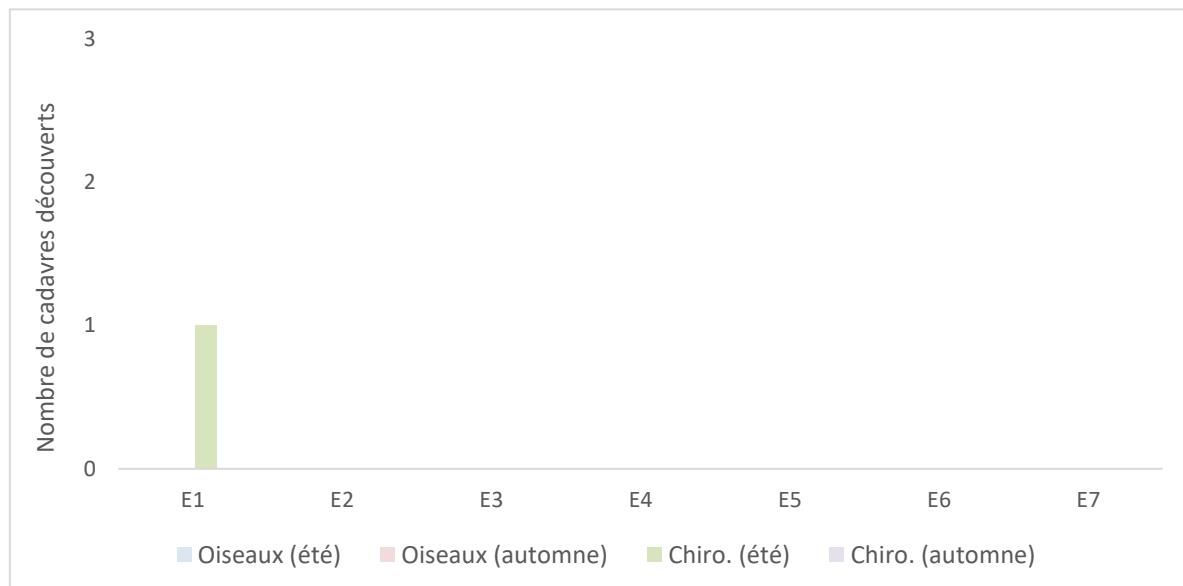
Protection nationale : Art.2 : article 2 – protection intégrale des individus et protection des sites de reproduction et des aires de repos

Directive « Habitats » : An. II : annexe II – Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation, An. IV : annexe IV – Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte

1.3.3. Éoliennes les plus à risque

L'éolienne 1 semble présenter un risque de collision plus élevé que les autres. Néanmoins, il faut rester prudent, étant donné que seulement 1 cadavre a été recensé sur l'intégralité du parc éolien de Ménéac, sous cette même éolienne.

Figure 4 : Nombre de cadavres découverts par éolienne et par saison





Carte 9 : Localisation du cadavre de Pipistrelle sp.

Suivi post-implantation du parc éolien de Ménéac 2021

1.4. Estimation de la mortalité

Le tableau suivant présente les résultats obtenus du taux de mortalité du parc éolien selon les différents tests statistiques utilisés. Les résultats sont exprimés en nombre d'individus tués par éolienne et par an.

Un test non paramétrique a été utilisé car les données ne sont pas réparties selon une loi normale. Les données de mortalité ont été compilées pour l'ensemble du parc éolien. Du fait du faible nombre de collisions recensées sur le parc, pour l'ensemble de la période d'étude, l'estimation a porté uniquement sur l'ensemble du parc et pas indépendamment pour chaque éolienne.

