



21 rue du Danemark
56400 BREC'H
tel : 02 97 58 53 15
www.althis.fr



Rapport de suivi 2018

Suivis post-implantation

**Parc éolien des moulins à vent de Kermadéen -
Commune de Lannéanou (29)**



Source photo : althis

07/08/2019

SOMMAIRE

I.	Introduction	4
II.	Contexte	5
II.1	Localisation	5
II.2	Parc des Moulins à vent de Kermadeen	5
II.3	Zonages naturels proches	7
III.	Cadrage des suivis	9
III.1	Contexte réglementaire	9
III.2	Cadre méthodologique du suivi de mortalité	10
III.2.1 -	Protocoles de terrain proposés	10
III.2.2 -	Prise en compte des biais	11
IV.	Suivi des habitats naturels	15
IV.1	Méthodologie	15
IV.1.1 -	Rappel de la commande	15
IV.1.2 -	Protocole mis en œuvre	15
IV.2	Contexte paysager et continuités	16
IV.3	Résultats	18
IV.3.1 -	Bibliographie – Etude d'impact du site	18
IV.3.2 -	Typologie des habitats	18
V.	Suivi des chiroptères	24
V.1	Méthodologie	24
V.1.1 -	Rappel de la commande	24
V.1.2 -	Protocole mis en œuvre	24
Source : Extrait de MEEM, 2016 d'après Barataud, 2012		29
V.2	Résultats	29
V.2.1 -	Résultats des écoutes en nacelle	29
V.2.2 -	Evaluation du niveau de vulnérabilité face à l'éolien	34
V.2.3 -	Synthèse des enjeux et vulnérabilité	42
VI.	Suivi de la mortalité	43
VI.1	Méthodologie	43
VI.1.1 -	Rappel de la commande	43
VI.1.1 -	Protocole mis en œuvre	43
VI.1.2 -	Test de détection	47
VI.1.3 -	Test de persistance	47
VI.2	Estimateurs de mortalité utilisés	47
VI.2.1 -	Formule d'Erickson	47
VI.2.2 -	Formule de Jones	48
VI.2.3 -	Formule de Huso	48
VI.2.4 -	Mise en œuvre	48
VI.3	Résultats	49
VI.3.1 -	Occupation du sol au pied des éoliennes	49
VI.3.2 -	Surfaces prospectées	52

VI.4	Coefficients de correction	52
VI.4.1 -	Test de détection.....	52
VI.4.2 -	Test de persistance.....	53
VI.5	Prise en compte conjointe de la détectabilité et du couvert	56
VI.6	Données de mortalité	57
VI.7	Evaluation de la mortalité	58
VI.7.1 -	Evaluation pour le parc entier.....	58
VI.7.2 -	Evaluation de l'éolienne E2.....	59
VI.7.1 -	Données disponibles pour l'analyse	59
VII.	Analyse.....	62
VII.1	Suivi de la mortalité	62
VII.1.1 -	Répartition par éolienne des cas de mortalité.....	62
VII.1.2 -	Espèces retrouvées.....	62
VII.1.3 -	Position des cadavres	65
VII.1.4 -	Mortalité et activité des chiroptères.....	65
VIII.	Conclusion.....	68
	Annexe I : Bibliographie	69

I. Introduction

La société QUADRAN est l'exploitant et le propriétaire du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen, situé dans le Finistère (29). Ce parc de 5 machines fonctionne depuis 2015. Il est localisé sur la commune de Lannéanou. L'étude d'impact préalable est réalisée par le groupement Eole Generation en 2009.

Les parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur l'avifaune et les chiroptères, dont certaines espèces sont protégées. Les impacts potentiels sont une mortalité accidentelle par collision avec les pales en mouvement ou par barotraumatisme (chiroptères). La société QUADRAN, exploitant du parc, doit s'assurer que l'exploitation du parc ne dégrade pas l'état de conservation de ces espèces. Pour cela, l'entreprise s'est engagée à réaliser des suivis post-implantations.

Ainsi, QUADRAN a confié à ALTHIS la réalisation du suivi post-implantation sur un cycle biologique complet, entre les mois de mai à octobre 2018. Conformément au protocole de suivi des parcs éoliens terrestres de 2018 (MEDD, 2018) en vigueur au moment du lancement du suivi environnemental, le suivi comporte un volet de suivi des habitats naturels, de l'activité des chiroptères ainsi que le suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères.

Ce présent document compile les résultats de ces suivis 2018, en présentant la méthodologie employée, les résultats obtenus et leur analyse.

II. Contexte

II.1 Localisation

Quadran est responsable de l'exploitation de 5 éoliennes sur la commune de Lannéanou (29).

Cette commune du Finistère est située au nord-est du département, proche de la limite des Côtes d'Armor. Le parc est localisé au nord de la commune, au nord du bourg, dans un contexte paysager majoritairement agricole (voir carte ci-dessous).

II.2 Parc des Moulins à vent de Kermadeen

Tableau 1 – Caractéristiques techniques des éoliennes

Nombre d'éoliennes	5
Hauteur du mât	70 m
Diamètre du rotor	52,9 m
Puissance	4 000 kW

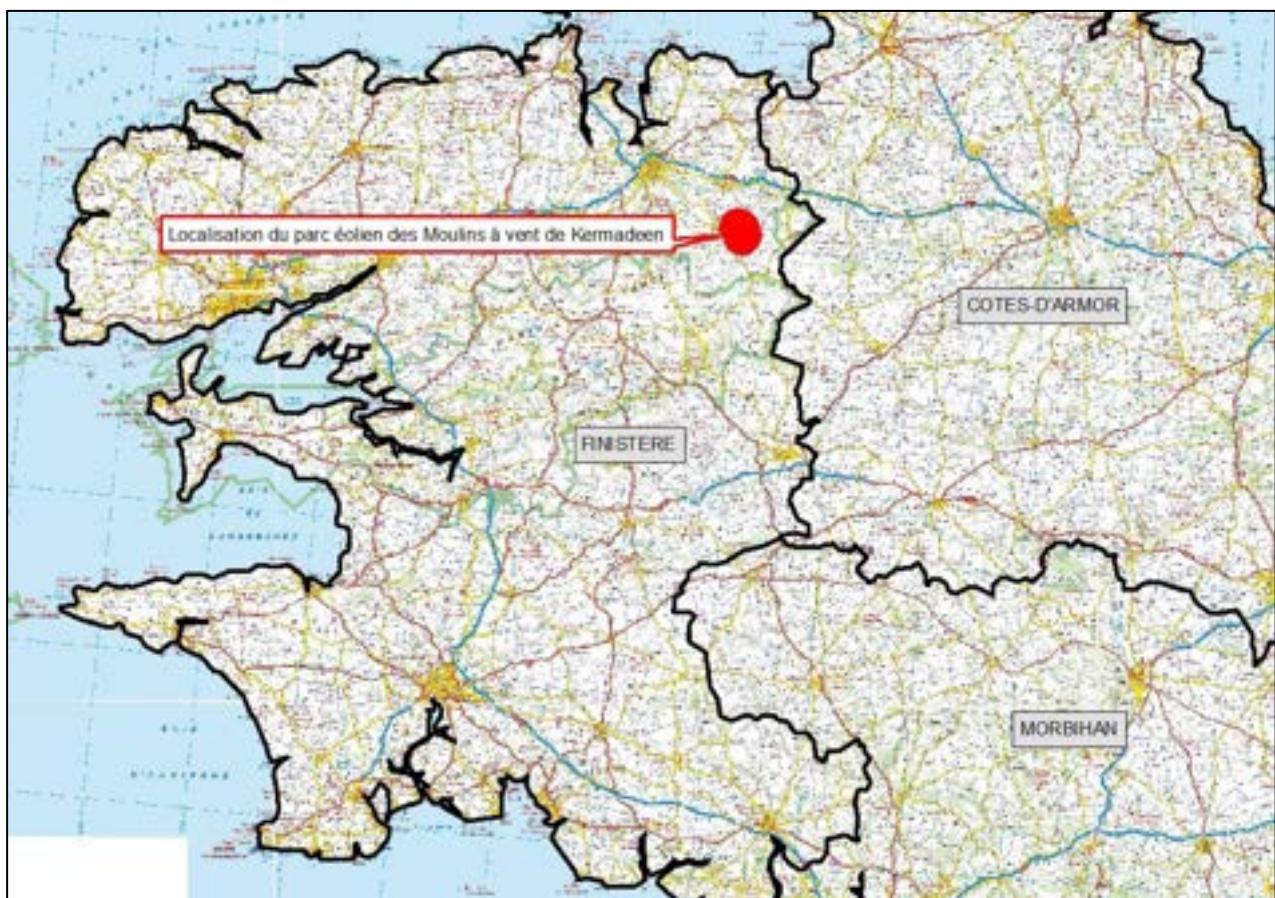


Figure 1 – Localisation départementale du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen

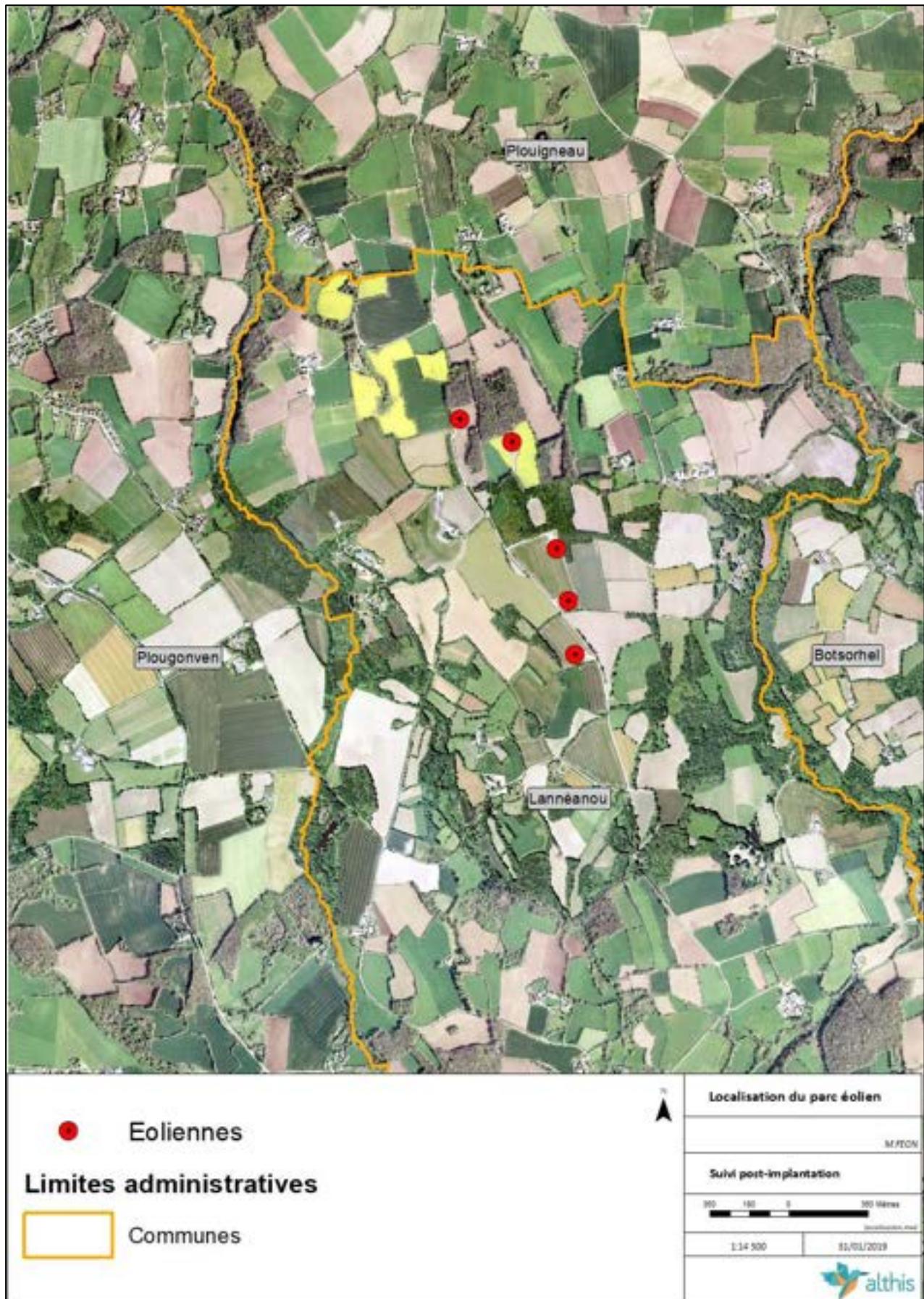


Figure 2 – Localisation du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen sur fond orthophoto

Contexte topographique

Le site de Lannéanou se trouve sur les contreforts des monts d'Arrée (360m), point haut du Finistère.

Le parc est située à une altitude d'environ 175 m. Localement, la topographie est homogène (voir carte ci-après).

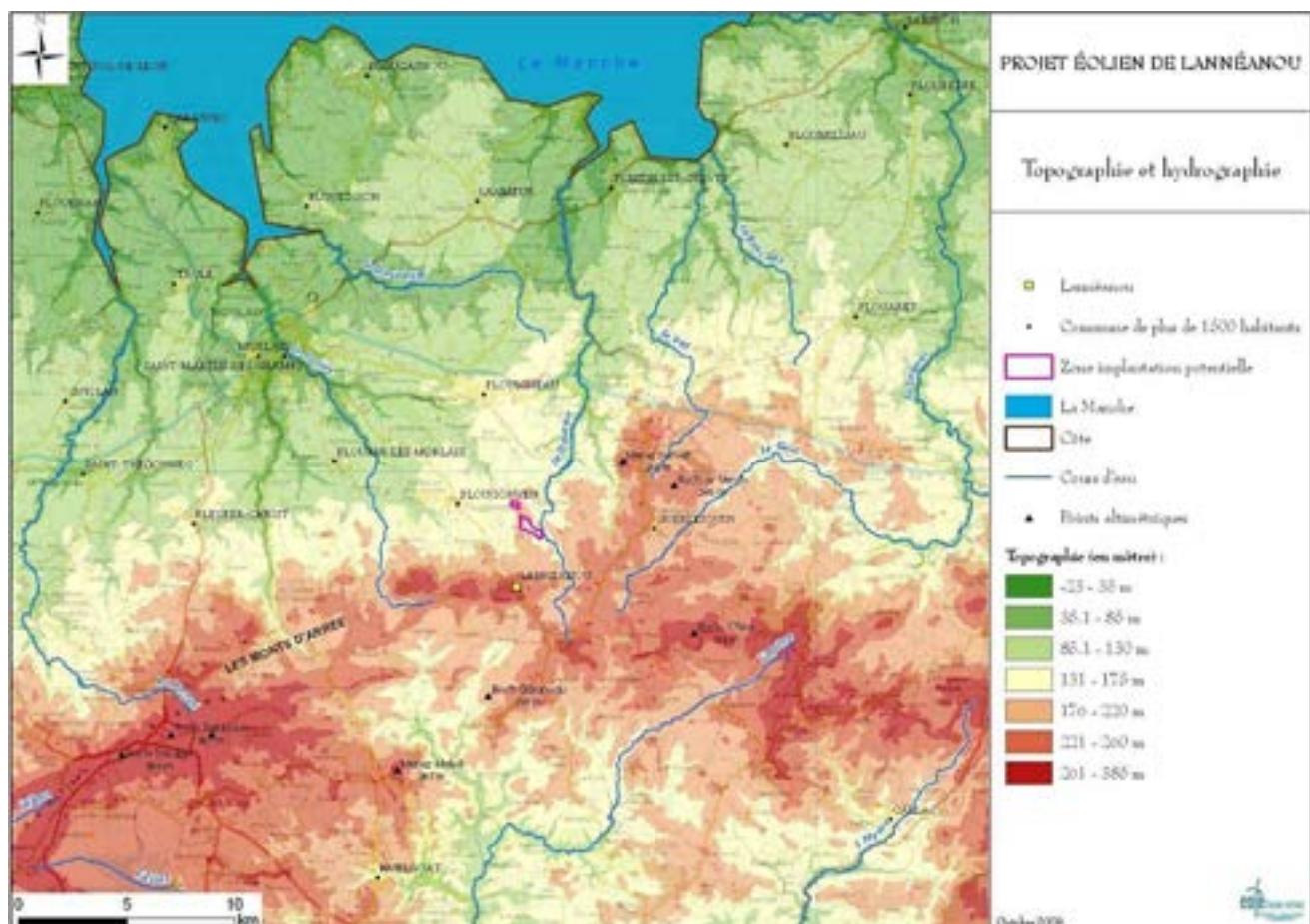


Figure 3- Carte de la topographie du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen

(Source : El – Eole Generation)

II.3 Zonages naturels proches

Il existe plusieurs zones d'intérêt naturel à proximité immédiate du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen. Le parc naturel régional d'Armorique comprend 2 communes limitrophes de Lannéanou. Deux sites Natura 2000 sont distants de moins 3 km depuis les aérogénérateurs : la ZSC « Rivière le Douron » et la ZSC « Monts d'Arrée centre et est ». S'ajoute à ces éléments, la présence de plusieurs ZNIEFF de type 1, situées entre 0 et 5 km des éoliennes. Ces ZNIEFF comprennent des landes humides et des tourbières, à très forte valeur patrimoniale. Aucun Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) n'est localisé à proximité.

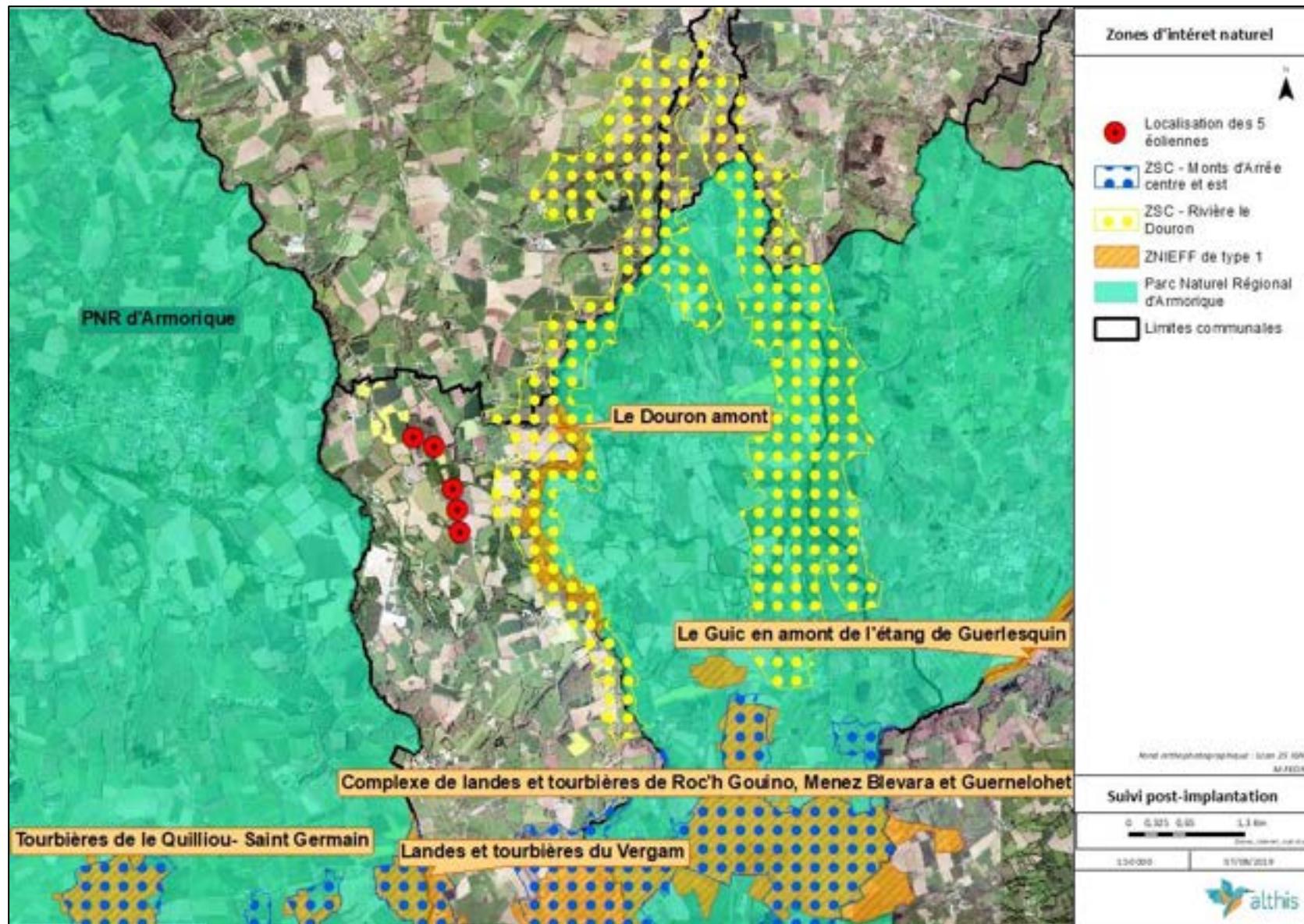


Figure 4 – Zones d'intérêt naturel proche du parc éolien de Lannéa

III. Cadrage des suivis

III.1 Contexte réglementaire

La réalisation de ce suivi environnemental s'inscrit dans le cadre de la réglementation des ICPE. Il fait suite à l'arrêté du 26 aout 2011 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 ».