Tableau 8: Estimation de la mortalité des chiroptères sur le parc de Ménéac selon les différentes méthodes utilisées

Formule	Médiane	IC 90%	IC 80%
Erickson (2000)	19,29	[0 ; 115,76]	[0 ; 62,02]
Huso (2010)	21,12	[0 ; 347,58]	[0 ; 135,37]
Jones (2010)	43.07	[0 ; 668,30]	[0 ; 527,60]

Le taux de mortalité pour l'ensemble du parc durant la période de mai à octobre 2021 se situe entre **19 et 43 individus** de chauve-souris, soit entre **3 et 6** individus par machine. La méthode de calcul de Erickson et d'Huso donnent les estimations les plus faibles, autour d'une vingtaine individus tandis que celle de Jones donne des résultats plus importants (>40 indiv.). L'intervalle de confiance IC80% indique qu'il y a 80% de chances que l'estimation de la mortalité soit réellement comprise entre 0 et 62 individus pour la méthode de Erickson. Aucun résultat n'a pu être calculé selon la méthode de Winkelmann, ce qui pourrait provenir du taux de persistance qui est trop court.

Etant donné qu'aucun cadavre d'oiseaux n'a été observé, il n'est pas possible d'estimer, pour ce taxon, d'évaluer une quelconque mortalité potentielle.

2. Etude de la répartition spatiale et temporelle des cadavres

Le cadavre de chauve-souris a été vu en période estivale, au niveau de l'éolienne 1. Cette éolienne est accolée à une haie pouvant constituer un corridor de déplacement et de chasse pour les chauves-souris.

3. Biais pris en compte dans l'estimation de la mortalité

Le taux de persistance des cadavres sur ce site est faible, avec une moyenne de 2 jours. Plus aucun des leurres disposés sur le site étaient encore présents une semaine après le dépôt.

Plusieurs Buses variables, Corneilles noires et Pies bavardes ont été observés sur le site lors des prospections. De même, des crottes de renard étaient présentes à plusieurs reprises sur le site.

Ces informations pourraient expliquer le taux de persistance faible en comparaison avec d'autres sites.

La détection de l'observateur qui a été testée sur une prairie avec de la végétation de longueur variée correspond plutôt bien aux habitats qui ont pu être observés sur le terrain. En effet, la végétation a poussé tout au long de la période d'observation et a été fauchée (pour la végétation spontanée) et moissonnée (pour les cultures) périodiquement, ce qui a permis de limiter la hauteur. En cas de hauteur trop importante rendant la détection impossible ou du moins particulièrement peu probable (culture, ou végétation spontanée de hauteur supérieure à 70 cm), la partie en question était écartée de la prospection car le taux de détection était alors beaucoup moins élevé. C'est également le cas pour les boisements et les haies.

Le correcteur surfacique appliqué a permis de prendre en compte la variation de la hauteur de la végétation au cours du temps. Certaines éoliennes ont été peu prospectées et notamment l'éolienne 2 et 3 qui englobent respectivement 22% et 41% de boisement dans leurs surfaces de prospection. Les autres éoliennes ont également été faiblement prospectée pendant la première partie du suivi et jusqu'à la moisson du blé. Une prospection sur un terrain à végétation maintenue courte tout au long de la période d'observation aurait permis une meilleure estimation de la mortalité.

4. Sensibilité des espèces contactées :

Pipistrelles, *Pipistrellus sp.*

La Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl sont deux espèces sédentaires. Elles font des déplacements limités (une vingtaine de kilomètres), chassant et se déplaçant le long des éléments arborés. Elles peuvent néanmoins effectuer des vols en hauteur (au-delà de 20 m). D'après la SFEPM, elle a déjà été observée à hauteur des rotors, voire jusqu'à quelques centaines de mètres pour la Pipistrelle de Kuhl (Cf. <http://www.sfepm.org/eoliennescs.htm>). En ce qui concerne la pipistrelle de Nathusius, c'est principalement lors de leur vol de transit (déplacements entre zone de chasse et gite ou déplacements saisonniers) que cette espèce est la plus impactée (vol à haute altitude).

La Pipistrelle commune est très impactée par les éoliennes et représente 39 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2014 (Rodrigues et al., 2015) et 35 % du total français connu au 7 mai 2021 (Dürr, 2021), avec 1012 individus comptabilisés. La note de risque attribuée à l'espèce d'après le nombre de collisions recensées en Europe est de 5 (note la plus élevée). En Bretagne, La sensibilité de cette espèce au risque de collision est donc très forte en général.

La Pipistrelle de Kuhl est moins impactée que la Pipistrelle commune par les éoliennes. Elle représente 8 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2014 (RODRIGUES et al., 2015) et 8 % du total français connu au 7 mai 2021 (Dürr, 2021), avec 219 individus comptabilisés. La note de risque attribuée à l'espèce d'après le nombre de collisions recensées en Europe est de 4. La sensibilité de cette espèce au risque de collision est donc forte en général.

Le nombre de collisions recensées pour la Pipistrelle de Nathusius est moins important que celui constaté pour la Pipistrelle commune. Cependant, celle-ci est beaucoup plus abondante sur le territoire français. La Pipistrelle de Nathusius, représente ainsi 11 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2014 (RODRIGUES et al., 2015) et 9 % du total français connu au 7 mai 2021 (Dürr, 2021), avec 276 individus comptabilisés. Compte tenu de sa relative rareté, la note de risque attribuée à l'espèce d'après le nombre de collisions recensées en Europe est de 5 (note la plus élevée). La sensibilité de cette espèce au risque de collision est donc très forte en général.

Globalement, le groupe des pipistrelles sp. est le plus impacté par les éoliennes avec 76 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2014 (RODRIGUES et al., 2015) et 71 % du total français connu au 7 mai 2021 (Dürr, 2021), avec 2028 individus comptabilisés.

5. Mise en perspective des résultats

Il est difficile de comparer les résultats avec d'autres études menées à l'échelle de la France ou de la région Bretagne. En effet, malgré l'uniformisation progressive des protocoles de suivi, et notamment grâce à la publication du *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres* (MTES 2018), les synthèses sur la mortalité s'appuient encore sur des études aux protocoles variés, où certains biais (détectabilité, correcteur surfacique, persistance) n'ont pas toujours été pris en compte. De ce fait, les études sont peu comparables les unes par rapport aux autres.

5.1. Oiseaux

La synthèse sur le « Parc éolien français et son impact sur l'avifaune » (LPO, 2017) évoque un nombre allant de 6,6 à 7,2 oiseaux tués par éolienne et par an (calculée sur 8 parcs aux protocoles comparables, et en prenant en compte les oiseaux projetés potentiellement au-delà de 50m). Au Canada, une étude estime que la mortalité imputable aux éoliennes est de l'ordre de 4,71 oiseaux par éolienne (Canada Bird Studies Studies, 2016 in LPO, 2017).

Cependant, à Ménéac, aucune mortalité n'a été observée pour ce taxon.

5.2. Chauves-souris

Dans la synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer, (Gaultier, S.P., Marx, G., & Roux, D., 2019) évoquent l'existence d'un « taux de mortalité accepté » en Allemagne, variable d'un Länder à l'autre, qui serait compris entre et 1 et 2 cadavres de chauve-souris par éolienne et par an (Behr et al, 2017 in Gaultier, S.P., Marx, G., & Roux, D., 2019). Bien que cette notion sous-tende qu'il serait acceptable que des chauves-souris protégées puissent être détruites dans l'exploitation éolienne, ce chiffre peut nous servir d'indicateur pour nos comparaisons.

A Ménéac entre 19 et 43 chiroptères seraient impactées pour l'ensemble du parc, soit environ entre 3 et 6 cadavres par éolienne pour l'ensemble du suivi. La mortalité des chiroptères semble plutôt faible par rapport à d'autres parcs éoliens, même si les résultats dépassent ceux énoncés en Allemagne.