Un suivi standardisé complété sur des périodes adaptées au besoin est prévu pour chaque parc dans les 3 premières années de la mise en service, et donc initié dans les 2 ans qui suivent cette mise en service.

Ce suivi est encadré par un protocole définit en 2015 par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDDE) et nommé « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » (MEDDE 2015). Ce document est révisé en 2018. Le suivi environnemental du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen ayant été initié courant 2018, c'est donc la forme révisée du protocole qui est appliquée

Suivant les modalités du nouveau protocole et selon le cahier des charges de l'exploitant, les suivis suivants doivent être engagés :

- Suivi de l'évolution des Habitats naturels (étape préalable au lancement du suivi de mortalité et réalisé de façon continue)
- Suivi de l'activité des chiroptères en hauteur
- Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Volet suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Étant donné qu'aucun suivi des chiroptères à hauteur de nacelle n'a été réalisé, le parc est soumis à un suivi des chiroptères en nacelle de la semaine 20 à semaine 43 (voir tableau ci-dessous). De plus, sur la même période un suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères doit être mené.

Tableau 2 - Période sur laquelle doit être effectué le suivi de mortalité en fonction des risques chiroptérologiques et enjeux avifaunistiques

Semaines n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères spécifiques*	Dans tous les cas*		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères*
Suivi d'activité en hauteur des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

III.2 Cadre méthodologique du suivi de mortalité

III.2.1 - Protocoles de terrain proposés

Il est demandé de suivre toutes les éoliennes dans le cas de parcs de moins de 9 éoliennes, avec un minimum de 20 prospections entre mi-mai et octobre, par éolienne. Cette période est la plus sensible en général pour les chiroptères et l'avifaune (périodes de reproduction, de dispersion et de migration post nuptiale). Des compléments (plus intense, pas de temps plus long) peuvent être définis par l'étude d'impact ou l'arrêté d'exploitation.

Le principe de départ est simple, il consiste à parcourir une surface-échantillon adaptée autour de chaque éolienne afin de détecter les cadavres associés à la mortalité éolienne.

L'échantillonnage peut se faire en carré ou en cercle, de longueur ou diamètre de 100 m ou du diamètre du rotor pour les éoliennes à pales de plus de 50 m. Seules les zones avec une végétation suffisamment ouverte sont prises en compte.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacées de 10 m pour couvrir la totalité de celle-ci. Le temps de prospection attendu est de 30 à 45 minutes pour une surface-échantillon de base.

Cependant trois facteurs principaux mènent à une sous-estimation de la mortalité, en se contentant de compter les oiseaux et les chiroptères trouvés morts au pied des éoliennes (Dulac, 2008) :

- ✓ la disparition des cadavres entre le moment où l'oiseau ou la chauve-souris tombe et le moment de la recherche sur le terrain (prédatation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages, dégradation rapide par les fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours) ;
- ✓ la difficulté à repérer les animaux, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute entraîne un biais de la part de l'observateur.
- ✓ la réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales

On peut aussi évoquer la mortalité différée (animal blessé se déplaçant largement hors de l'aire de recherche avant de décéder), qui n'est actuellement pas évaluée.

La prise en compte de ces 3 facteurs implique différentes adaptations, dont certaines sur le terrain.

La prédatation se produit essentiellement en journée. La prospection doit se faire le plus tôt possible afin de limiter cette prédatation.

La détectabilité diminue si la luminosité est trop faible, il n'est donc pas possible de commencer aux aurores.

La prospection doit donc commencer au plus tôt, à partir du lever du soleil.

En cas de travaux agricoles sur une partie de la surface, de présence de biocides, d'évolution défavorable du couvert végétal, la surface prospectée sera réduite provisoirement. Un état des lieux de l'occupation des sols au pied des éoliennes doit être conduit en conséquence.

III.2.2 - Prise en compte des biais

Pour compléter la prise en compte des facteurs évoqués précédemment, sources de biais, des coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain.

III.2.2.1 - Formule d'Erickson

Dans la méthode d'Erickson, le taux de persistance des cadavres, de la formule initiale de Winkelmann, est remplacé par la durée moyenne de persistance. L'avantage de cette méthode est de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi vaut 0 (intervalle de suivi long).

La formule d'Erickson (ERICKSON & al., 2000 in DULAC, 2008) est la suivante :

$$N = \frac{I \times C}{\bar{t} \times d} \times A$$

I est la fréquence de passage en jour. **C** est le nombre de cadavres trouvés. **A** est le coefficient de correction de surface. **d** est le taux de détection. **\bar{t}** est la durée moyenne de persistance des cadavres.

III.2.2.2 - Formule de Jones

Pour son estimation de la mortalité, Jones et al. (in DULAC 2008) propose une méthode de calcul en retravaillant la valeur du paramètre de la persistance des cadavres. Il considère que la mortalité est constante dans le temps et que la persistance des cadavres suit une loi exponentielle négative. Cette méthode suppose que la probabilité moyenne de disparition d'un cadavre sur l'intervalle est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé au milieu de l'intervalle de temps. Ainsi, la valeur de p est définie par l'équation suivante :

$$p = \exp(-0.5 \times I/\bar{t})$$

$$N = \frac{C}{d \times \exp(-0.5 \times I/\bar{t}) \times \hat{e}} \times A$$

Avec Coefficient correcteur d'intervalle effectif $\hat{e} = \frac{\min(I:\hat{I})}{I}$

Jones et al. ajoute la notion d'intervalle effectif en considérant que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est pas tombé au début de l'intervalle, mais plus probablement au cours de cet intervalle. Il convient donc de redéfinir l'intervalle réellement suivi appelé intervalle effectif \hat{I} qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1%.

Sa valeur vaut donc : $\hat{I} = \log(-0.01 \times \bar{t})$

Pour les calculs, la valeur de I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} (CORNUT & VINCENT, 2010 in DULAC 2008).

III.2.2.3 - Formule de Huso

Huso part de la formule de Jones (HUSO, 2010 in DULAC 2008), mais elle 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. Elle considère également que la mortalité est constante.

$$p = \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-t/\bar{t}})}{I}$$

$$\text{D'où : } N = \frac{c}{d \times \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-t/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \times A$$

De même, dans les calculs, I prend la valeur minimale entre l et \hat{t} .

III.2.2.4 - Mise en œuvre

Les 3 estimateurs sont disponibles, pour une mise en œuvre, de façon simple, sur le site du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/>

Les données sont fournies sous une forme précise :

- le nombre de cas de mortalité est saisi par passage dans un fichier,
- la durée de persistance par cadavre est saisie dans un fichier,
- 4 autres données sont fournies : l'intervalle entre passages, les nombres de leurres posés et retrouvés pour la détection, et le pourcentage de surface prospectée.

Avec ces éléments, le programme fournit l'estimation médiane et les intervalles de confiance à 95% et 80% pour chaque estimateur. Les 3 modèles utilisés ne sont pas comparés et sont moyennés pour obtenir la médiane et l'intervalle de confiance à 80%.

La médiane est retenue comme l'ordre de grandeur de la mortalité.

Le chiffre réel est considéré comme très probablement dans l'intervalle de confiance à 80%

III.2.2.5 - Rappels théoriques

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec le traitement statistique et probabiliste, les résultats donnés par les estimateurs peuvent paraître étonnantes, voire incohérents. En premier lieu, les calculs donnent des résultats décimaux (qui sont arrondis dans le texte), pour des nombres de cas de mortalité.

De plus, les estimateurs fonctionnent sur un certain nombre de probabilités estimées à partir des données de terrain. Afin de rendre compte de la variabilité potentielle des situations initiales, de nombreux cas théoriques sont simulés.

Par exemple, si 10 cadavres sont retrouvés, ça peut correspondre à 10 cas effectifs de mortalité, comme à 100 cas effectifs.

En simulant à de nombreuses reprises les possibilités correspondant à un ensemble de données, par tirage aléatoire d'une mortalité théorique, il est possible d'établir 3 éléments :

- La médiane, cas théorique le moins extrême. Il y a autant de cas théoriques avec une mortalité moindre qu'avec une mortalité supérieure.
- L'intervalle de confiance de 80%, borné par 2 valeurs (IC 10 et IC 90), qui indique que 80% des cas théoriques testés sont situés entre les 2 bornes. Dans la plupart des cas, la situation réelle est dans cet intervalle. Plus cet intervalle est grand, moins les résultats sont certains.
- L'intervalle de confiance de 95%, borné par les 2 valeurs IC 2,5 et IC 97,5. Il indique donc que 95% des cas théoriques testés sont situés entre ces 2 bornes. Comme il s'agit de cas théoriques, il est toujours possible de proposer des cas extrêmes ayant d'infimes probabilités de convenir à la situation réelle. En cela, les cas ne peuvent être bordés par un minimum ou un maximum (quoique la mortalité ne pouvant être négative, la borne inférieure peut mathématiquement atteindre 0, minimum absolu). Cet intervalle, dans ce contexte, joue le rôle de définir les minimum et maximum.

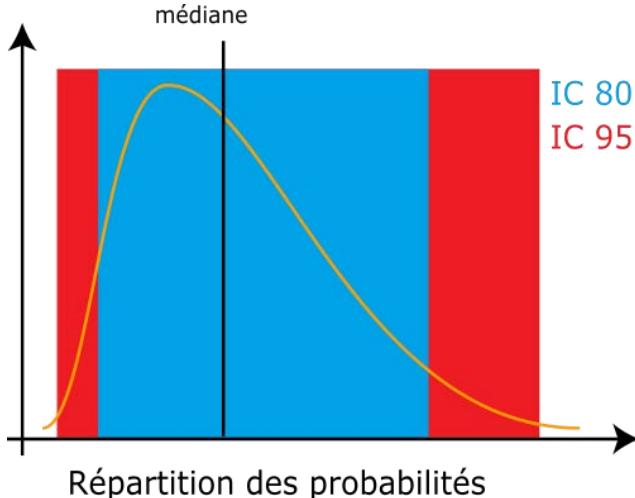


Figure 5 – Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

Les estimateurs travaillant avec des séries aléatoires de cas théoriques pour tester les possibilités, la même estimation faite 2 fois conduira à des résultats différant légèrement.

Les estimateurs ne calquent pas les bornes inférieures des intervalles sur le nombre de cas enregistrés. Il est donc possible que le calcul indique une borne inférieure au nombre de cas. Quand il est fait état de l'intervalle, ce sont les limites calculées qui sont indiquées. Quand il est évoqué le chiffre réel, la borne inférieure est ajustée au nombre de cas enregistrés.

Quand on segmente l'analyse (par exemple la période complète en 2 périodes, ou le parc entier en analyse par éolienne), les résultats peuvent paraître incohérents ($P \neq P_1 + P_2$).

Un des éléments, qui explique cet effet, est que les calculs s'appuient sur des proportions de surface. Or le calcul pour une éolienne est fait par rapport à sa surface à prospecter propre, et non par rapport à l'ensemble de la surface du parc. De plus, les calculs pour le parc entier lisent les variations (proportions de surface prospectée, taux de détection en fonction du couvert). Dernière explication, d'ordre mathématique : il faudrait additionner la mortalité à la médiane du total, et non à la médiane de chaque composante.

Trois coefficients pondérateurs sont appliqués afin de corriger les biais de la méthodologie.

III.2.2.6 - Coefficient de détectabilité (d)

Ce coefficient correspond à l'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres sur une surface donnée, avec un couvert identifié.

Il est déterminé à partir d'un test mené en parallèle au suivi en tant que tel. Il est compris entre 0 (aucun cadavre détecté) à 1 (tous les cadavres sont retrouvés).

III.2.2.7 - Durée de persistance (\bar{t})

Il remplace **p**, proportion de carcasses restant à la fin de l'intervalle de suivi, auquel il est lié, dans les calculs plus développés des estimateurs retenus.

Ce coefficient correspond à la durée moyenne de persistance d'une carcasse avant sa disparition (tout en considérant qu'au-delà de plus de 2 semaines, la prédateur d'un cadavre par un charognard devient presque nulle). Il est d'abord calculé pour chaque carcasse laissée en test.

Plusieurs contrôles sont effectués après la dépôse des carcasses un jour j ($j+1, j+2 \dots$). La durée de persistance correspond à la demi-période entre le dernier contrôle (constat de disparition) et le précédent (dernier constat de présence), additionnée de la période de présence contrôlée.

Il est ensuite effectué la moyenne des persistances.

$$\text{Persistance} = \text{moyenne}(j_p - j + (j_d - j_p)/2)$$

Avec :

j = jour de pose

j_p = dernier jour contrôlé de persistance

j_d = jour de constat de disparition

III.2.2.8 - Pondération de surface de prospection

En théorie la surface prospectée est minimum de 1ha (100m*100m) pour un carré et de 0,78 ha pour un cercle. En pratique, des éléments comme une végétation trop haute, un traitement par biocide au mauvais moment, etc., empêchent l'observateur d'accéder à certaines parcelles.

Afin de prendre en compte les surfaces pour lesquelles aucune prospection n'est effectuée, un coefficient **A** est calculé en divisant la surface réellement prospectée (**Sp**) par la surface théorique de prospection (**Sap** = 100m*100m). Cette pondération est actualisée chaque prospection et pour chaque éolienne.

L'évolution des cultures est souvent le facteur principal de modification des surfaces prospectées. Une parcelle ayant un couvert végétal supérieur à 30 cm de haut est systématiquement non prospectée, la détection diminue alors très fortement.

IV. Suivi des habitats naturels

IV.1 Méthodologie

IV.1.1 - Rappel de la commande

La commande de la société Quadran établit que les surfaces prospectées (100 m autour des éoliennes) devront faire l'objet d'une typologie préalable des secteurs homogènes de végétation et d'une cartographie des habitats selon la typologie CORINE LAND COVER ou EUNIS. Le suivi concerne les 5 éoliennes.

IV.1.2 - Protocole mis en œuvre

IV.1.2.1 - La typologie EUNIS

Les habitats (unités écologiques) sont recensés selon la typologie EUNIS, qui succède à CORINE Biotope¹. Cette typologie mise au point et utilisée au niveau européen permet une présentation scientifiquement reconnue et acceptée par tous les acteurs environnementaux. Celle-ci s'intéresse à la classification des habitats dits "naturels", mais aussi aux habitats dits "semi-naturels" voire artificiels (milieux dont l'existence et la pérennité sont essentiellement dues à l'action des activités humaines : friches agricoles, pâturages extensifs, carrières, etc.).

Cette typologie repose sur la description des particularités physiques (en s'appuyant sur une approche phisyonomique et physique) et secondairement par la végétation, (en s'appuyant sur une approche phisyonomique et floristique). Organisée selon un système hiérarchique à huit niveaux maximums, on progresse dans la typologie en partant du niveau le plus élevé, qui représente les grands types de milieux présents en Europe, auxquels sont attribués un code à une lettre ; puis en progressant vers des types d'habitats de plus en plus précis, on rajoute un nouveau chiffre au code, jusqu'à aboutir au code de l'habitat que l'on observe. Les 2 premiers niveaux suivent une description uniquement physique, et sont séparés des suivants par un point. Au fur et à mesure de la progression, la végétation devient prédominante pour guider les choix.

EUNIS est une représentation hiérarchisée, avec un nombre de niveaux non homogène. La caractérisation se fait au niveau le plus fin lorsque la végétation exprimée le permet.

La représentation cartographie illustre à la fois les grands ensembles d'habitats pour une compréhension globale du site et le détail de tous les habitats EUNIS pour apporter un maximum de précision.

IV.1.2.2 - Choix pratiques retenus

Les habitats ont été traités spatialement en s'appuyant sur 3 éléments discriminants :

- les limites d'habitats,
- les limites parcellaires (parcellaire agricole plutôt que cadastral)
- les limites du Carré de suivi de mortalité

Pour ce suivi de mortalité, l'occupation du sol au pied des éoliennes est nécessaire (dans un Carré de 100 m par 100 m).

Les habitats inférieurs à 25 m² n'ont pas été identifiés, ainsi que les habitats linéaires non structurants de moins de 1 mètre de large. Ainsi les végétations perturbées des accotements routiers, ou les fines bandes de végétation spontanée séparant 2 parcelles n'apparaissent pas. En revanche, les haies, éléments structurants du paysage, sont intégrées.

¹ La typologie EUNIS (European Nature Information System) est un référentiel des habitats naturels, semi-naturels et artificiels présents sur le sol et les mers européens, mis en place à partir de 1998 à travers une gouvernance partagée experts / Agence Européenne de l'Environnement.

L'objectif d'EUNIS est de disposer d'un catalogue des habitats du territoire européen, comme outil de description et d'évaluation.

Les chemins d'exploitation, quoique non goudronnés, ont été considérés comme infrastructures routières.

IV.2 Contexte paysager et continuités

Le contexte essentiellement agricole comporte majoritairement des cultures. Le réseau bocager est assez bien conservé et plusieurs boisements de feuillus et boisements mixtes complètent le paysage autour des éoliennes.

Une chênaies-hêtraie, localisée dans la partie nord, est mise en avant dans l'étude d'impact. C'est un lieu de gite et de chasse pour l'avifaune et les chiroptères.



Figure 6 – Continuité écologique autour du parc éoliens des Moulins à vent de Kermadeen

La présence d'habitats et de structures paysagères pouvant être utilisés par les oiseaux et les chiroptères peut engendrer la fréquentation de ces animaux autour des éoliennes.

IV.3 Résultats

IV.3.1 - Bibliographie – Etude d'impact du site

L'étude d'impact du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen ne précise pas les milieux naturels présents dans la zone d'étude. Les seuls éléments cités sont l'identification de 6 grands types d'habitats :

- Parcelles cultivées
- Landes tourbeuses
- Bois mixtes
- Prairies artificielles
- Prairies humides

Les sensibilités identifiées concernent alors les zones humides et la hêtraie-chênaie localisé au nord de l'aire d'étude.