Au regard du suivi de mortalité mené entre mai et octobre 2021, à Ménéac (56), le risque de collision apparaît plutôt réduit.

6. Suivi d'activité chiroptérologique en nacelle

6.1. Abondance

2 612 contacts de chauves-souris ont été enregistré entre le 2 mars et le 10 décembre. Le nombre de contacts enregistrés est globalement faible. Cinq espèces et un groupe d'espèces ont été identifiés, indiquant une richesse spécifique moyenne et assez classique pour le type de milieu échantillonné (cultures avec quelques haies et petites zones boisées en périphérie).

La Pipistrelle commune est l'espèce la plus abondante, avec 75 % de part d'activité. Elle est suivie par la Pipistrelle de Kuhl avec 18% de part d'activité et les noctules et sérotines avec un total d'environ 6 % de part d'activité cumulée. Par ailleurs, les enregistrements ont permis d'observer une activité de chasse pour plusieurs espèces : Pipistrelle commune, Noctule commune et Noctule de Leisler. Pour ces raisons et parce qu'il est difficile de différencier avec certitude dans ces conditions la Sérotine commune de la Noctule commune, un grand nombre d'enregistrement ont été classé dans le groupe « sérotines et noctules ».

Tableau 9 : Nombre de contacts total sur l'année 2021 et part de présence des espèces

Espèces	Nombre de contacts total	Pourcentage d'activité
Pipistrelle commune	1962	75,11%
Pipistrelle de Kuhl	479	18,34%
Groupe des sérotines et noctules	86	3,29%
Noctule commune	41	1,57%
Noctule de Leisler	33	1,26%
Sérotine commune	10	0,38%
Groupe des murins	1	0,04%
	2612	100,00%

6.2. Saisonnalité

La période de mise bas et d'élevage des jeunes ainsi que la période de transit automnale sont les périodes présentant le plus d'activité enregistrée à hauteur de nacelle. Le mois de septembre étant celui qui indique le plus grand nombre de contacts enregistrés (1992 contacts).

L'activité enregistrée durant la période de transit printanier est très faible. Il est à noter que les conditions météorologiques de ce printemps 2021 ont été particulièrement défavorables à l'activité des chiroptères, pouvant expliquer le faible nombre de contacts enregistrés.

Tableau 10 : Nombre de contacts par mois pour l'année 2021

Espèces	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total
Sérotine commune						8	2			10
Groupe des murins							1			1
Noctule de Leisler	1			5		11	13	3		33
Noctule commune							41			41
Pipistrelle de Kuhl			6	52	9	34	343	34	1	479
Pipistrelle commune	2		39	93	55	151	1531	90	1	1962
Groupe des sérotines et noctules						25	61			86
Nombre de contacts enregistrés	3	0	45	150	64	229	1992	127	2	2612