IV.3.2 - Typologie des habitats

Le suivi des habitats présents dans une zone tampon de 100 mètres autour des éoliennes révèle la présence de 9 habitats différents. La somme des 5 zones tampons couvrent une surface d'environ 15 ha.

Les monocultures intensives (I1.1) sont prédominantes avec 72% du total de la surface étudiée, soit 11 ha. Les cultures dominantes y sont le blé et le maïs.

Viennent ensuite les boisements de feuillus, composés de chênaies acidophiles armoricaines (G1.822). Cet habitat naturel typique du centre Bretagne recouvrait autrefois une large partie du paysage. Les quelques patchs restants aujourd'hui à proximité des éoliennes sont entrecoupés par des cultures, une ligne à haute tension et le réseau routier. A l'intérieur des zones d'études, la chênaie acidophile recouvre 15% du total de la surface étudiée, soit un peu plus de 2 ha. Elle représente un habitat très intéressant pour les oiseaux et les chiroptères notamment, en plus d'être un réservoir de biodiversité (grandes faunes, micro-faune, bryophytes, lichens etc...)

Le reste de la surface est composée de petites unités écologiques. Les prairies améliorées sèches (E2.61) sont des zones où une espèce herbacée est généralement dominante, type ray-grass. Ces petites zones de prairies sont entretenues par fauchage. La biodiversité y est limitée. La surface concernée par les prairies est inférieure à 1 ha, soit environ 3% de la surface totale.

Les routes (J4.2) et les plateformes des éoliennes (définies par l'intitulé « sites industriels ruraux ; J2.32) représentent 7% de la surface total, soit un peu plus d'1 ha.

Le bocage est divisé en 2 habitats. L'habitat « Haies » (FA) concerne les alignements d'espèces arbustives, ou d'espèce arborées entretenues à une hauteur maximale de 5 mètres. L'habitat « alignements d'arbres » (G5.1) concerne les alignements d'arbres supérieurs à 5 mètres. Ces 2 unités recouvrent à peine 3% de la surface étudiée, soit à peine ½ ha.

Enfin, une petite parcelle de coupe forestière ((G5.81) située dans la zone d'étude de l'éolienne E1 est entretenue pour le passage de la ligne à haute tension. Cette micro unité ne recouvre que quelques mètres carrés, soit moins d'1% de la surface totale.

Les habitats et leur surface sont rappelés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 – Types d'habitats rencontrés et surfaces associées

Code EUNIS	Typologie EUNIS	Surface (en ha)	Pourcentage
G5.81	Coupes forestières récentes, occupées précédemment par des feuillus	0,01	0%
FA	Haies	0,13	1%
G5.1	Alignements d'arbres	0,35	2%
J4.2	Réseaux routiers	0,47	3%
E2.61	Prairies améliorées sèches ou humides	0,47	3%
J2.32	Sites industriels ruraux	0,68	4%
G1.822	Chênaies acidophiles armoricaines	2,31	15%
I1.1	Monocultures intensives	11,28	72%
	Total	15,69	100%

Ces couverts induisent 5 types de surface, du point de vue du suivi :

- La voirie et les plateformes sont considérées comme des « surfaces planes »,
- Les prairies sont en « végétation haute homogène » ou « végétation basse » selon la période,
- Les cultures sont soit « non prospectables », soit « surfaces planes », soit « végétation basse » ou « végétation haute », selon la culture et son développement
- Les boisements sont non prospectables de par leur densité et la hauteur de la végétation.

Description des habitats rencontrés

Les différents habitats identifiés dans les zones d'études sont décrits ci-dessous :



Figure 7 – Typologie EUNIS des habitats autour des éoliennes E1 et E2



Figure 8 - Typologie EUNIS des habitats autour des éoliennes E3, E4 et E5

❁ Fiches habitats

Code EUNIS : I1.1 Dénomination : Monocultures intensives	
<p>Ce sont des cultures monospécifiques ou presque, sur de grandes surfaces, implantées depuis moins d'un an.</p> <p>Le mode d'exploitation réduit considérablement le cortège d'espèces associées. Néanmoins, les oiseaux migrateurs et hivernants peuvent y faire des haltes et s'y nourrir.</p>	
Code EUNIS : E2.61 Dénomination : Prairies améliorées sèches ou humides	
<p>Prairies dérivées de cultures d'herbes ou fortement fertilisées. Les cultivars (par exemple de ray-grass, de fétuque ou de trèfle) sont encore très présents, et les plantes à fleurs, hors légumineuses, sont rares.</p> <p>Le potentiel écologique est assez limité.</p>	
Code EUNIS : J2.32 Dénomination : Sites industriels ruraux	
<p>Les éoliennes, avec la plateforme et leur poste électrique, sont intégrées à cette catégorie.</p> <p>Elle comprend aussi les ensembles aménagés hors agglomération des sites de production manufacturiers</p> <p>Ce sont des milieux fortement artificialisés, de très faible potentiel écologique.</p>	
Code EUNIS : G5.1 Dénomination : Alignements d'arbres	
<p>Ce sont les haies arborées. Les alignements d'arbres seuls peuvent être intégrés ici, ou dans l'habitat sur lequel ils sont implantés.</p> <p>Le potentiel écologique peut être important, avec un rôle de corridor qui s'ajoute à un rôle de réservoir pour la faune et la flore.</p>	

Code EUNIS : FA Dénomination : Haies	<p>Ce sont les haies arbustives. Elles sont souvent associées à des talus ou des fossés.</p> <p>Le potentiel écologique peut être aussi important, que pour les haies arborées : rôle de corridor et rôle de réservoir pour la faune et la flore.</p>	
-------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Code EUNIS : G1.822 Dénomination : Chênaies acidophiles armoricaines	<p>Forêts analogues aux hêtraies de l'<i>Ilici-Fagion</i> mais dominées par des chênes, souvent accompagnés par du hêtre. Elles sont souvent riches en épiphytes, en mousses et en arbustes sempervirents.</p> <p>Le potentiel écologique est important, avec de nombreuses espèces animales (oiseaux, chauves-souris)</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Code EUNIS : J4.2 Dénomination : Réseaux routiers	<p>Les routes goudronnées, empierrées sont intégrées ici, ainsi que les chemins d'exploitation. L'habitat comprend aussi les éléments linéaires annexes (accotements, fossés).</p> <p>Ce sont des milieux fortement artificialisés, souvent de faible potentiel écologique, à part ponctuellement pour les accotements qui peuvent présenter des enjeux pour les amphibiens.</p>	
--------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Code EUNIS : G5.81 Dénomination : Coupes forestières récentes, occupées précédemment par des arbres feuillus	<p>Terrains récemment occupés par des bois de caducifoliés après des coupes d'éclaircie ou des incendies.</p> <p>C'est un habitat qui peut abriter de nombreuses espèces animales, en particulier en cas d'effet lisière (oiseaux, reptiles)</p>	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

(photo hors site)

Comparaison avec l'état initial

L'étude d'impact réalisé en 2009 comporte un volet sur l'inventaire des habitats naturels présents sur le site d'étude. La prospection, réalisée par la SEPNA Bretagne-vivante ne fait mention que de 6 habitats principaux dans le « périmètre proche de la zone du projet ». Ces habitats n'ont pas été identifiés par la typologie EUNIS ou Corine Biotope et les dénominations sont imprécises. Cela dit, en se basant sur la cartographie des habitats de l'EI, aucune modification majeure n'est à signaler.

V. Suivi des chiroptères

V.1 Méthodologie

V.1.1 - Rappel de la commande

Il s'agit d'un suivi à hauteur de nacelle. Un enregistrement de l'activité des chiroptères doit être réalisé en continu (sans échantillonnage) entre les semaines 20 à 43 (mi-mai à octobre). Le suivi ne concerne qu'une éolienne.

Cependant, la commande du matériel ayant tardé et la pose nécessitant l'intervention d'une équipe technique, le début du suivi ne s'est débuté qu'à la semaine 25.

V.1.2 - Protocole mis en œuvre

V.1.2.1 - Principe d'écholocation chez les chauves-souris et suivis par acoustique

Les chauves-souris européennes utilisent le principe du sonar, appelé écholocation, pour se déplacer et pour chasser. Elles émettent ainsi des ultrasons qui leur permettent de se déplacer dans la nuit. En effet, les ultrasons (non audible pour l'oreille humaine) rebondissent sur les obstacles ou les proies et leurs échos sont captés par les chauves-souris au niveau des oreilles. C'est cet écho qui va leur permettre d'évaluer la distance et la forme des objets détectés (Barataud, 2015).

Les ultrasons sont émis soit avec le nez dans le cas des rhinolophes, soit avec la bouche dans le cas des Vespertilion.

En plus de ces ultrasons, les chiroptères peuvent également émettre des « cris sociaux » qui sont des cris de communication et qui sont également audibles par l'homme. Ils dépendent de paramètres liés aux habitats dans lesquels les individus évoluent, à la morphologie de ces derniers et à la taille des proies. Chaque espèce possède donc des gammes de signaux qui lui sont propres. Il est alors possible d'identifier une espèce à partir de cris sociaux enregistrés. Toutefois, en fonction du contexte, il peut exister des recouvrements (signaux ayant les mêmes caractéristiques), rendant l'identification plus délicate (Boonman et al., 1995 ; Siemers et Schnitzler, 2000).

Ainsi, le suivi des chiroptères par acoustique, à l'aide d'un enregistreur à ultrasons, permet donc d'obtenir des informations sur les espèces présentes dans un milieu donné. De plus, la présence d'un enregistreur est discrète (silencieux, sans éclairage et immobile) et n'affecte pas le comportement des chauves-souris. En plus de l'espèce, il peut être relevé si l'individu capté est en chasse ou transit de par la structure et le rythme des signaux émis.

V.1.2.2 - Ecoute en nacelle

Matériel utilisé

Selon la révision 2018 du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE, 2018), les dispositifs automatisés de suivi d'activité en nacelle doivent pouvoir enregistrer sur l'ensemble de la nuit, sur l'intégralité de la saison. Ils doivent également capter la totalité des signaux acoustiques des chauves-souris.

Il a ainsi été choisi d'utiliser un GSM-Batcorder, développé par EcoObs, qui répond à tous les critères précédents. Ce dispositif est conçu spécialement pour l'écoute prolonger des chauves-souris en nacelle. Il est composé de :

- 1 - Un GSM-Batcorder (10 x 17 x 3 cm)
- 2 - Une batterie (7 x 10 x 5 cm ; taille du fil : 46 cm)
- 3 - Un microphone en disque (partie extérieure : 10 cm ; grand disque : 14 cm ; taille du fil : 60 cm)
- 4 - Une alimentation (taille du fil : 1,75 m)
- 5 - Une barre de fixation (8 x 25 x 4 cm)

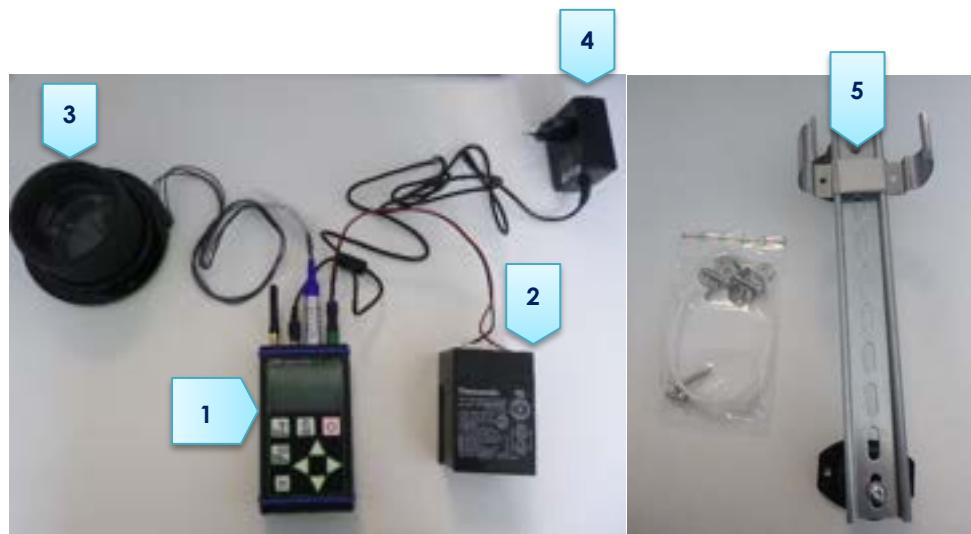


Figure 9 - A gauche : ensemble du matériel d'enregistrement ;

A droite : barre de fixation

Installation

Le module GSM-Batcorder se place donc dans la nacelle de l'éolienne E1. La barre de fixation est attachée au sol de la nacelle avec quatre vis, fournies, d'une taille d'1,2 cm. Cela nécessite donc de percer dans la tôle de la nacelle. Le boîtier vient par la suite se clipser sur la barre de fixation. La batterie vient se positionner à côté du boîtier et peut être fixer sur la barre à l'aide de collier de serrage en plastique. Dans le cas du microphone en disque, un trou de 10 cm de diamètre doit être percé dans le sol de la nacelle. Le micro ressort ainsi sous la nacelle et le disque de plus grand diamètre vient fermer le trou. Celui-ci est également fixé dans la tôle grâce à trois vis de 2,8 cm. Un joint est présent afin d'empêcher l'eau et l'air de rentrer dans la nacelle.

Dans notre cas, le module a été installé dans la nacelle de l'éolienne 2, située à proximité d'un boisement, du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen, le 19 juin 2018. Ce boisement est une chênaie acidophile armoricaine qui représente un fort potentiel biologique et une zone de chasse intéressante pour les chiroptères.

Fonctionnement

Le fonctionnement du Batcorder est simple. Différents paramétrages sont réglables directement via le boîtier : heures d'enregistrement, durée minimale de ces derniers, seuil de fréquences, Le boîtier enregistre sur une carte SD les séquences. Une carte SIM peut être insérée dans le Batcorder et permet ainsi à celui-ci d'envoyer après chaque nuit un sms de statut de l'appareil. Il est également possible de changer les paramétrages du boîtier en cours de saison via l'envoi de sms avec ce dernier.

Une fois l'enregistreur paramétré et installé dans la nacelle, celui-ci est autonome. En effet, en journée, le Batcorder est alimenté par la prise secteur et recharge en même temps la batterie sur laquelle il est également branché. Lorsqu'il est en « dormance », il est possible d'accéder aux données qu'il a enregistré. Il se déclenche lui-même aux horaires programmés pour enregistrer. A ce moment-là, il se coupe de l'alimentation secteur pour basculer sur la batterie. Il n'est également plus possible d'accéder aux données qu'il a acquis. Il rebascule sur l'alimentation secteur à sa mise en « dormance » et envoie un SMS à ce moment.

Ici, notre boitier était paramétré de façon à enregistrer l'intégralité des nuits avec une marge d'au minimum 30 minutes avant et 30 minutes après la nuit.

A noter qu'une intervention le 10 septembre a eu lieu sur le boitier afin de relever la carte SD et de la remplacer par une autre.

V.1.2.3 - Analyse des signaux et identification des espèces

Plusieurs centaines de séquences sont obtenues à la fin de l'étude. Cependant, toutes ne correspondent pas à l'enregistrement de chauves-souris, mais à des bruits « parasites » dû à l'éolienne. Le logiciel BcAdmin couplé au logiciel BatIdent (EcoObs) permettent de faire le tri dans ces fichiers-ci.

Une fois les fichiers du Batcorder intégrés à la base de données de BcAdmin, le logiciel analyse les séquences et BatIdent fait une analyse automatique de celles-ci.

BatIdent est conçu pour donner un indice de confiance pertinent, en pourcentage pour chacune de ses déterminations. Il est toutefois important de vérifier dans les séquences dites « parasites » qu'il n'y a pas de chauves-souris dessus.

La détermination manuelle, à l'aide de l'onglet « visualisation » du logiciel BcAdmin, permet d'obtenir des informations plus précises telles que les fréquences initiales et terminales, les intervalles entre les signaux ..., afin d'identifier l'espèce dont il est question sur l'enregistrement.

Cependant, il n'est pas toujours possible d'aboutir à une espèce sur certains fichiers dû à une mauvaise qualité de l'enregistrement, à des signaux de trop faible intensité ou encore à l'absence de critère discriminant. Dans ce cas, l'identification ne va pas plus loin que le genre et c'est le nom du groupe d'espèce qui est retenu. Les différents groupes d'espèces possibles sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 - Regroupement d'espèces possibles

Groupe d'espèces	Espèces comprises
P35	Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>) Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)
P40	Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>) Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)
P50	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)
Plecotus sp	Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>) Oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>)
Myotis sp	Tous les Murins
Sérotule	Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>) Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>) Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)

Lors de l'analyse des risques, c'est l'espèce la plus sensible du groupe qui sera alors retenue.

Une fois l'ensemble identifié, les résultats sont convertis en nombre de contact par heure afin de lisser les biais liés au temps d'écoute. Un coefficient de correction sera également appliqué pour lisser les

biais liés à la distance de détection. En effet, la distance de détection s'avère différente en fonction espèces. Un petit rhinolophe ne sera pas capté au-delà de 5m du micro tandis qu'une noctule commune sera enregistrée jusqu'à 150m. Les coefficients appliqués seront ceux préconisés par Michel BARATAUD dans son livre « Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe » (2015).

Il est également important de noter qu'une absence de contact ne signifie pas forcément une absence de l'espèce sur le site étudié (MOTTE & LIBOIS, 2002).

Tableau 5 - Tableau des distances des détections des chauves-souris en fonction des espèces et leur coefficient de détectabilité en fonction du milieu

milieu ouvert				sous-bois			
Intensité d'émission	Espèces	distance détection	coefficient détectabilité	Intensité d'émission	Espèces	distance détection	coefficient détectabilité
faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	10	2,50		<i>Plecotus spp.</i>	5	5,00
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50		<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,10
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50		<i>Myotis nattereri</i>	8	3,10
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50		<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandti</i>	10	2,50		<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,70		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,70		<i>Myotis brandti</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,70		<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70		<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,50
moyenne	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	1,20	moyenne	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70
	<i>Myotis myotis</i>	20	1,20		<i>Myotis oxygnathus</i>	15	1,70
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00		<i>Myotis myotis</i>	15	1,70
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	30	0,83		<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1,20
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	30	0,83		<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,20
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	30	0,83		<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00
forte	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83	forte	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00
	<i>Hipposugo asayi</i>	40	0,71		<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,71		<i>Hipposugo asayi</i>	30	0,83
très forte	<i>Plecotus spp.</i>	40	0,71	très forte	<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50		<i>Coronavaria vittigera</i>	50	0,50
	<i>Vesperugo murinus</i>	50	0,50		<i>Vesperugo murinus</i>	50	0,50
	<i>Uroderma bilobatum</i>	50	0,31		<i>Uroderma bilobatum</i>	50	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25		<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17		<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17		<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17

Source : Extrait de MEEM, 2016 d'après Barataud, 2012

Le niveau d'activité des chauves-souris se détermine en fonction d'une échelle à 4 échelons :

- Nulle ou très faible : nombre de contacts/heure < 20
- Faible : 20 ≤ nombre de contacts/heure < 50
- Moyenne : 50 ≤ nombre de contacts/heure < 100
- Forte : 100 ≤ nombre de contacts/heure

La diversité spécifique observée est également définie de la façon suivante :

- Nulle ou très faible : nombre d'espèce = 0 à 2
- Faible : nombre d'espèce = 3 à 4
- Moyenne : nombre d'espèce = 5 à 7
- Forte : nombre d'espèce = 8 et plus

Pour chaque espèce, le seuil d'activité sera toutefois hiérarchisé selon les niveaux établis pour la région Bretagne.

Tableau 6 - Evaluation du seuil d'activité pour chaque espèce de chauves-souris en Bretagne

Espèce	Indice de détectabilité	Niveau d'abondance en Bretagne	Seuil d'activité (n = nombre de contacts/h)				
			Nul à très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Pipistrelle commune	Moyen	Commune à très commune	n < 8	8 ≤ n < 32	32 ≤ n < 60	60 ≤ n < 120	120 ≤ n
Pipistrelle de Kuhl	Moyen	Commune	n < 4	4 ≤ n < 16	16 ≤ n < 30	30 ≤ n < 60	60 ≤ n
Pipistrelle de Nathusius	Moyen	Peu commune	n < 1	1 ≤ n < 4	4 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n < 15	15 ≤ n
Pipistrelle pygmée	Moyen	Rare	n < 0,5	0,5 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3,75	3,75 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n
Barbastelle d'Europe	Faible	Peu commune	n < 0,2	0,2 ≤ n < 1	1 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3	3 ≤ n
Sérotine commune	Fort	Commune	n < 6	6 ≤ n < 24	24 ≤ n < 45	45 ≤ n < 90	90 ≤ n
Noctule commune	Très fort	Rare	n < 1	1 ≤ n < 4	4 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n < 15	15 ≤ n
Noctule de Leisler	Très fort	Rare	n < 1	1 ≤ n < 4	4 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n < 15	15 ≤ n
Vespertilion bicolore	Très fort	Anecdotique	n < 1	1 ≤ n < 4	4 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n < 15	15 ≤ n
Grande Noctule	Très fort	Anecdotique	n < 1	1 ≤ n < 4	4 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n < 15	15 ≤ n
Oreillard roux	Fort	Assez commune	n < 3	3 ≤ n < 12	12 ≤ n < 22,5	22,5 ≤ n < 45	45 ≤ n
Oreillard roux	Moyen	Assez commune	n < 2	2 ≤ n < 8	8 ≤ n < 15	15 ≤ n < 30	30 ≤ n
Oreillard roux	Faible	Assez commune	n < 0,5	0,5 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3,75	3,75 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n
Oreillard gris	Fort	Assez commune	n < 3	3 ≤ n < 12	12 ≤ n < 22,5	22,5 ≤ n < 45	45 ≤ n
Oreillard gris	Moyen	Assez commune	n < 2	2 ≤ n < 8	8 ≤ n < 15	15 ≤ n < 30	30 ≤ n
Oreillard gris	Faible	Assez commune	n < 0,5	0,5 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3,75	3,75 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n
Grand Rhinolophe	Faible	Peu commune	n < 0,2	0,2 ≤ n < 1	1 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3	3 ≤ n
Petit Rhinolophe	Faible	Peu commune	n < 0,2	0,2 ≤ n < 1	1 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3	3 ≤ n
Murin d'Alcathoe	Faible	Peu commune	n < 0,2	0,2 ≤ n < 1	1 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3	3 ≤ n
Murin de Bechstein	Faible	Peu commune	n < 0,2	0,2 ≤ n < 1	1 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3	3 ≤ n
Murin à oreilles échancrees	Faible	Peu commune	n < 0,2	0,2 ≤ n < 1	1 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3	3 ≤ n
Murin de Natterer	Faible	Assez commune	n < 0,5	0,5 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3,75	3,75 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n
Murin à moustache	Faible	Assez commune	n < 0,5	0,5 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3,75	3,75 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n
Murin de Daubenton	Faible	Commune	n < 1	1 ≤ n < 4	4 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n < 15	15 ≤ n
Grand Murin	Moyen	Peu commune	n < 1	1 ≤ n < 4	4 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n < 15	15 ≤ n
Grand Murin	Faible	Peu commune	n < 0,2	0,2 ≤ n < 1	1 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3	3 ≤ n
Minioptère de Schreibers	Moyen	Rare	n < 0,5	0,5 ≤ n < 2	2 ≤ n < 3,75	3,75 ≤ n < 7,5	7,5 ≤ n
Légende :							
Tout milieu		Milieu ouvert		Milieu semi-ouvert		Milieu fermé	
							Milieux ouvert et semi-ouvert

Source : Extrait de MEEM, 2016 d'après Barataud, 2012

V.2 Résultats

V.2.1 - Résultats des écoutes en nacelle

Les résultats enregistrés lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 7 - Nombre de contacts par espèce obtenus en nacelle

Période	Date d'enregistrement	Nombres d'heures d'enregistrements approximatives	Espèces				Nombre de contact brut total	Nombre de contact / heure	Niveau d'activité
			Pp	Pk	Es	Nc			
Juin	Du 19/06/2018 au 30/06/2018	88	9	-	1	-	10	0,11	Très faible
Juillet	Du 01/07/2018 au 31/07/2018	263,5	72	4	86	6	168	0,64	Très faible
Août	Du 01/08/2018 au 31/08/2018	294,5	26	3	30	5	64	0,22	Très faible
Septembre	Du 01/09/2018 au 30/09/2018	300	14	16	15	3	48	0,16	Très faible

Octobre	Du 01/10/2018 au 31/10/2018	310	21	1	-	-	22	0,07	Très faible
---------	--------------------------------	-----	----	---	---	---	----	------	-------------

Pp : Pipistrelle commune ; Pk : Pipistrelle de kuhl ; Es : Sérotine commune ; Nc : Noctule commune.

Observations globales

Ce sont au total 312 contacts qui ont été enregistrés lors de la saison pour une moyenne de 0.24 contacts par heure.

L'activité chiroptérologique globale au niveau de l'éolienne 2 est donc considérée comme très faible

selon l'échelle définie dans la partie méthodologique.

Diversité spécifique

Ce sont 4 espèces de chauves-souris qui ont été recensées en nacelle.

Tableau 8 - - Espèces inventoriées en nacelle

Groupe ou espèce	Nom scientifique
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>

Parmi le cortège d'espèce recensé en nacelle, on ne retrouve que des espèces à forte sensibilité éolienne. La pipistrelle commune est également l'espèce qui a été retrouvé impactée lors des suivis mortalité du parc.

Abondance

L'évaluation de leur activité est calculée après application du coefficient de détectabilité ainsi qu'en fonction de leur niveau d'abondance en Bretagne comme expliqué dans la méthodologie.

L'intégralité des contacts ont été pris en compte lors de l'analyse.

Tableau 9- Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle

Espèce	Nom scientifique	Activité (nombre de contact/heure)	Niveau d'activité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0,116	Très faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,016	Très faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	0,062	Très faible
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	0,002	Très faible

La totalité des espèces recensées en nacelle ont un niveau d'activité très faible.

L'espèce ayant l'activité la plus « intense » est la pipistrelle commune avec une activité de 0.116 contact/heure, espèce la plus commune en France et en Bretagne. C'est également l'espèce la plus impactée par les éoliennes.

Répartition temporelle des contacts

L'activité est la plus forte au mois de juillet (0.64 contacts / heure) et la plus faible au mois d'octobre (0.07 contacts / heure). La diversité spécifique aux mois de juillet, août et septembre présente une diversité spécifique faible avec 4 espèces. Celle des mois de juin et octobre est jugée très faible avec seulement 2 espèces.

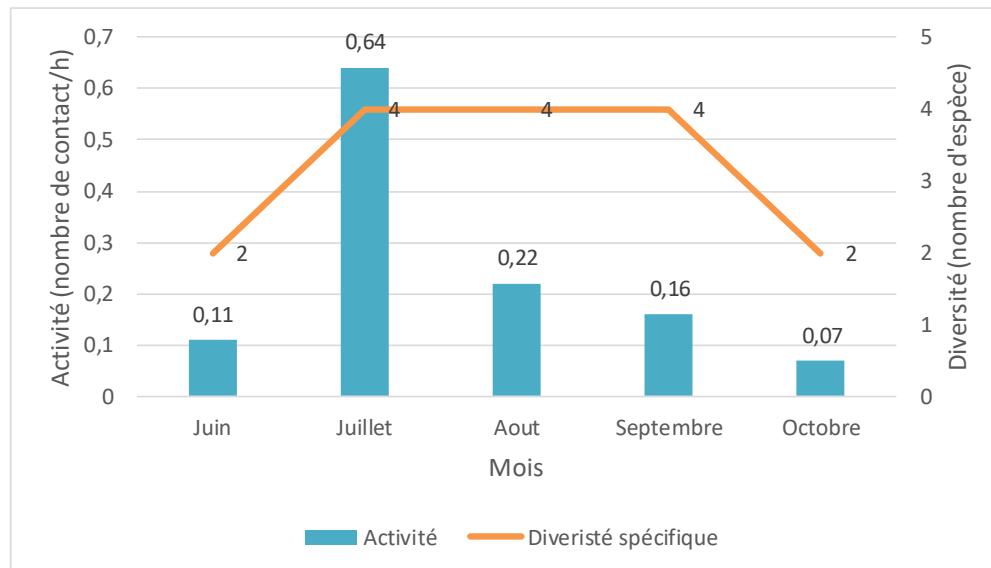


Figure 10 - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison

En prenant les espèces au cas par cas, il en va de même pour leur activité.

Tableau 10 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct /h)

Période	Date d'enregistrement	Nombres d'heures d'enregistrements approximatives	Espèces			
			Pp	Pk	Es	Nc
Juin	du 19/06/2018 au 30/06/2018	88	0,10	-	0,01	-
Juillet	du 01/07/2018 au 31/07/2018	263,5	0,27	0,02	0,21	0,01
Aout	du 01/08/2018 au 31/08/2018	294,5	0,09	0,01	0,06	0,004
Septembre	du 01/09/2018 au 30/09/2018	300	0,05	0,05	0,03	0,003
Octobre	du 01/10/2018 au 31/10/2018	310	0,07	0,003	-	-

Globalement, il en ressort que :

- Toutes les espèces ont une activité très faible, tout au long de la saison.
- La pipistrelle commune est contactée tous les mois de la saison d'écoute.
- Il en est de même pour la pipistrelle de Kuhl et la sérotine commune, sauf en juin pour la première et en octobre pour la seconde.
- La noctule commune n'a été contactée qu'à la période estivale de la saison.

Impact de la température sur l'activité des chiroptères

La température influence l'activité des chiroptères. Le graphique ci-dessous montre l'évolution de l'activité des chiroptères sur la période de suivi, en fonction de la température pour le parc des Moulins à vent de Kermadeen.

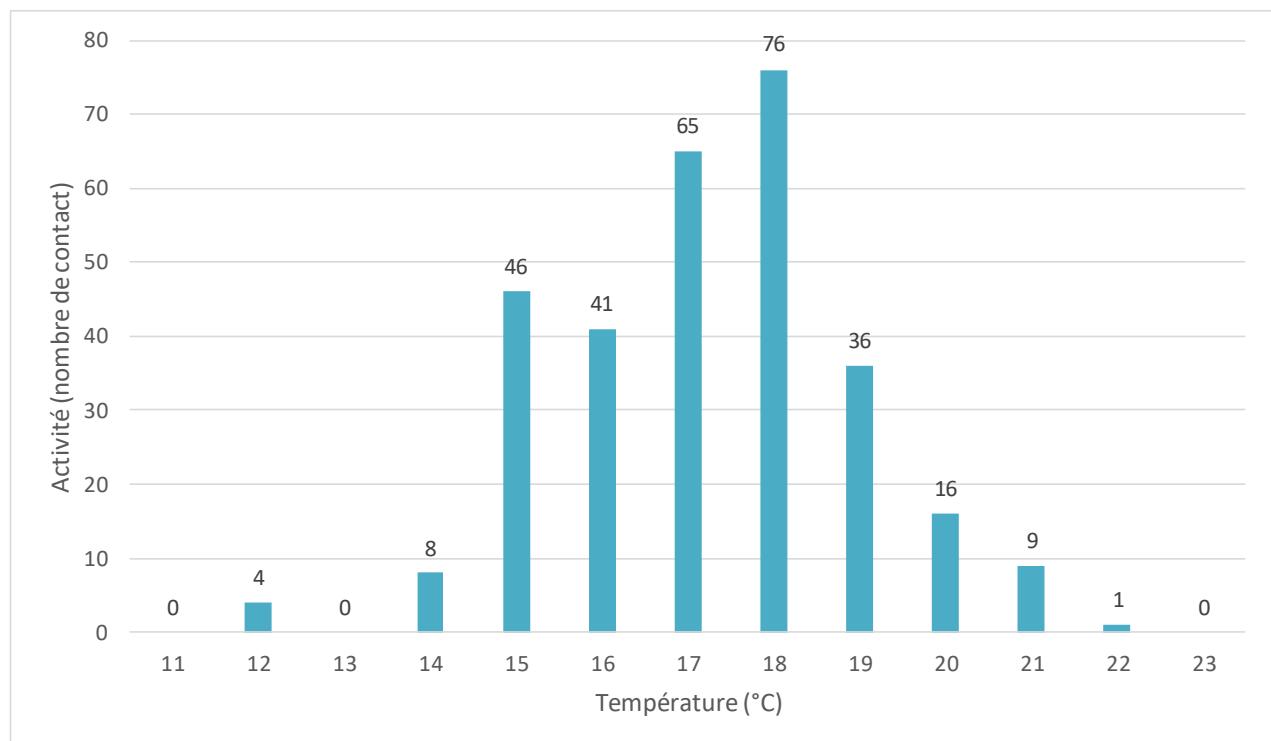


Figure 11 - Evolution de l'activité des chauves-souris en début de soirée en fonction de la température

Les chauves-souris sont présentes à hauteur de pâles à partir de 12°C et leur activité augmente avec les températures pour avoir un optimum entre 17 et 18°C avant de diminuer à nouveau.

Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

De même que pour la température, la vitesse du vent influence l'activité des chiroptères.

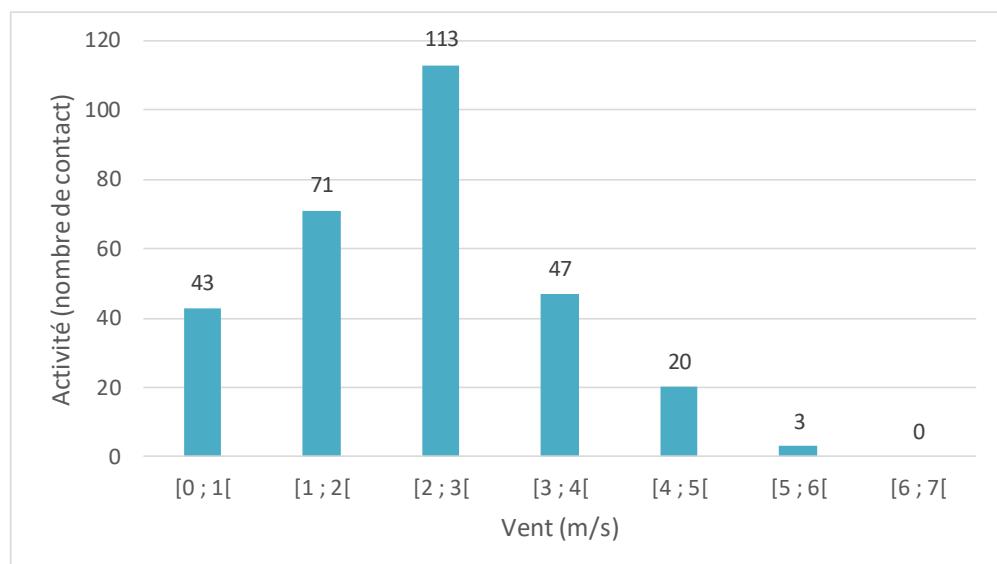


Figure 12 - Evolution de l'activité des chauves-souris en début de soirée en fonction de la vitesse du vent

Les chauves-souris sont ainsi présentes à hauteur de pâles lorsque la vitesse du vent est comprise entre 0 et 6 m/s, avec une activité maximale entre 1 et 2 m/s.

V.2.2 - Evaluation du niveau de vulnérabilité face à l'éolien

Tout comme les oiseaux, les chauves-souris peuvent être impactées par les éoliennes, mais ne présentent pas toutes la même vulnérabilité face à celui-ci.

Ainsi, un niveau de vulnérabilité pour chaque espèce est calculé en fonction de leur niveau d'enjeu et de sensibilité face aux éoliennes.

$$\text{Niveau d'enjeu} + \text{niveau de sensibilité} = \text{niveau de vulnérabilité}$$

V.2.2.1 - Définition des enjeux chiroptères

Détermination du niveau d'enjeu

Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées en France mais les statuts de protection et de conservation varient en fonction des espèces. Trois statuts ont ainsi été choisis afin de déterminer le niveau d'enjeu : la liste rouge des mammifères de France métropolitaine (MONCORPS & al., 2017), la liste rouge régionale des mammifères de Bretagne (GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, 2016), l'inscription ou non de l'espèce en Annexe II de la « Directive Habitats » (92/43/CEE).

L'addition de ces trois statuts permet ainsi d'évaluer le niveau d'enjeux de l'espèce sur un certain territoire et la notation se fait de la manière suivante :

Tableau 11 - Calcul du niveau d'enjeu des chauves-souris

Statuts			Notation
LR France	LR régionale	Directive "Habitats"	
LC	LC		0
NT, DD	NT, DD	Annexe 2	0,5
VU, EN, CR	VU, EN, CR		1

Liste rouge : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacée ; DD : données insuffisantes ; VU : vulnérable ; EN : en danger d'extinction ; CR : en danger critique d'extinction

Quatre niveaux d'enjeu sont alors possibles :

- Nul : 0
- Faible : 0,5
- Fort : 1
- Très fort : 1.5 à 2.5

Evaluation du niveau d'enjeu

Ce sont au total 4 espèces qui ont été inventoriées au niveau de l'éolienne 2. Toutes les espèces de chauves-souris en France sont protégées, mais elles n'ont pas toutes le même statut.

Tableau 12 - Statut de protection et de conservation des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeux

Nom vernaculaire	Nom scientifique	LR Europe (2007)	LR France (2017)	LR Bretagne (2016)	Protection nationale	Directive Habitats	Niveau d'enjeux
Pipistrelle commune	Pipistrellus pipistrellus	LC	NT	LC	Article 2	Annexe IV	Faible (0,5)
Pipistrelle de Kuhl	Pipistrellus kuhlii	LC	LC	LC	Article 2	Annexe IV	Nul (0)
Noctule commune	Nyctalus noctula	LC	VU	LC	Article 2	Annexe IV	Fort (1)

Sérotine commune	Eptesicus serotinus	LC	NT	LC	Article 2	Annexe IV	Faible (0,5)
-------------------------	---------------------	----	----	----	-----------	-----------	---------------------

Liste rouge : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacée ; DD : données insuffisantes ; VU : vulnérable ; EN : en danger d'extinction ; CR : en danger critique d'extinction

La noctule commune est classée en enjeu « fort », car classée comme vulnérable sur la liste nationale.

La pipistrelle commune et la sérotine commune ont un niveau d'enjeux faible dû à leur statut « quasi-menacée » sur la liste rouge nationale.

L'enjeu de la pipistrelle de Kuhl est quant à lui nul, celle-ci étant considérée en « préoccupation mineure » sur les listes rouges nationales et régionales.

V.2.2.2 - Définition de la sensibilité chiroptères

Détermination du niveau de sensibilité

Le niveau de sensibilité pour chaque espèce est estimé à partir de l'état des connaissances actuelles et du travail mené par Eurobats (RODRIGUES & al., 2014), qui, pour chaque groupe d'espèces, a déterminé un niveau de sensibilité.