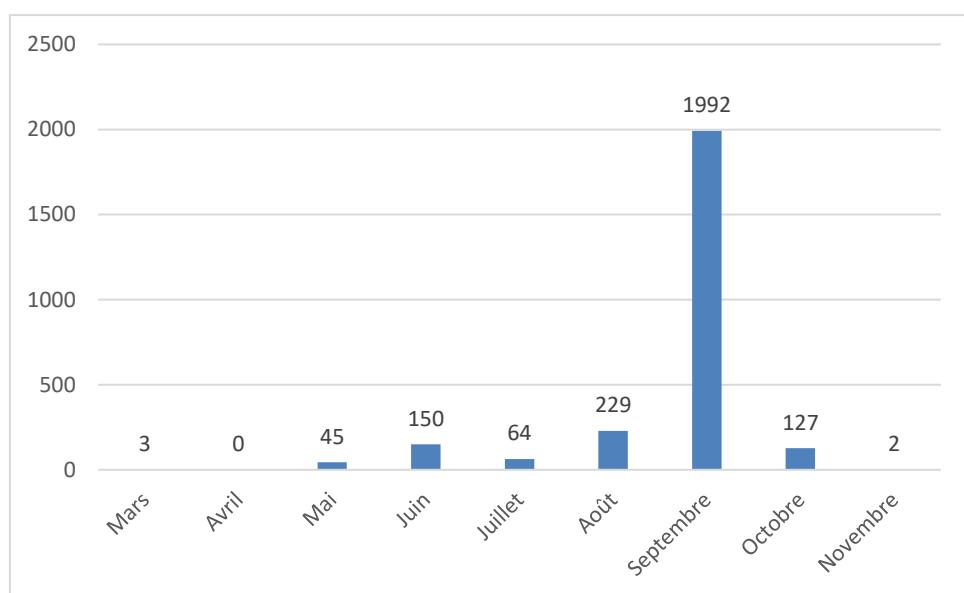


Figure 4 : Activité enregistrée sur l'année (contacts bruts)

6.3. Activité horaire

Conscients que la durée du jour et de la nuit varie annuellement, modifiant ainsi l'heure de début d'activité journalière des chauves-souris au cours de leur cycle biologique, il nous a paru nécessaire de convertir les heures réelles de contacts en « heure après le coucher du soleil », pour obtenir des résultats cohérents et comparables entre eux. Cette conversion a été réalisée à l'aide des éphémérides (PTAFF.CA/soleil).

L'activité des chiroptères se déroule à plus de 90 % dans les huit premières heures après le coucher du soleil. Elle est maximale entre 2 et 3 heures après le coucher du soleil, représentatif des sorties de gîte et à de la chasse. Un second pic d'activité a lieu au bout de la septième heure après le coucher du soleil, correspondant au retour en gîte en fin de nuit. Après le deuxième pic d'activité, plus de 92 % de l'activité est effectuée.