Tableau 13 - Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les groupes d'espèces

Risque fort	Risque moyen	Risque faible	Inconnu
<i>Nyctalus spp.</i>	<i>Eptesicus spp.</i>	<i>Myotis spp.*</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i>
<i>Pipistrellus spp.</i>	<i>Barbastella spp.</i>	<i>Plecotus spp.</i>	<i>Taphozous nudiventris</i>
<i>Vespertilio murinus</i>	<i>Myotis dasycneme*</i>	<i>Rhinolophus spp.</i>	<i>Otonycteris hemprichii</i>
<i>Hypsugo savii</i>			<i>Miniopterus pallidus</i>
<i>Miniopterus schreibersii</i>			
<i>Tadarida teniotis</i>			

*= dans les régions riches en eaux de surface

**= seulement *Myotis dasycneme* dans les régions riches en eaux de surface

Source : EUROBATS, 2014

Trois niveaux ressortent pour les espèces présentes en France et une note est attribuée en fonction de celui-ci.

Evaluation du niveau de sensibilité

Les chauves-souris n'ont pas toutes la même sensibilité face à l'éolien. Les espèces de haut vol et seront plus concernées par un risque de collision que les espèces de vol bas. Il en est de même pour les espèces pouvant effectuer de longues distances de déplacement.

Tableau 14 - Comportement et sensibilité des espèces

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attrirée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Sensibilité face à l'éolien
Pipistrelle commune	Pipistrellus pipistrellus	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Fort (2)
Pipistrelle de Kuhl	Pipistrellus kuhlii	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Fort (2)
Noctule commune	Nyctalus noctula	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	Fort (2)
Sérotine commune	Eptesicus serotinus	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Moyen	Moyen (1)

Il ressort de ce tableau que 3 espèces ont une sensibilité forte à l'éolien. Il s'agit des deux espèces de pipistrelles recensées sur le site, ainsi que la noctule commune. La sérotine commune a quant à elle une sensibilité dite « moyenne ».

Tableau 15 - Détermination du niveau de sensibilité

Niveau de sensibilité	Notation
Sensibilité faible	0
Sensibilité moyenne	1
Sensibilité forte	2

V.2.2.3 - Définition de la vulnérabilité chiroptères

Détermination du niveau de vulnérabilité

C'est donc l'addition des notes obtenues avec le niveau d'enjeu et le niveau de sensibilité qui permet de définir le niveau de vulnérabilité potentiel des espèces.

Tableau 16 - Calcul du niveau de vulnérabilité

Note enjeu + note sensibilité	Niveau de vulnérabilité
0 et 0,5	Faible ou à préciser
1 et 1,5	Modéré
2 et 2,5	Assez fort
3 et +	Fort

Evaluation du niveau de vulnérabilité

Le croisement des niveaux d'enjeux et de sensibilité permet d'obtenir le niveau de vulnérabilité de chaque espèce et permet ainsi de faire ressortir les espèces concernées par un parc éolien.

Tableau 17 - Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Niveau d'enjeux	Sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité
Pipistrelle commune	Pipistrellus pipistrellus	Faible (0,5)	Fort (2)	Assez fort
Pipistrelle de Kuhl	Pipistrellus kuhlii	Nul (0)	Fort (2)	Assez fort
Noctule commune	Nyctalus noctula	Fort (1)	Fort (2)	Fort

Sérotine commune	Eptesicus serotinus	Faible (0,5)	Moyen (1)	Moyen
-------------------------	---------------------	--------------	-----------	--------------

Une espèce est classée en vulnérabilité forte : la noctule commune. Deux autres espèces sont quant à elles classées en vulnérabilité assez forte : la pipistrelle commune et la pipistrelle de Kuhl. Pour rappel, la pipistrelle commune a l'activité la plus importante sur le site d'étude. C'est également la seule espèce retrouvée impactée lors des suivis mortalités. La sérotine commune présente un niveau de vulnérabilité modérée.

Toutes les espèces présentent sont donc concernées par un niveau de vulnérabilité important et sont à prendre en compte.

Présentation des espèces classées vulnérables

Afin de mieux appréhender les espèces de chauves-souris présentant une vulnérabilité modérée à forte, elles sont présentées dans ce paragraphe.

Pipistrelle commune – <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Espèce de sensibilité forte
La pipistrelle commune est une espèce de petite taille qui fréquente tous les milieux. Elle se retrouve en pleine forêt comme en villes ou en zones cultivées. Elle gîte dans les bâtiments, les greniers, les fissures de murs, les cavités arboricoles et des nombreux autres endroits.	
En France, la pipistrelle commune est très présente et est souvent l'espèce la plus contactée.	
En Bretagne, elle est également largement répartie.	
	 Figure 14 - Carte de répartition Source : Carte INPN
Figure 13 - Pipistrelle commune Source : Photo ALTHIS	

Pipistrelle de Kuhl – <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Espèce de sensibilité forte
La pipistrelle de Kuhl est une chauve-souris de petite taille anthropophile. Elle se rencontre fréquemment dans les villes. Elle fréquente également les milieux agricoles, forestiers et une grande diversité d'autres habitats. Elle gîte en période estivale dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.	
En France, la pipistrelle de Kuhl est bien présente à l'exception de certains départements au Nord où elle reste anecdotique.	
En Bretagne, elle est également considérée comme peu commune.	



Figure 15 - Pipistrelle de Kuhl
Source : Photo V. Verissimo



Figure 16 - Carte de répartition
Source : Carte INPN

Sérotine commune – *Eptesicus serotinus*

La sérotine commune est une chauve-souris robuste qui fréquente une grande variété de milieux, allant de la ville aux milieux forestiers, de culture... Pour ses gîtes d'été, la sérotine commune s'installe de préférence dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.

En France, la sérotine commune est présente sur l'ensemble du territoire, mais est plutôt considérée comme une espèce de basse altitude.

En Bretagne, elle est considérée comme commune.



Figure 173 – Sérotine commune
Source : Photo Y. Ronchard



Figure 184 - Carte de répartition
Source : Carte INPN

Noctule commune – *Nyctalus noctula*

Espèce de sensibilité forte

La Noctule commune fait partie des plus grandes espèces en Europe. Forestière à la base, elle a su s'adapter au milieu urbain. Arboricole, elle gîte dans les anciens trou de pics ou dans de larges cavités dans les troncs.

En France, l'espèce est présente sur la quasi-totalité du territoire. Sa densité tend toutefois à décliner fortement.

En Bretagne, si elle est considérée comme commune dans le Morbihan, elle est mal connue dans les Côtes-d'Armor et rare à très localisé en Ille-et-Vilaine. Elle est absente ou inconnue dans le Finistère.



Figure 19 – Noctule commune

Source : Zooland

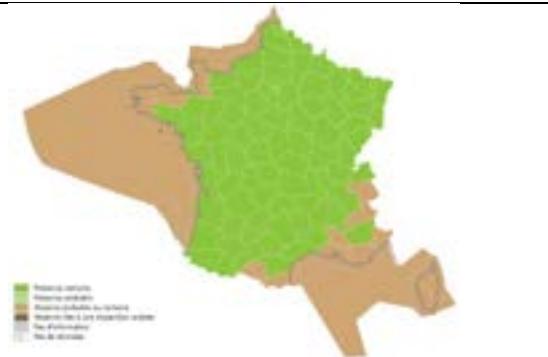


Figure 20 - Carte de répartition

Source : INPN

Vulnérabilité sur site

Afin d'appréhender au mieux la sensibilité sur le parc des Moulins à vent de Kermadeen, la vulnérabilité de chaque espèce est redéfinie en fonction de son activité dans l'aire d'étude.

Pipistrelle commune

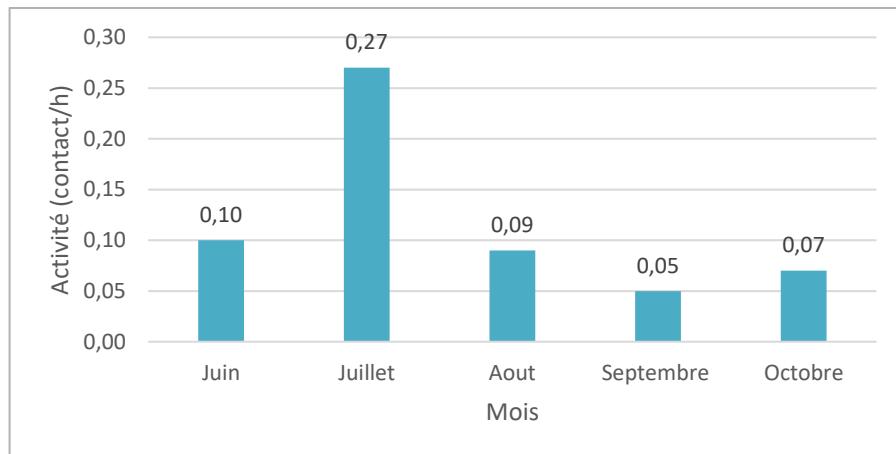


Figure 21 - Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison au niveau de l'éolienne 2

Espèce la plus présente et la plus active sur le site, la pipistrelle commune démontre une activité quasiment égale sur l'ensemble de la saison. Elle semble toutefois plus active en juin et en juillet.

Son activité est globalement très faible sur l'ensemble de la saison au niveau de l'éolienne 2, comme expliqué dans la méthodologie (cf. Tableau 6).

A la vue de cette activité, et en prenant en compte le risque de collision important pour la pipistrelle commune, **sa vulnérabilité est donc jugée faible sur le site**.

Pipistrelle de Kuhl

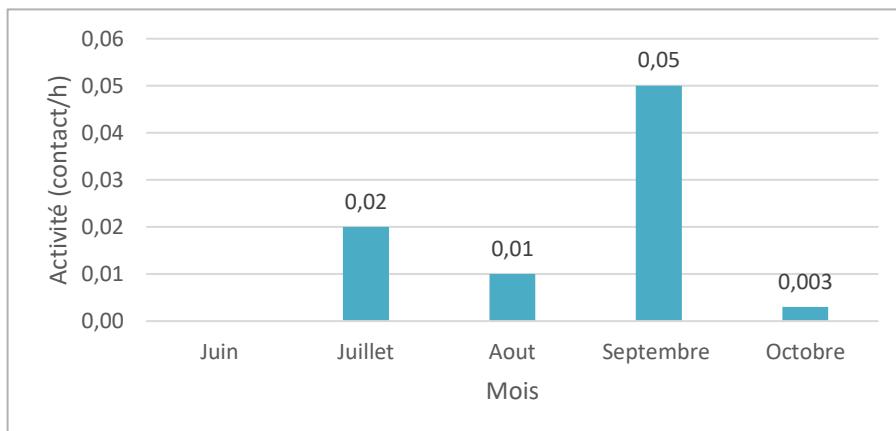


Figure 22 - Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison au niveau de l'éolienne 2

Présente sous l'éolienne 2 quasiment tout au long de la saison, son activité y est très faible.

A la vue de cette activité, et en prenant en compte le risque de collision important pour la pipistrelle de Kuhl, **sa vulnérabilité est donc jugée faible sur le site**.

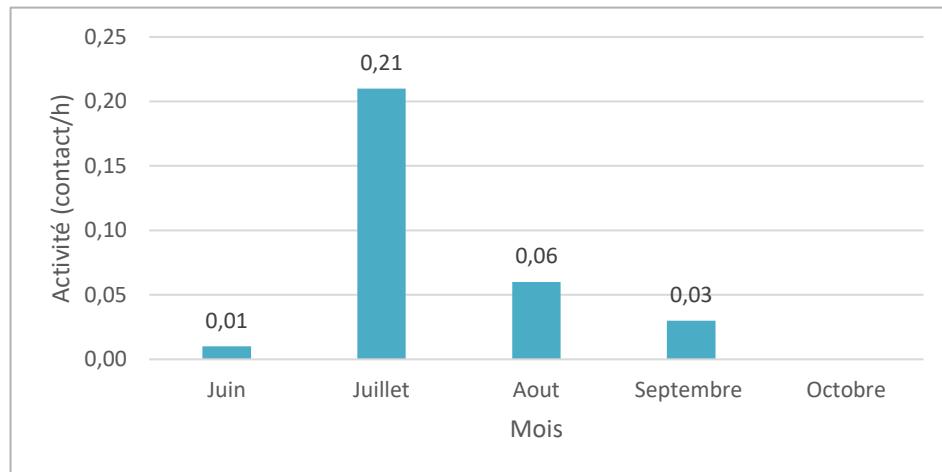
Sérotine commune

Figure 23 - Activité (en ct/h) de la sérotine commune au cours de la saison au niveau de l'éolienne 2

La sérotine commune n'a été contactée qu'avec une activité très faible en ne dépassant jamais les 0.21 contacts / heure.

A la vue de cette activité, et en prenant en compte le risque de collision important pour la sérotine commune, **sa vulnérabilité est donc jugée faible sur le site**.

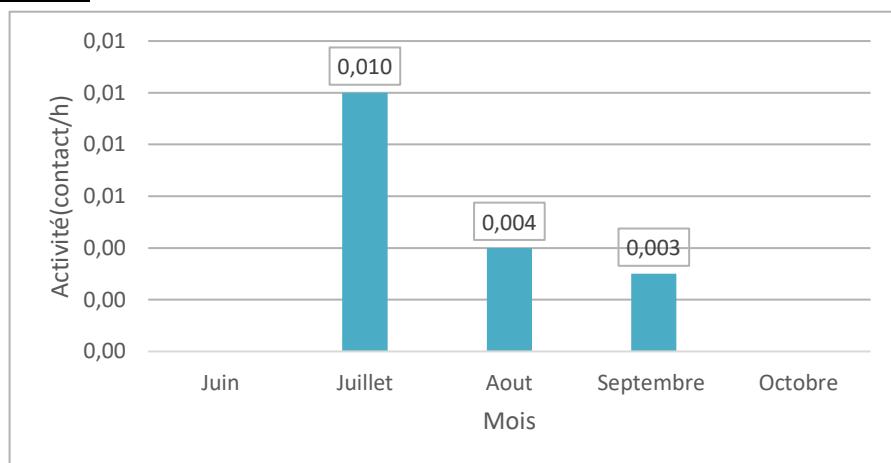
Noctule commune

Figure 24 - Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison au niveau de l'éolienne 2

La noctule commune a été contactée sur la période estivale et automnale, avec une activité très faible en ne dépassant jamais les 0.01 contacts / heure.

A la vue de cette activité, et en prenant en compte le risque de collision important pour la noctule commune, **sa vulnérabilité est donc jugée faible sur le site**.

V.2.3 - Synthèse des enjeux et vulnérabilité

Quatre espèces ont donc été recensées à hauteur de nacelle sur le parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen. Toutes sont sensibles aux collisions avec les éoliennes.

La pipistrelle commune est la plus contactée, aussi bien en termes d'activité qu'en termes de saisonnalité. C'est également l'espèce la plus impactée en ce qui concerne la mortalité sur le parc des Moulins à vent de Kermadeen, avec au moins 2 cadavres sur les 3 retrouvés (le 3eme n'ayant pas été identifié jusqu'à l'espèce). De plus, le suivi de mortalité montre ci-après que les deux cadavres de pipistrelles communes ont été retrouvé sous l'éolienne 2. Cependant, l'activité au niveau de la nacelle de celle-ci est qualifiée de « très faible ». Ceci peut s'expliquer par la faible attractivité du site pour les chiroptères.

Le Batcorder a été placé arbitrairement dans l'éolienne 2 par sa proximité avec un boisement, habitat favorable à l'activité des chiroptères.

Tableau 18 - Niveau de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Treffendel

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Niveau de vulnérabilité	Niveau de vulnérabilité sur le site
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Assez fort	Faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Assez fort	Faible
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Fort	Faible
Sérotinge commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Moyen	Faible

VI. Suivi de la mortalité

VI.1 Méthodologie

VI.1.1 - Rappel de la commande

La commande de la société Quadran établit que le suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères devra être réalisé entre les semaines 20 à 43 (mi-mai à octobre), et que le bureau d'études devra réaliser au minimum 20 sorties (un passage par semaine). Le suivi concerne les 5 éoliennes que comporte le parc de Tréffendel.

Le suivi du parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen se conforme au Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, dans sa révision de 2018 (MTES, 2018).

VI.1.1 - Protocole mis en œuvre

VI.1.1.1 - Suivi de mortalité

Fréquence de suivis

Le suivi de la mortalité est réalisé entre mi-mai à la fin octobre 2018, à raison de 23 interventions.

Tableau 19 –Planning de réalisation du suivi de mortalité

Dates	Intervenants
22/05/2018	A.MAZURIE-DESGARENNE
30/05/2018	A.MAZURIE-DESGARENNE
05/06/2018	A.MAZURIE-DESGARENNE
12/06/2018	F. HEMERY
19/06/2018	F. MEREL
26/06/2018	A.MAZURIE-DESGARENNE
03/07/2018	F. MEREL
10/07/2018	F. MEREL
17/07/2018	F. HEMERY
24/07/2018	M. FEON
31/07/2018	A.MAZURIE-DESGARENNE
07/08/2018	F. MEREL
13/08/2018	A.MAZURIE-DESGARENNE
21/08/2018	M. FEON
28/08/2018	F. HEMERY
04/09/2018	M. FEON
11/09/2018	M. FEON
18/09/2018	F. HEMERY
25/09/2018	R. DESCOPIN
02/10/2018	A.MAZURIE-DESGARENNE
09/10/2018	R. ARHUR
16/10/2018	F. HEMERY
23/10/2018	F. HEMERY

Protocole de terrain

Le protocole de terrain est inspiré de celui mis au point par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO, 2004).

Les prospections de terrain s'effectuent à pied sous les 5 aérogénérateurs.

La surface à prospecter correspond à un carré de 100 m*100 m, soit une surface de 1ha autour de chaque éolienne. Il est considéré que cette surface est suffisante pour obtenir une valeur précise de la mortalité induite par les éoliennes.

Pour réaliser cette prospection, l'observateur utilise une tablette de terrain munie d'un logiciel de cartographie (CartoLander®) et d'un GPS. Chaque éolienne est entourée par un quadrat (périmètre

de la surface à prospecter). Celui-ci est ligné par des transects. L'observateur visualise sa position dans l'espace directement sur le logiciel. Il n'a plus qu'à suivre les transects pour rechercher efficacement les cadavres, tout en respectant leurs longueurs et leurs écartements. L'espacement entre transects est de 10m.

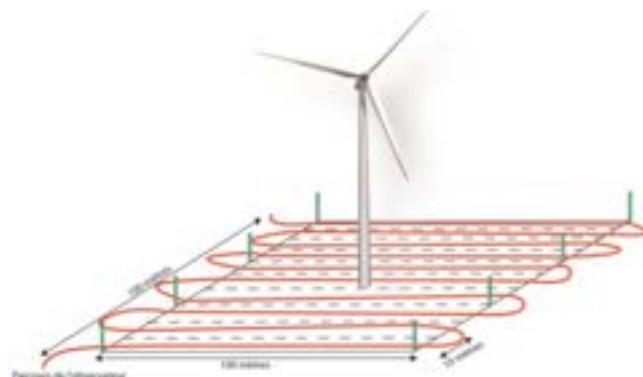


Figure 25 - Schéma de principe des recherches de terrain.

Source : LPO, 2004



Figure 26 - Localisation des quadrats d'étude.

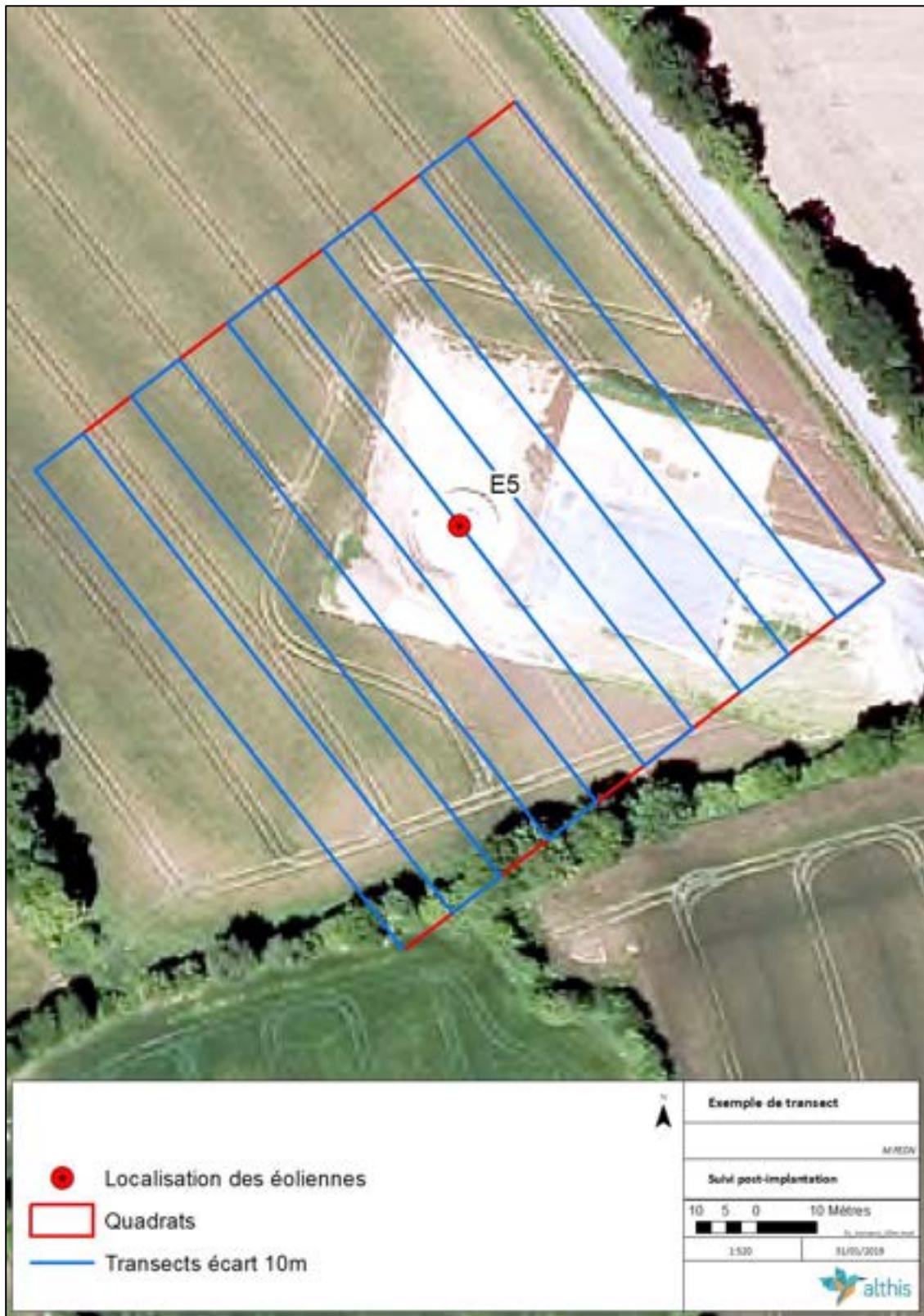


Figure 27 – Exemple de transect réalisé au pied de l'éolienne E5 du parc éolien de Lannéanou

Pour chaque journée de suivi et pour chaque éolienne, une base de données est remplie, même en l'absence cadavre. Elle contient entre autres : la date, le prospecteur, et au besoin, l'espèce localisée, une estimation de son âge, son état, etc...

Chaque quadrat prospecté est pris en photo. Chaque cadavre retrouvé est également pris en photo.

VI.1.2 - Test de détection

Le test de détection permet d'établir le coefficient de détectabilité. Celui-ci est personnel, associé à un intervenant. Il varie aussi selon l'occupation du sol (couvert végétal). Ce test est réalisé juste avant le démarrage des prospections sous les éoliennes.

Pour assurer le suivi, les nécessités du service amènent différents intervenants à participer à celui-ci, soit 5 intervenants différents dans le cas présent. Il n'est pas possible en conséquence de mener *in situ* des tests de détection pour chaque intervenant sur le parc de Lannéanou.

Néanmoins, chaque intervenant a participé à des tests de détection pour différents couverts végétaux, similaires à ceux présent dans cette étude. Les leurres utilisés sont constitués également de poussins, mais aussi de leurres artificiels (sorte de poupées en tissus de couleur sombre et de taille identique aux chiroptères) Il est donc possible de mettre en regard un coefficient de détectabilité pour chaque opérateur et chaque type de milieu.

VI.1.3 - Test de persistance

Pour déterminer ce coefficient, des cadavres de poussins sont disséminés au pied d'une éolienne. Les cadavres restants sont dénombrés le lendemain et lors d'une série de contrôles courant jusqu'à disparition des cadavres ou à concurrence de 14 jours.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi $\bar{t} = \frac{\sum \text{Persistance par cadavre}}{\text{Nbre cadavres}}$

Deux tests ont été menés, en début et fin de période de suivi.

Tableau 20 –Planning de réalisation des tests de persistance

Dates	Intervenants	Interventions
12/06/2018	F. HEMERY	Mise en place
13/06/2018	M. FEON	Contrôle
18/06/2018	F. MEREL	Contrôle
29/10/2018	M. FEON	Mise en place
30/10/2018	M. FEON	Contrôle
02/11/2018	M. FEON	Contrôle
5/11/2018	M. FEON	Contrôle
12/11/2018	M. FEON	Contrôle

VI.2 Estimateurs de mortalité utilisés

VI.2.1 - Formule d'Erickson

Dans la méthode d'Erickson, le taux de persistance des cadavres, de la formule initiale de Winkelmann, est remplacé par la durée moyenne de persistance. L'avantage de cette méthode est de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi vaut 0 (intervalle de suivi long).

La formule d'Erickson (Erickson & Al., 2000) est la suivante :

$$N = \frac{I \times C}{\bar{t} \times d} \times A$$

I est la fréquence de passage en jour. **C** est le nombre de cadavres trouvés. **A** est le coefficient de correction de surface. **d** est le taux de détection. **t̄** est la durée moyenne de persistance des cadavres.

VI.2.2 - Formule de Jones

Pour son estimation de la mortalité, Jones et al. (2009) propose une méthode de calcul en retravaillant la valeur du paramètre de la persistance des cadavres. Il considère que la mortalité est constante dans le temps et que la persistance des cadavres suit une loi exponentielle négative. Cette méthode suppose que la probabilité moyenne de disparition d'un cadavre sur l'intervalle est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé au milieu de l'intervalle de temps. Ainsi, la valeur de p est définie par l'équation suivante :

$$p = \exp^{(-0.5 \times I/\bar{t})}$$

$$N = \frac{c}{d \times \exp^{(-0.5 \times I/\bar{t})} \times \hat{e}} \times A$$

Avec Coefficient correcteur d'intervalle effectif $\hat{e} = \frac{\min(I, \hat{I})}{I}$

Jones et al. ajoute la notion d'intervalle effectif en considérant que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est pas tombé au début de l'intervalle mais plus probablement au cours de cet intervalle. Il convient donc de redéfinir l'intervalle réellement suivi appelé intervalle effectif \hat{I} qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1%.

Sa valeur vaut donc : $\hat{I} = \log(-0,01 \times \bar{t})$

Pour les calculs, la valeur de I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} (Cornut et Vincent, 2010).

VI.2.3 - Formule de Huso

Huso part de la formule de Jones (Huso, 2010), mais elle 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. Elle considère également que la mortalité est constante.

$$p = \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I}$$

D'où : $N = \frac{c}{d \times \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \times A$

De même, dans les calculs, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} .

VI.2.4 - Mise en œuvre

Les 3 estimateurs sont disponibles, pour une mise en œuvre, de façon simple, sur le site du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/>

Les données sont fournies sous une forme précise :

- le nombre de cas de mortalité est saisi par passage dans un fichier,
- la durée de persistance par cadavre en est saisi dans un fichier,
- 4 autres données sont fournies : l'intervalle entre passage, les nombres de leurres posés et retrouvés pour la détection, et le pourcentage de surface prospectée.

Avec ces éléments, le programme fourni l'estimation médiane et les intervalles de confiance à 95% et 80% pour chaque estimateur. Les 3 modèles utilisés ne seront pas comparés entre eux et seront moyennés pour obtenir la médiane et l'intervalle de confiance à 80%.

La médiane sera retenue comme l'ordre de grandeur de la mortalité.

Le chiffre réel sera considéré comme très probablement dans l'intervalle de confiance à 80%

VI.3 Résultats

VI.3.1 - Occupation du sol au pied des éoliennes

Il y a 4 types de couverts principaux sur le sol des quadrats (voir tableau ci-dessous). Il s'agit de cultures, de prairies, de boisements (boisements et haies) et de voiries (chemins d'exploitation et plateformes).

Les cultures sont prépondérantes avec 72 % de la surface totale des quadrats (3,6 ha sur 5). Les cultures comprennent différentes espèces selon les parcelles et la saison : blé, maïs et colza / couvre-sol. Les surfaces de voirie viennent ensuite, représentant 15 % de la surface totale.

Enfin, les zones boisées couvrent 8% de la surface totale et les prairies sont minoritaires, avec seulement 5% de la surface totale recouvertes par ces dernières.

Tableau 21 – Types d'habitats rencontrés et surfaces associées.

Typologie simplifiée des habitats	Surface (en ha)	Pourcentage
Boisements de feuillus	0,41	8%
Cultures	3,59	72%
Voiries	0,74	15%
Prairies	0,26	5%
Total	5,00	100%

Ces couverts induisent 4 types de surface, du point de vue du suivi :

- les voiries sont considérées comme des « surfaces planes »,
- les prairies sont en « végétation haute » ou « végétation basse » selon la période,
- les cultures sont soit « non prospectables », soit « surfaces planes », soit « végétation basse » ou « végétation haute », selon la culture et son développement.
- Les boisements sont « non prospectables » car la végétation y est trop dense.



Photo 1- Exemple de surface plane



Photo 2 – Prairie en végétation basse



Photo 3 – Boisement non prospectable



Photo 4 – Culture en « végétation haute » non prospectable à gauche et culture en « végétation basse » à droite

Pour l'analyse des résultats, les différences entre les éoliennes sont peu significatives. En effet, les surfaces en prairies sont occupées par des prairies dites améliorées, dont la biodiversité est faible. Ces prairies et les cultures sont donc des milieux a priori peu favorables. Leur différence d'enjeu n'est pas suffisamment importante au vu des surfaces impliquée pour permettre d'individualiser les éoliennes.

Le type de surface en fonction de l'avancement des cultures est lui plus significatif.



Figure 28 – Typologie simplifiée des habitats dans les quadrats d'étude

VI.3.2 - Surfaces prospectées

La surface globale prospectée a varié au cours de la période de prospection, en 2018.

En juin, un quart des surfaces sont couvertes par des cultures de blé, non prospectables (autour de E4 en particulier). Seul $\frac{3}{4}$ des surfaces sont donc prospectées. Les autres cultures sont alors en cours de préparation ou de semis pour du maïs.

Dès la fin juin, le maïs est trop développé pour être prospecté (E1 et E3). Seuls les surfaces en voirie et en herbe sont alors suivies (moins d'un hectare). Fin juillet, la moisson du blé ouvre de nouvelles surfaces à la prospection. Près de 2 hectares sont alors prospectables.

Mi-septembre, la coupe du maïs rend accessible le reste des surfaces. La totalité peut alors être prospectée. A la toute fin octobre, le développement d'une culture de couverture (colza ou autre chou), sur la partie en blé en début de saison, au pied de E2, réduit à nouveau la surface couverte.

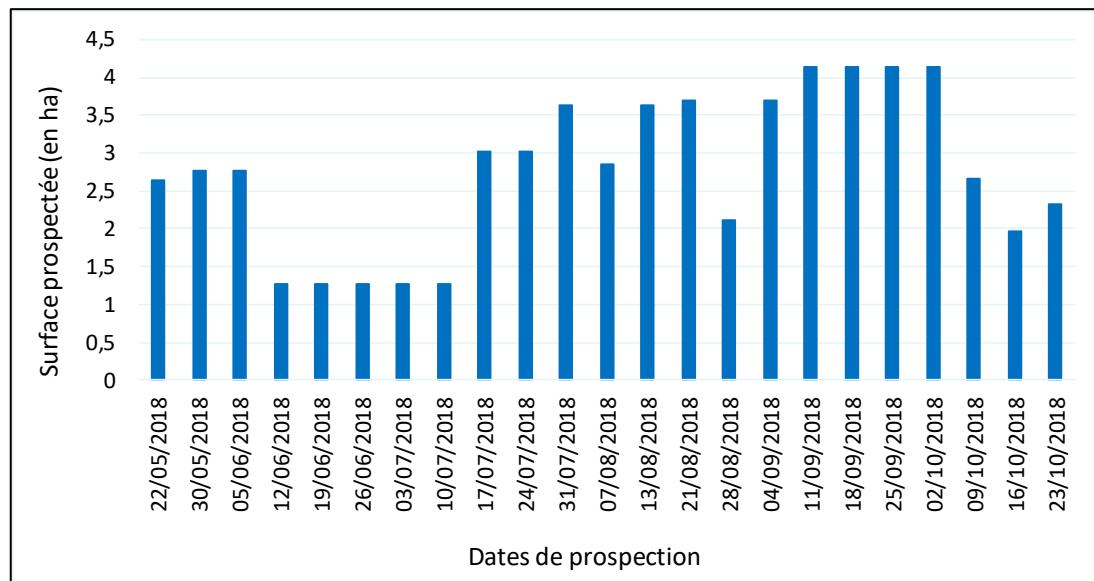


Figure 29 - Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires

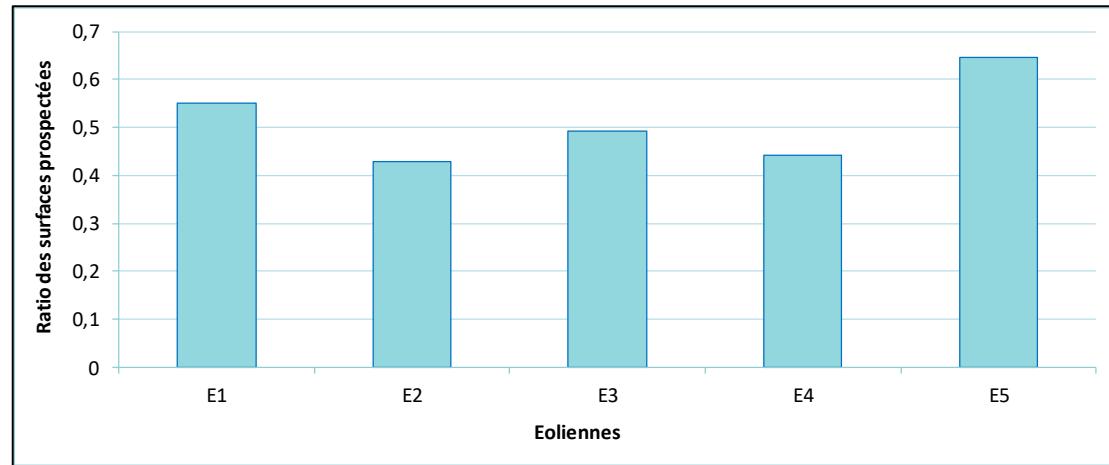


Figure 30 – Moyennes des surfaces prospectées par éolienne sur toute la durée du suivi

La figure 30 montre que l'éolienne ayant eu le plus de surface prospectée est l'éolienne E5. Les éoliennes E2 et E4 sont, quant à elles, les machines ayant eu les plus faibles surfaces de prospection.

VI.4 Coefficients de correction

VI.4.1 - Test de détection

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection. Ces tests permettent de définir le coefficient de détectabilité pour chaque intervenant.

Deux tests ont été réalisés pour chaque intervenant, avec un grand type de végétation pour chaque test (surface plane, végétation basse).

Pour la surface plane, l'aire de test était de 5000 m², avec 20 leurre. Des leurre étaient dispersés, avant l'arrivée du chercheur sur le site de test. Les leurre sont jetés en l'air afin de simuler une chute. Ils sont fabriqués en tissu de couleur foncée afin de se rapprocher au maximum de la réalité.

La recherche était menée en situation standard de prospection.



Photo 5 – Leurre fabriqué en tissu

Source : photo Althis

Normalement, les intervenants ignorent qu'ils sont en test. Dans les faits, dès qu'un intervenant observe un leurre, il intègre qu'un test est en cours. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition de tester avec de faibles quantités. De plus, les contraintes pratiques (transport, préparation) font qu'il est compliqué de mettre en place ce type de test.

Avec le nombre d'intervenants à tester (6, en tenant compte de la totalité des intervenants susceptibles de participer), l'organisation devenait complexe. Althis a donc mis en place une méthodologie de test alternative, qui a été mise en œuvre pour la première fois pour la végétation basse.

Pour cette dernière, un parcours spécifique au test, pour une surface de 2000 m², a été utilisé. Le test a été fait en deux passages, pour un total de 50 leurre (26 et 24).

Pour chaque passage, un préparateur dépose (par jet en l'air) un nombre de leurre qu'il définit (l'objectif étant de disposer d'un lot de données suffisantes), selon une disposition tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire). Les leurre en tissu foncé ont été réutilisés, ainsi que des leurre en coton brun plus clair, et des leurre plus réaliste, mais moins nombreux.

Chaque intervenant suit le parcours selon les modalités de suivi standard, avec un contrôle strict du timing (pour limiter l'intensification de la recherche au-delà de la pratique normale).

Les coefficients de détectabilité sont donc définis ainsi :

Tableau 22 – Coefficients de détectabilité par intervenant

Intervenant	surface plane	végétation basse	végétation haute
A.MAZURIE-DESGARENNE	0,9	0,4	0,2
R.ARHURO	0,84	0,28	0,14
F.HEMERY	0,85	0,28	0,14
M.FEON	0,85	0,28	0,14
F.MEREL	0,9	0,28	0,14
R.DESCOMBIN	0,85	0,24	0,12

VI.4.2 - Test de persistance

Le test consiste à disperser, comme proies, des cadavres de 20 poussins au pied des éoliennes, dans la zone prospectée, et à suivre leur disparition progressive. Le premier test a été mené au pied des éoliennes le 12 juin ; le second le 29 octobre.