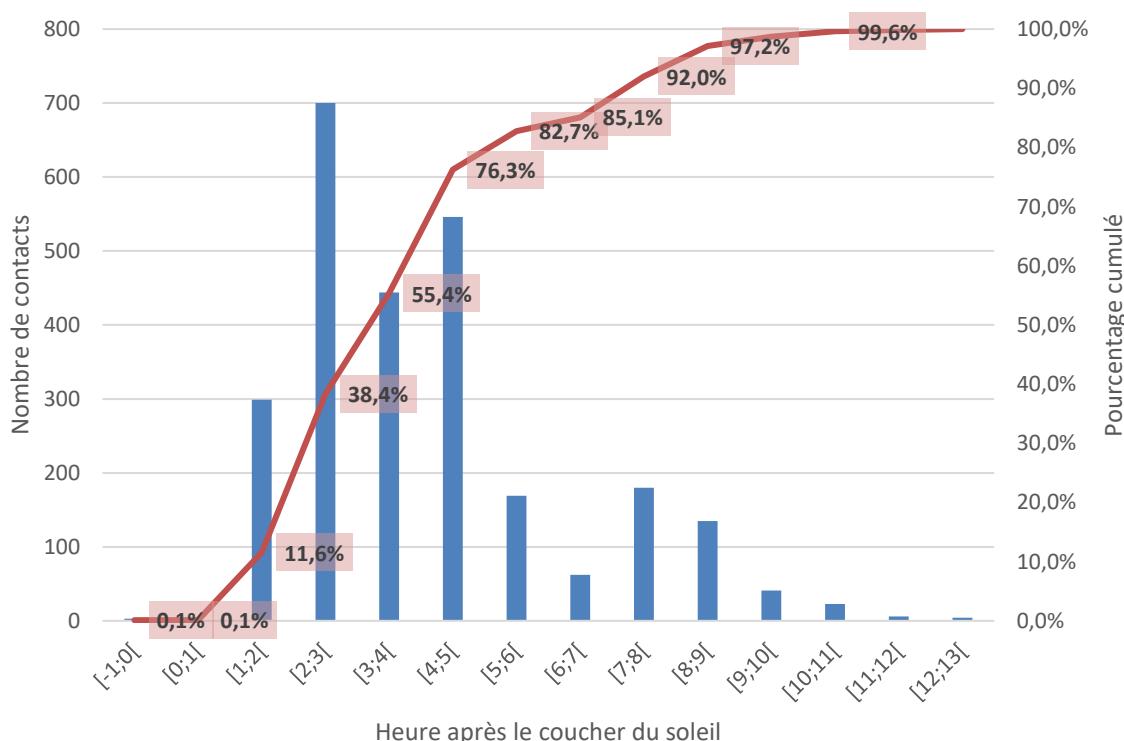


Figure 5 : Activité horaire et pourcentage cumulé, toutes espèces et toutes saisons

6.4. Corrélation de l'activité avec les vitesses de vent et les températures.

Les vitesses de vent et les températures enregistrées ont été mises en relations avec les données chiroptérologiques. Les résultats sont présentés dans les tableaux et graphiques suivants :

Tableau 11 : Nombre de contacts en fonction de la vitesse de vent

Vitesse du vent	Nombre de contacts	Part de contact en fonction du vent	Part de contact cumulé en fonction du vent
0 m.s-1	255	9,77%	10%
1 m.s-1	192	7,35%	17%
2 m.s-1	432	16,55%	34%
3 m.s-1	645	24,70%	58%
4 m.s-1	489	18,73%	77%
5 m.s-1	451	17,27%	94%
6 m.s-1	80	3,06%	97%
7 m.s-1	61	2,34%	100%
8 m.s-1	6	0,23%	100%
Total	2611	100,00%	

Près de 77% de l'activité a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures à 5 m/s et 94% à des vitesses inférieures à 6 m/s. Les vitesses de vent élevées semblent donc être un facteur limitant de l'activité des chiroptères.

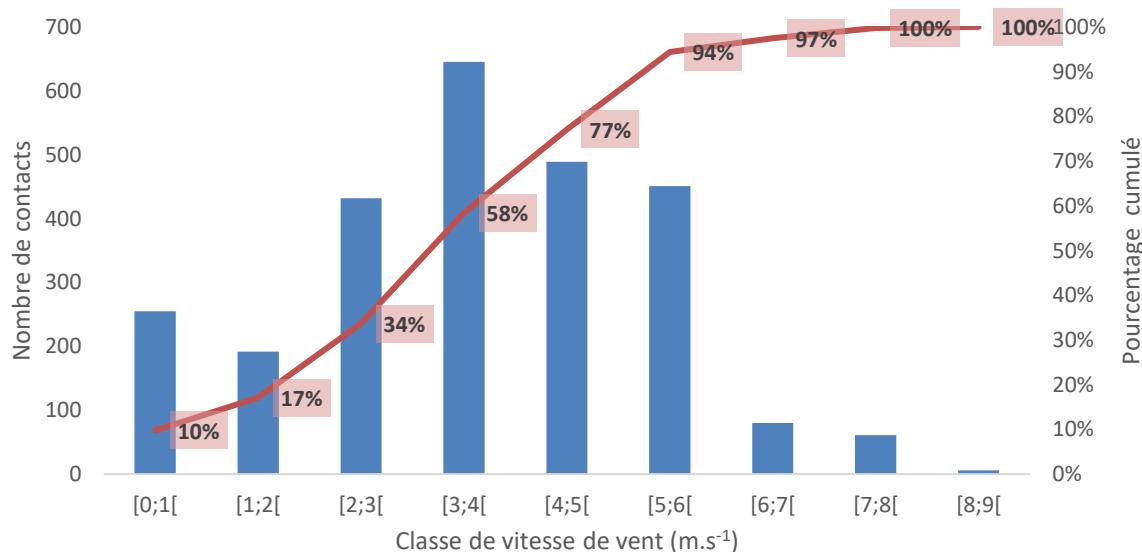


Figure 6 : Évolution de l'activité en fonction de la vitesse de vent

84 % de l'activité chiroptérologique a été enregistrée pour des températures supérieures à 15°C et 94 % à 14° C. En-dessous de ce seuil, la fréquentation est plus faible.