Tableau 23 – Résultats des deux tests de persistance

Test	Date de passage	Nbre de proies restantes	Persistance (j)
Test 1	12/06/2018	20	
Test 1	13/06/2018	4	0.5
Test 1	18/06/2018	0	3.5
Test 2	29/10/2018	20	
Test 2	30/10/2018	12	0,5
Test 2	02/10/2018	6	2.5
Test 2	05/10/2018	4	5.5
Test 2	12/11/2018	0	10.5

Le taux de persistance est calculée

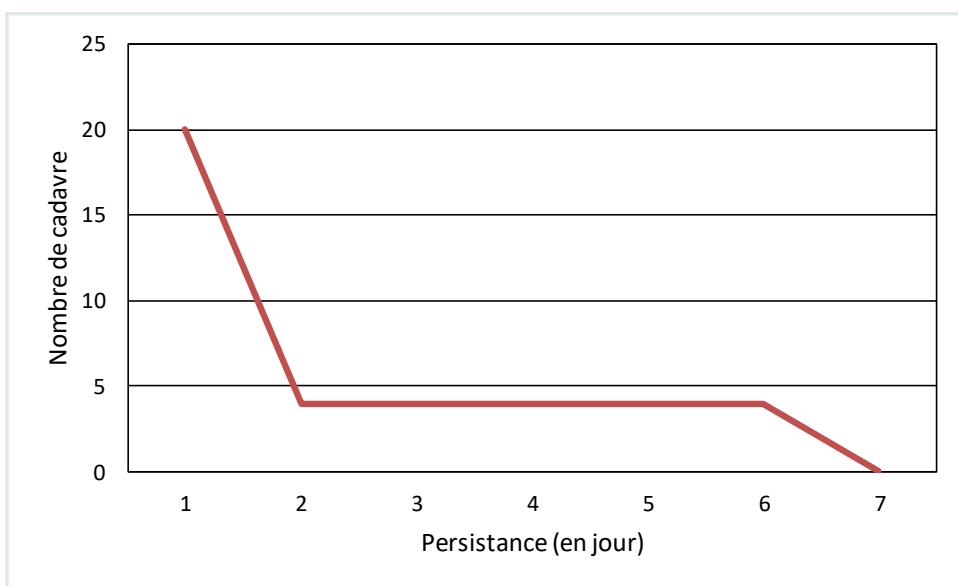


Figure 31 – Résultat du test n°1 de prédatation

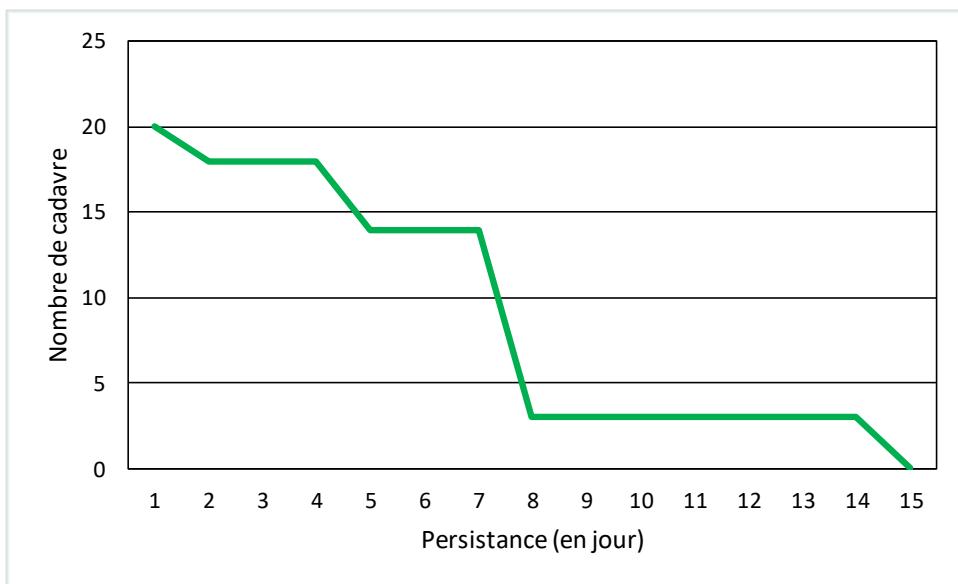


Figure 32 – Résultat du test n°2 de prédatation

Il est probable que les cadavres de poussins soient plus attractifs que les chiroptères. En effet, leur détection visuelle est plus facile (taille, couleur). La détection olfactive reste équivalente. Les charognards chassant à vue sont donc favorisés, ce qui peut induire une plus faible persistance.

Les deux tests réalisés montrent une pression de prédation très différentes entre les 2 périodes.

Le premier test montre un taux de persistance de **2 jours**.

Le second test montre un taux de persistance de **4.75 jours**.

Cette différence peut s'expliquer par une recherche de proie plus active de la part des prédateurs et des charognards en juin, correspondant avec la période de nourrissage de leurs jeunes.

VI.5 Prise en compte conjointe de la détectabilité et du couvert

A chaque type de couvert, et à chaque intervenant est associé un taux de détection spécifique.

A chaque éolienne et à chaque passage est associé une surface par type de couvert.

On constitue ainsi un taux de détection composite par journée, en pondérant les taux de détection par les surfaces associées au type de couvert. La moyenne de ces taux sur la durée du suivi sera prise en compte par éolienne et pour l'ensemble du parc.

Tableau 24 – Exemple pour l'éolienne E1

Date d'inventaire	Couvert bas	Sol nu	Non prospecté	Nom	Taux de détection composite
22/05/2018	0	0,1071	0,8929	AMD	0,9
30/05/2018	0	0,1071	0,8929	AMD	0,9
05/06/2018	0	0,1071	0,8929	AMD	0,9
12/06/2018	0	0,1071	0,8929	FH	0,9
19/06/2018	0	0,1071	0,8929	FM	0,9
26/06/2018	0	0,1071	0,8929	AMD	0,9
03/07/2018	0	0,1071	0,8929	FM	0,9
10/07/2018	0	0,1071	0,8929	FM	0,9
17/07/2018	0,6966	0,1071	0,1963	FH	0,4
24/07/2018	0,6966	0,1071	0,1963	MF	0,4
31/07/2018	0,6966	0,1071	0,1963	AMD	0,5
07/08/2018	0,6966	0,1071	0,1963	FM	0,4
13/08/2018	0,6966	0,1071	0,1963	AMD	0,5
21/08/2018	0,6966	0,1071	0,1963	MF	0,4
28/08/2018	0,6966	0,1071	0,1963	RA	0,4
04/09/2018	0,6966	0,1071	0,1963	MF	0,4
11/09/2018	0,6966	0,1071	0,1963	MF	0,4
18/09/2018	0,6966	0,1071	0,1963	FM	0,4
25/09/2018	0,6966	0,1071	0,1963	RD	0,3
02/10/2018	0,6966	0,1071	0,1963	AMD	0,5
09/10/2018	0,6966	0,1071	0,1963	RA	0,4
16/10/2018	0,6966	0,1071	0,1963	FH	0,4
23/10/2018	0,6966	0,1071	0,1963	FH	0,4

Pour chaque éolienne, ainsi que pour le parc entier, un taux de détection peut être établi. Les tests initiaux ayant portés sur 70 leurres, le calcul d'un nombre de leurres théoriquement détecté dans chaque cas permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection).

Tableau 25 – Taux de détection théorique

Taux de détection moyen	Détection théorique /70
E1	39
E2	48
E3	34
E4	59
E5	59
Moyenne	47.8

VI.6 Données de mortalité

Le parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen fait l'objet en 2018 d'un suivi de mortalité des chiroptères et des oiseaux.

Trois observations de mortalité sont enregistrées, soit 3 chiroptères. De plus, 2 plumées d'oiseaux sont retrouvées dans le périmètre des quadrats de suivis. Il s'agit de restes de plumes en nombre, de buse variable et de pigeon ramier. Bien que la responsabilité de l'éolienne ne puisse être garantie, elle est probable. Ces deux oiseaux ont pu être percutés par les pales, tombés au sol et être consommés et/ou déplacés par les prédateurs/charognards. Ces deux observations sont donc incluses dans le suivi.

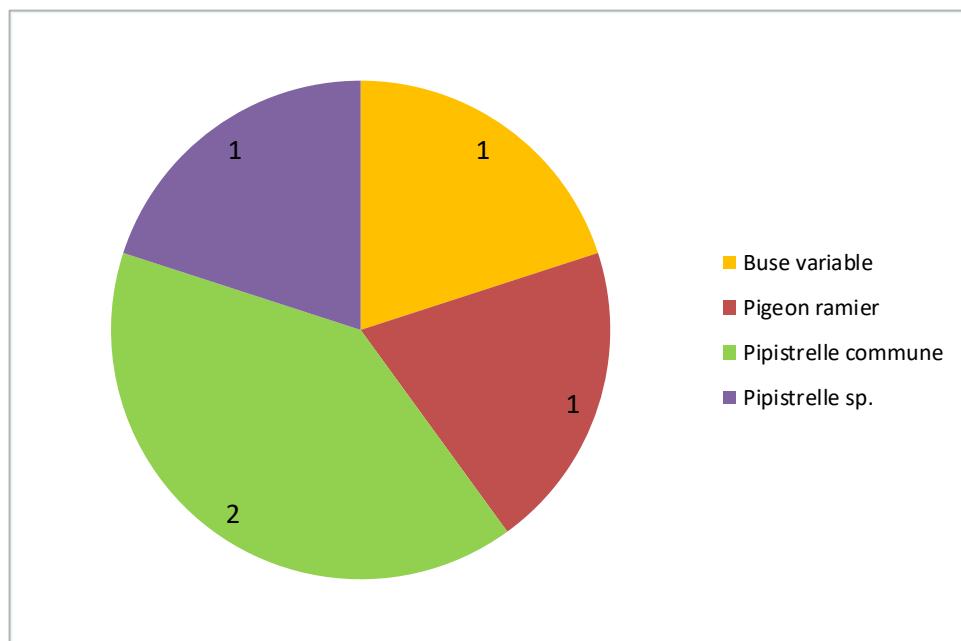


Figure 33 – Répartition des cas de mortalité pour le parc éolien

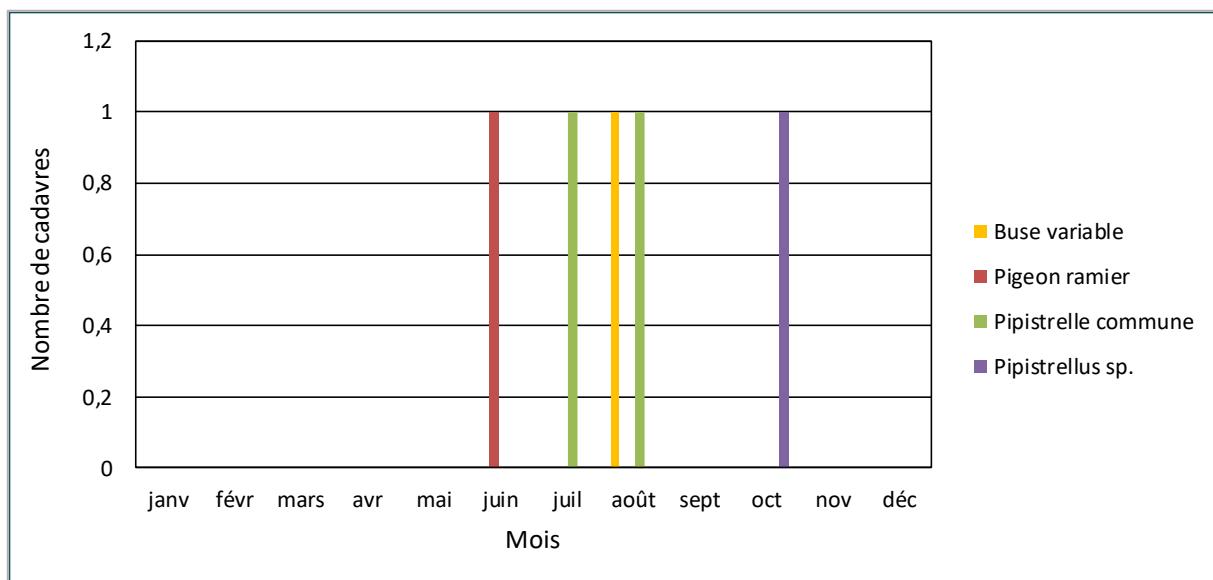


Figure 34 – Chronologie des observations de mortalité, par taxon

Ce graphique montre une concentration des cas de mortalité entre les mois de juin et d'août 2018, puis une mortalité diffuse en octobre. Cette période de mortalité correspond aux observations générales de mortalité constatées dans les études sur l'éolien. Bien que la mortalité constatée sur le

parc des Moulins à vent de Kermadeen soit faible, les populations sont plus importantes après les reproductions, et c'est la période des migrations automnales (chiroptères et avifaune).

Les quelques cas de mortalité constatée sont répartis sur l'ensemble du parc, excepté l'éolienne E4 où aucun cadavre n'est retrouvé. Deux cadavres de chiroptères sur 3 sont retrouvés sous l'éolienne E2, mais l'effectif est trop faible pour supposer une concentration particulière sur cette machine.

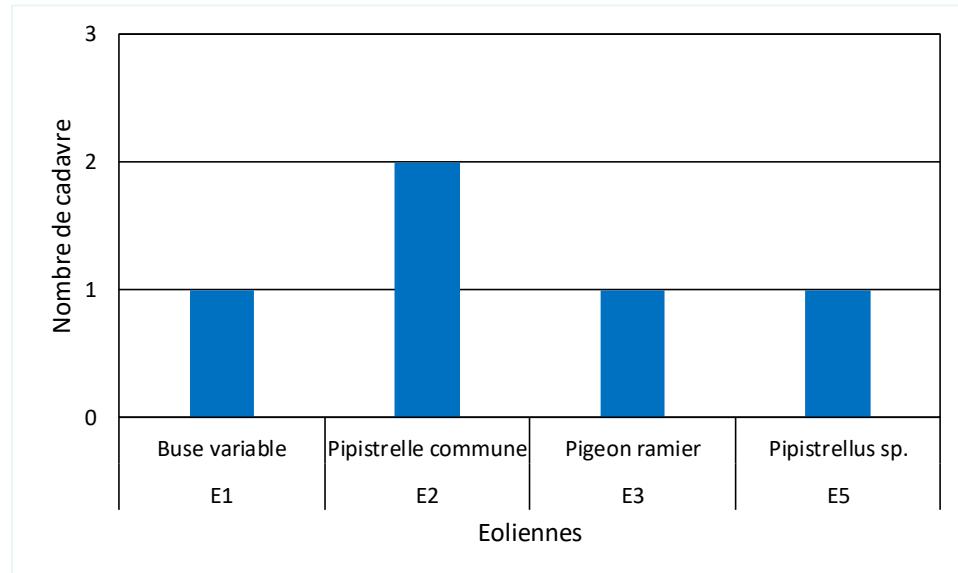


Figure 35 – Répartition des cas de mortalité, par éolienne

VI.7 Evaluation de la mortalité

VI.7.1 - Evaluation pour le parc entier

La mortalité a été estimé pour le parc entier sur l'ensemble de la période (chiroptères et avifaune).

Pour rappel, cette méthode de calcul est basé sur l'application Shiny du CEFE, qui fournit des résultats statistiques d'après plusieurs calculs, dans le but d'obtenir une estimation la plus proche de la réalité.

Tableau 26 – Estimation de la mortalité pour les chiroptères

	Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Parc entier : 3 cadavres de chiroptères retrouvés	Erickson	28.98	0.00	69.26	9.81	53.70
	Huso	35.74	0.00	80.55	12.06	64.32
	Jones	40.22	0.00	95.59	13.55	74.11

Pour le parc entier, la mortalité réelle estimée pour les chiroptères est de l'ordre de **35 chauves-souris** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel très probablement entre 11 et 64 individus.

Tableau 27 – Estimation de la mortalité pour l'avifaune

	Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
	Erickson	18.62	0.00	52.24	0.00	38.60

Parc entier : 2 plumées d'oiseaux retrouvées	Huso	23.19	0.00	62.21	0.00	46.03
	Jones	25.88	0.00	72.48	0.00	53.23

Pour l'avifaune, la mortalité réelle supposée est de l'ordre de **23 oiseaux** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel très probablement entre 0 et 46 individus.

La mortalité globale pour l'ensemble du parc de Lannéanou est calculée avec la moyenne des médianes estimées pour les deux taxons, soit **35 cadavres de chauves-souris et 23 cadavres d'oiseaux** sur la période étudiée (22 semaines consécutives), pour le parc des Moulins à vent de Kermadeen

VI.7.2 - Evaluation de l'éolienne E2

La mortalité enregistrée au pied de l'éolienne E2 étant la plus forte, l'estimateur est utilisé pour le cas des chiroptères uniquement.

Tableau 28 – Estimation de la mortalité des chiroptères pour l'éolienne E2

	Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Eolienne E2 : 2 cadavres de chiroptères retrouvés	Erickson	18.79	0.00	53.60	0.00	38.90
	Huso	23.34	0.00	62.90	0.00	46.91
	Jones	26.10	0.00	73.57	0.00	53.45

Pour E2, la mortalité réelle supposée est de l'ordre de 23 chauves-souris. Le chiffre réel est très probablement entre 2 et 46 chiroptères.

VI.7.1 - Données disponibles pour l'analyse

VI.7.1.1 - Vents

Les données fournies par Quadran permettent de réaliser des analyses combinées entre les cas de mortalité constatés et les conditions météorologiques associées. En effet, les conditions de vent, de pluviométrie et de températures vont conditionnées l'activité des animaux et notamment des chiroptères.

D'après l'analyse des données d'activités issues du Batcorder (cf. figure 33), le maximum d'activité des chiroptères intervient dans la demi-heure avant le coucher du soleil et les 3 heures suivant le crépuscule. L'analyse porte alors principalement sur cette période. En vue de faciliter les analyses, la journée a été découpée en 5 périodes : le crépuscule ($\frac{1}{2}$ heure avant le coucher du soleil), le début de nuit (jusqu'à 3h après le coucher de soleil), le milieu de nuit (entre le début et la fin), la fin de nuit (à partir de 2h avant le lever du soleil) et la période « journée » (du lever à 9h, puis de 19h au crépuscule).

À cet effet, les horaires de coucher et de lever de soleil sur Lannéanou ont été pris en compte chaque jour. La durée de période « journée » et de la nuit est en conséquence variable, selon l'avancement des saisons.

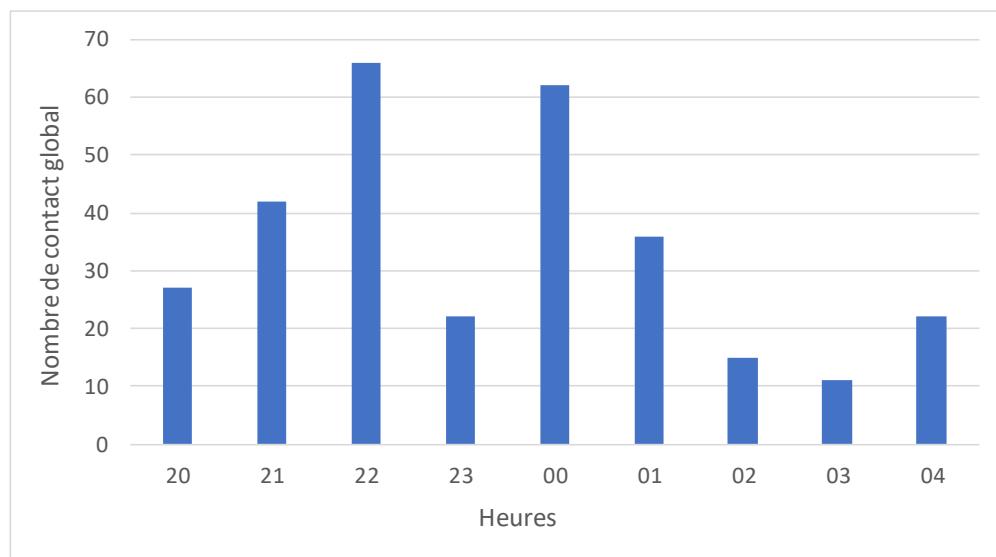


Figure 36 – Activité des chiroptères par heure

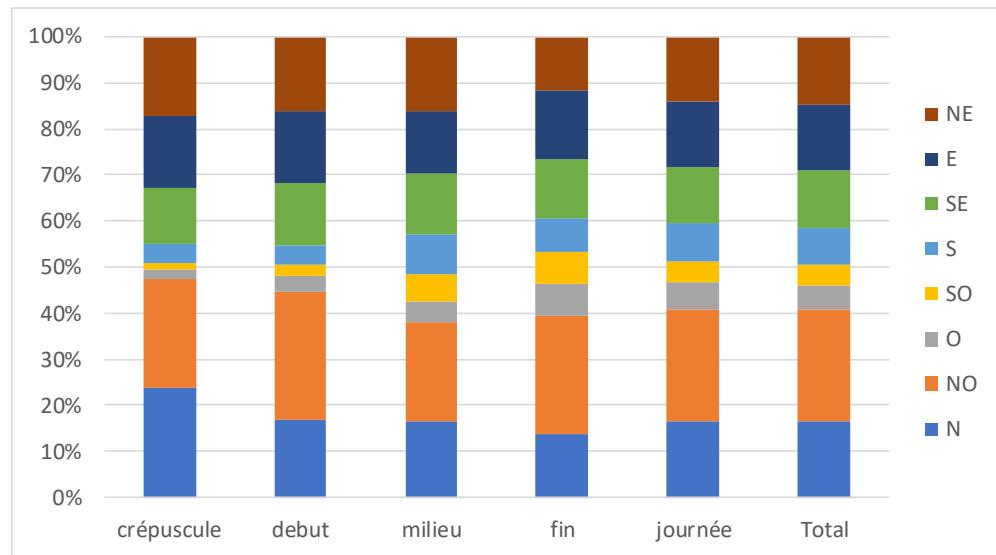


Figure 37 – Répartition à l'échelle du parc du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée ».