Tableau 12 : Nombre de contacts en fonction de la température

Température	Nombre de contacts	Part de contact en fonction de la température	Part de contact cumulé en fonction de la température
25°C	32	1,23%	1%
24°C	5	0,19%	1%
23°C	23	0,88%	2%
22°C	13	0,50%	3%
21°C	24	0,92%	4%
20°C	171	6,55%	10%
19°C	817	31,28%	42%
18°C	324	12,40%	54%
17°C	402	15,39%	69%
16°C	104	3,98%	73%
15°C	273	10,45%	84%
14°C	272	10,41%	94%
13°C	124	4,75%	99%
12°C	19	0,73%	100%
11°C	4	0,15%	100%
10°C	3	0,11%	100%
9°C	0	0,00%	100%
8°C	2	0,08%	100%
Total	2612		

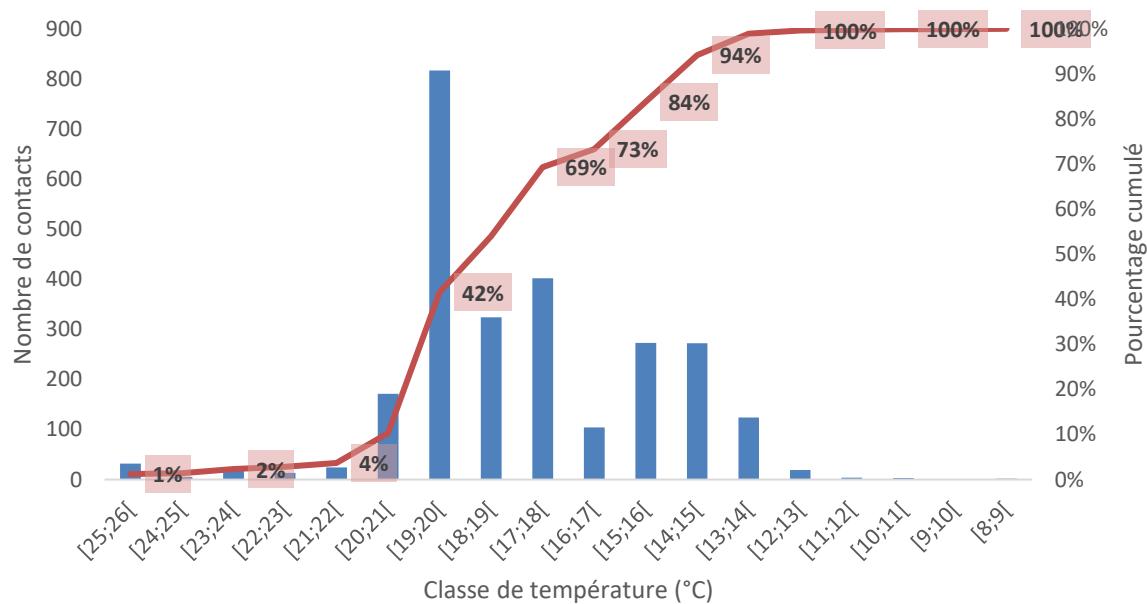


Figure 7 : Évolution de l'activité en fonction de la température



CONCLUSION

1. Suivi de mortalité

Un seul cadavre de chauve-souris a été observé sur la période d'observation de mai à octobre 2021.

En prenant en compte les biais liés à la courte persistance des cadavres sur le site, ainsi que le fait qu'en moyenne seul 43 % de la surface a pu être prospectée, les estimations d'Huso, Erickson et Jones permettent d'estimer qu'il y a eu entre 3 et 6 collisions de chauve-souris par machine pour la période étudiée.

De ce fait, il apparaît que le faible taux de mortalité constaté, dans le cas de ce suivi, montre que le risque de collision est faible pour le parc de Ménac et qu'il n'est pas de nature à remettre en cause le cycle biologique des espèces.

2. Activité chiroptérologique

2 312 contacts de chauves-souris ont été enregistré. Les chauves-souris ont été plus active en période automnale. Le mois de septembre montrant le plus fort taux d'activité. De nombreux enregistrements montrent un comportement de chasse pour au moins 3 espèces : Pipistrelle commune, Noctule commune et Noctule de Leisler. Pour cette raison et parce qu'il est difficile de différencier les sérotines des noctules avec un comportement de chasse, de nombreux contacts ont été classés dans la catégorie « groupe des sérotines et noctules ».

En ce qui concerne l'activité chiroptérologique en fonction des conditions météorologiques, les résultats montrent une préférence des chauves-souris pour des vols à des températures supérieures à 14°C (94% de l'activité enregistrée) et des vitesses de vents inférieures à 6 m/s (94% de l'activité enregistrée).

Au vu des résultats du suivi postimplantation 2021, aucune mesure de bridage et suivi supplémentaire n'est nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

- **Ouvrages :**

André, Y. (2004). Paragraphe « Mortalité », Protocole de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. *LPO*, 9-12.

Arthur, L., & Lemaire, M. (2015). *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Mèze ; Paris: Biotope ; Museum national d'Histoire Naturelle.

Dürr, T. (2019). *Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe—Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg*. Consulté à l'adresse <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

Erickson, W., Strickland, D., Johnson, G., & Kern, W. (2000). Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. *National Avian, Wind Power Plan-ning Meeting III, San Diego, California*, 172-182.

Heitz & Jung. (2016). *Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : Enjeux et solutions (Étude bibliographique)* (p. 149). Consulté à l'adresse Ecosphère website: https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/rapport_heitz-jung_vfin.pdf

Huso, M. M. P. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 19pp.

Jones, G., Cooper-Bohannon, R., Barlow, K., & Parsons, K. (2009). Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain. *Scoping and method development report., Bat conservation Trust*, 150 pp.

MTES. (2015). *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres* (p. 47). Consulté à l'adresse Ministère de la transition écologique et solidaire website: <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-29243-protocole-suivi-environnemental-parcs-eoliens.pdf>

MTES. (2018). *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres—Révision 2018* (p. 20). Consulté à l'adresse Ministère de la transition écologique et solidaire website: https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/protocole_de_suivi_revision_2018.pdf

Nass & Wind Technologie (____) - Projet éolien de Ménéac (264 pages)

Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., Kapandža, B., Kovač, D., Kervyn, T., ... Minderman, J. (2015). *Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015* (N° 6 (version française); p. 133). Secrétariat, Bonn, Allemagne: UNEP/EUROBATS.

- **Ressources internet :**

<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>.

Annexe 1 : Fiche de suivi de mortalité pour l'avifaune(MTES, 2015)

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien :			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : Longitude : Numéro de l'éolienne la plus proche : Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) :			
N° de photos :			
Description et identification : Taille de l'oiseau (ailes déployées) : Particularités (couleur, forme quelconque) : Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment			
Etat du cadavre : <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...):			
COMMENTAIRES :			

Annexe 2 : Fiche de suivi de mortalité chiroptères (MTES, 2015)

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien :			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : Longitude : Numéro de l'éolienne la plus proche : Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) :			
N° de photos :			
Description et identification : Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : Particularités (couleur, forme quelconque) : Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input type="checkbox"/> Sans blessure visible			
Etat du cadavre : <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):			
COMMENTAIRES :			

Annexe 3 : Cadavre de Pipistrelle sp