On constate que, sur la période du suivi, le vent dominant est un vent de nord-ouest (au sens large comme réduit). Le vent de nord-ouest est présent de manière plutôt homogène sur une journée complète, avec une diminution notée en milieu de journée.

Concernant l'éolienne E2, qui enregistre le plus de cas de mortalité, la répartition du vent se présente comme suit :

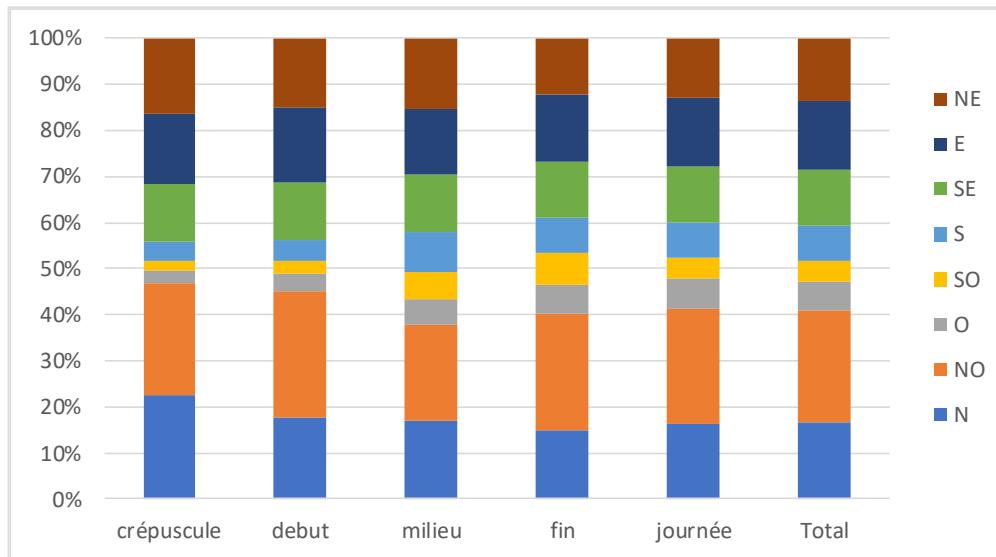


Figure 38 - Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée » sur l'éolienne E2

Le constat est assez identique à la répartition du vent à l'échelle du parc. C'est un vent du nord-ouest qui domine. A noter qu'au crépuscule, le vent de secteur nord est quasiment aussi présent que le vent de secteur nord-ouest.

Pour chaque première partie de nuit (crépuscule + début), il a été déterminé la vitesse moyenne du vent enregistré

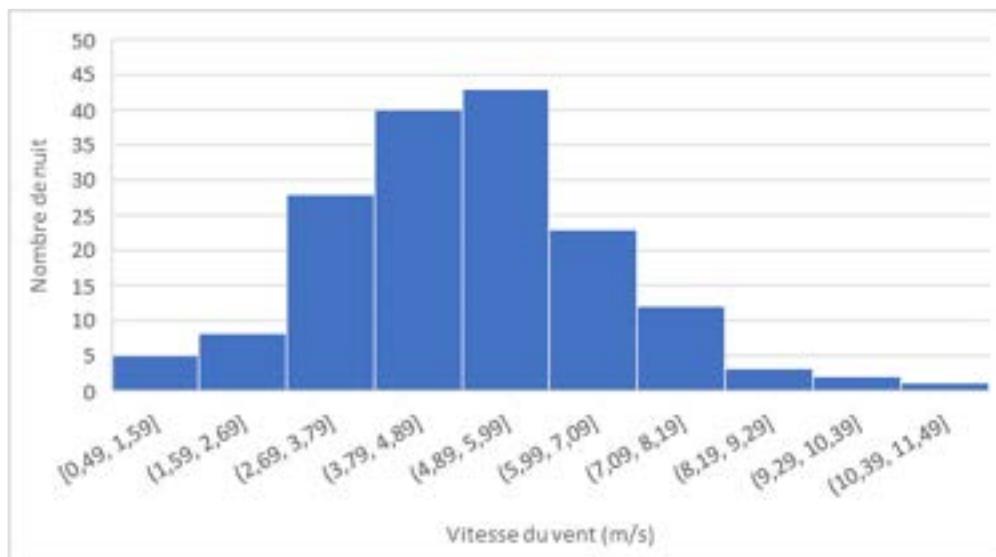


Figure 39 – Vitesse de vent moyenne en début de nuit en m/s

Ce graphique montre que la majorité des nuits lors de la période de suivi ont connues une vitesse de vent moyenne favorable à l'activité des chauves-souris, c'est-à-dire à une vitesse de vent inférieure à 7 mètres/seconde.

VII. Analyse

VII.1 Suivi de la mortalité

VII.1.1 - Répartition par éolienne des cas de mortalité

Le faible nombre de cas de mortalité recensé sur le parc éolien des Moulins à vent de Kermadeen se répartit sur toutes les éoliennes du parc, excepté l'éolienne E4. Sur les 3 cadavres de chiroptères retrouvés, 2 le sont au pied de l'éolienne E2.

L'occupation des sols à proximité de E2 ne diffère pas significativement de celle des autres aérogénérateurs. Cette machine est très proche de la chênaie acidophile, mais la même configuration se retrouve sur l'éolienne E3, sous laquelle aucun cadavre de chauve-souris n'est retrouvé.

Tableau 29 – Distances des éoliennes aux reliefs paysagers

Éolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Distance minimale
E1	Haie	30 m
E2	Bois	37 m
E3	Bois	22 m
E4	Haie	39 m
E5	Haies	50 m

Si l'on observe à plus petite échelle (cf. figure 5), on constate que la seule éolienne E4 n'est pas concerné par la découverte d'un cadavre ou d'une plumée. Or elle présente la même configuration paysagère que l'éolienne E5 (cultures et haies). Les éoliennes E1, E2 et E3 sont les machines les plus proches de structures paysagères intéressantes pour les oiseaux ou les chiroptères. Pourtant, les cadavres des chiroptères sont retrouvés sous les éoliennes E2 et E5.

Somme toute, il n'est pas pertinent d'analyser la répartition de la mortalité selon les éoliennes avec si peu de cas constaté.

L'éolienne E2 présente la distance la plus courte avec l'habitat « chênaie acidophile », à forte valeur biologique. Hormis le boisement, les habitats entourant l'éolienne restent de faible valeur écologique. Bien que la chênaie représente un habitat de chasse pour les chiroptères, ces derniers auraient tendance à davantage longer la lisière que de s'avancer sur la culture entourant l'éolienne.

VII.1.2 - Espèces retrouvées

VII.1.2.1 - Avifaune

Aucun cadavre d'oiseau n'est recensé dans les quadrats d'étude, cependant 2 plumées importantes sont retrouvées. Il s'agit de 2 espèces de grande taille : un pigeon ramier et une buse variable. Ce constat a son importance, car plus gros est le cadavre, plus il est rapidement détecté par un prédateur/charognard. Ces derniers ont pu déplacés les corps avant la découverte par l'observateur. Bien que l'absence de cadavre ne permette pas d'affirmer que ces oiseaux ont été victimes d'un aérogénérateur, la cause en est probable. Ils sont de ce fait intégrés dans le suivi.

- Buse variable

La buse variable est le second rapace diurne le plus touché par les éoliennes sur le territoire français, avec 56 cas dénombrés (MARX G., 2017) et le premier à l'échelle européenne avec 666 cas (DURR T.,

2018). Selon la synthèse LPO (MARX G., 2017), les cas de mortalité sont constatés majoritairement entre la saison de reproduction et la migration postnuptiale (figure ci-dessous).

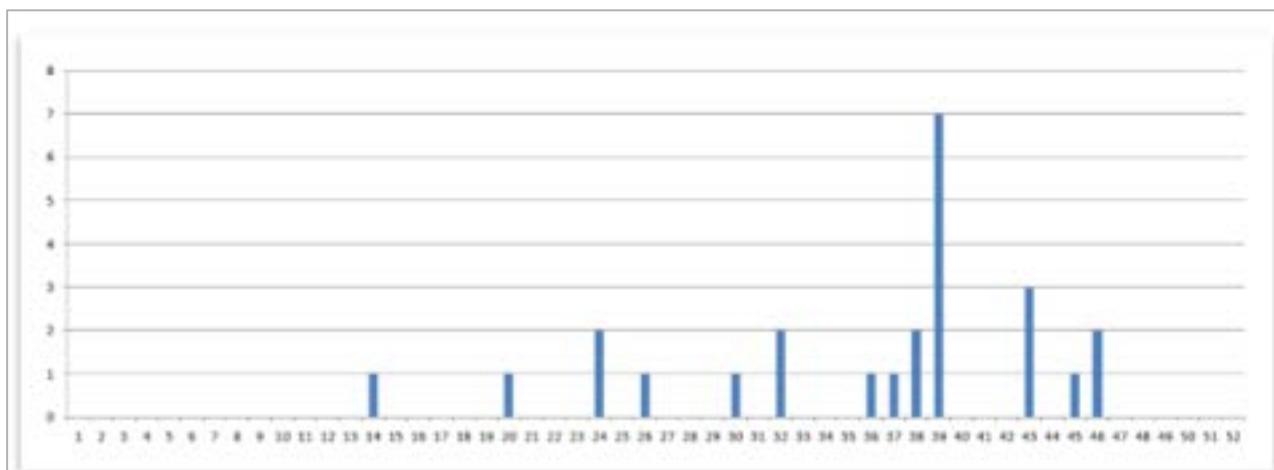


Figure 40 – Chronologie des découvertes de buse variable.

Source : MARXG., 2017

La plumée de buse variable est retrouvée le 28/08/2018 (semaine 35). Cette découverte se place donc dans une situation classique en termes d'espèce et de période. En l'absence d'autres cas constatés, il n'est pas possible d'analyser une quelconque variation de la mortalité sur le parc par rapport aux observations plus générales.

Sensibilité

Comme dit précédemment, la buse variable fait partie des espèces d'oiseaux les plus impactées par l'activité éolienne, à l'échelle nationale comme européenne. Les hypothèses avancées pour expliquer cette sensibilité tiendraient d'une part dans le vol de chasse de la buse variable, compris entre 50 et 150 mètres, ce qui correspond à la zone de balayage des éoliennes. D'autre part, il y aurait une majorité de jeunes buses à être percutées, ce qui pourrait être lié à leur manque d'expérience et s'en rapprocheraient davantage (dires d'experts).

Vulnérabilité

La vulnérabilité d'un oiseau est définie selon son niveau d'enjeu sur le site d'étude et son niveau de sensibilité. La buse variable a un statut de conservation favorable en France et en Bretagne en période de reproduction. C'est d'ailleurs le rapace français le plus abondant en France avec 170 000 couples (ISSA & MULLER, 2015). La découverte d'une seule plumée sur le site d'étude, sans pouvoir affirmer l'implication de l'activité éolienne, ne remet pas en cause la conservation de l'espèce sur le site de Lannéanou. Le niveau de vulnérabilité « faible » est donc défini pour la buse variable.

- Le pigeon ramier

Le pigeon ramier est impacté de manière plus modérée avec 32 cas répertoriés en France (MARX G., 2017) et 233 à l'échelle européenne (DURR T., 2018). L'oiseau est notamment impacté lorsqu'il se nourrit dans les cultures au pied des éoliennes. La répartition des cadavres sur l'année n'est pas précisée dans la compilation de la LPO, il est donc impossible d'apporter une brève analyse de la plumée retrouvée au mois de juin 2018.

Sensibilité

Le pigeon ramier apparaît comme moyennement sensible à l'activité éolienne. Le dérangement induit par l'installation d'un parc éolien sur le pigeon ramier n'est pas connu.

Vulnérabilité

L'espèce est très abondante à l'échelle nationale et se porte bien, avec 350 000 couples sur le territoire français (INPN, 2018). La découverte d'une seule plumée sur le site d'étude, sans pouvoir affirmer l'implication de l'activité éolienne, ne remet pas en cause la conservation de l'espèce sur le site de Lannéanou. Le niveau de vulnérabilité « faible » est donc défini pour le pigeon ramier.



Photo 6 – Plumée de pigeon ramier retrouvée sous l'éolienne E3



Photo 7 – Plume primaire de pigeon ramier (éolienne E3)

VII.1.2.2 - Chiroptères

La pipistrelle commune est l'espèce la plus impactée retrouvée sur le parc éolien. Sur 3 cadavres de chauves-souris retrouvés sous les éoliennes du parc, 2 étaient des pipistrelles communes.

Selon Eurobats (EUROBATS, 2016), la pipistrelle commune est l'espèce de chauves-souris la plus impactée numériquement, avec 622 cas recensés entre 2003 et 2016, en France. A l'échelle européenne, ce sont 1585 cadavres qui sont comptabilisés et c'est en France que la pipistrelle commune est la plus impactée, au regard du nombre de suivis réalisés.

Sensibilité

Le risque fort de collision avec les éoliennes du groupe *Pipistrellus sp.*, et donc par conséquent, de la pipistrelle commune, lui confère une sensibilité forte à celles-ci. Elle est impactée de deux façons par une éolienne : par collision directe avec une pâle ou par barotraumatisme. Elle est confrontée à ces risques par sa capacité à voler haut (plus de 50m. de hauteur) mais aussi parce qu'elle est attirée par ses structures.

Son attraction pour les éoliennes peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- Le balisage lumineux des éoliennes (Cryan et Barclay, 2009),
- La perception erronée des éoliennes,
- L'utilisation des éoliennes comme terrain de chasse,
- L'attraction d'insectes au niveau des éoliennes et donc des chauves-souris (Rydell et al., 2010),
- La couleur du mat (Long et al., 2011).

Vulnérabilité

La vulnérabilité d'une chauve-souris est définie selon son niveau d'enjeu et son niveau de sensibilité. Chez la pipistrelle commune, elle est considérée comme assez forte. Elle est toutefois reconsidérée sur le site en fonction de l'activité de l'espèce sur celui-ci.

L'activité en nacelle de la pipistrelle commune s'est révélée faible sous l'éolienne 2 du parc de Lannéanou. Seulement 2 cadavres avérés de pipistrelle commune ayant été trouvés sur la totalité du parc, sa vulnérabilité sur le site est donc considérée comme « faible ».

VII.1.3 - Position des cadavres

Lorsqu'un animal est impacté par un aérogénérateur (percussion ou barotraumatisme), celui-ci est projeté, en principe en arrière du plan de rotation des pales. Selon la proximité des extrémités de pales, la vitesse de rotation et leur mouvement ascendant ou descendant par rapport au sol, la carcasse sera envoyée plus ou moins loin et plus ou moins sur les côtés.

Il n'est donc pas possible de faire un lien direct entre la position d'un cadavre et le fonctionnement de l'éolienne. Néanmoins, on peut estimer que statistiquement, il y a corrélation entre l'orientation générale de l'aérogénérateur et la disposition des cadavres.

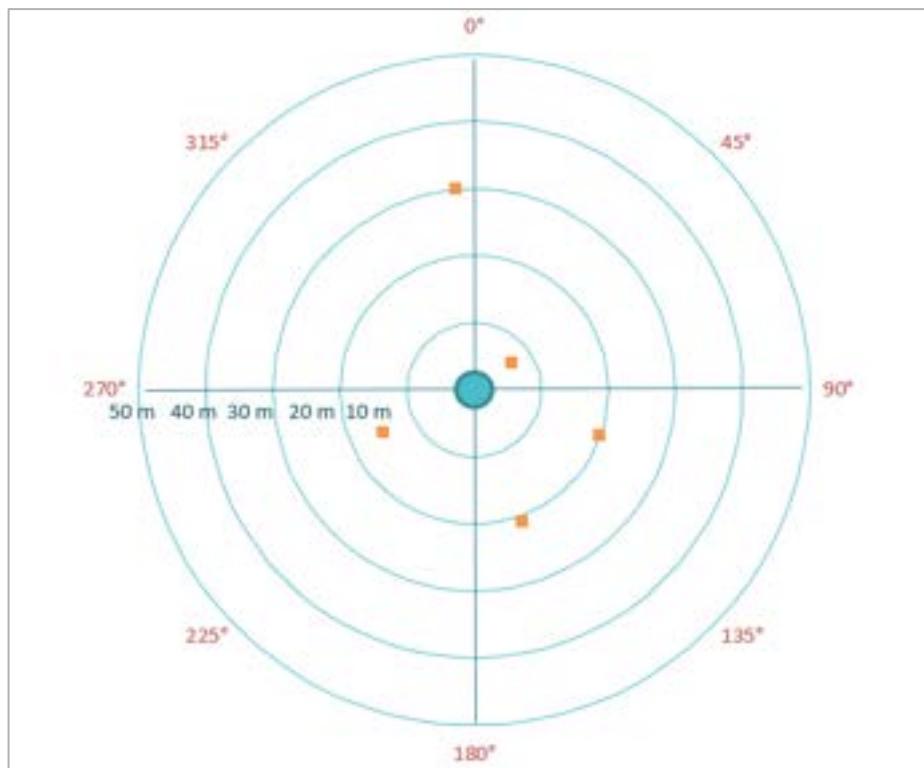


Figure 41 – Répartition des cadavres découverts autour des éoliennes.

Si l'on considère les positions des cadavres par quadrant, on constate que les 3 points sur 5 sont situés au sud, ce qui correspondrait alors à un vent de secteur nord. Ces 3 points correspondent aux 3 cadavres de chiroptères retrouvés. Cette observation est intéressante car elle est cohérente avec les données de vent, qui indiquent une dominance des vents de nord, en particulier en première partie de nuit.

Les 2 points situés au nord correspondent aux deux plumées d'oiseaux observées. Cependant, les cadavres ont probablement été déplacés. Les oiseaux, surtout de cette taille, sont moins sensibles aux vents (conditions extrêmes exclues).

VII.1.4 - Mortalité et activité des chiroptères

L'activité des chiroptères a été enregistrée depuis l'éolienne E2. Sa représentativité pour l'ensemble du parc n'est pas établie.

Il est possible néanmoins de représenter sur un même graphique l'activité des chiroptères (nombre de contacts), les cas de mortalité et la proportion de nuits favorables (des points de vue de la température et du vent – voir VII.2.1.2), pour chaque semaine de suivi.

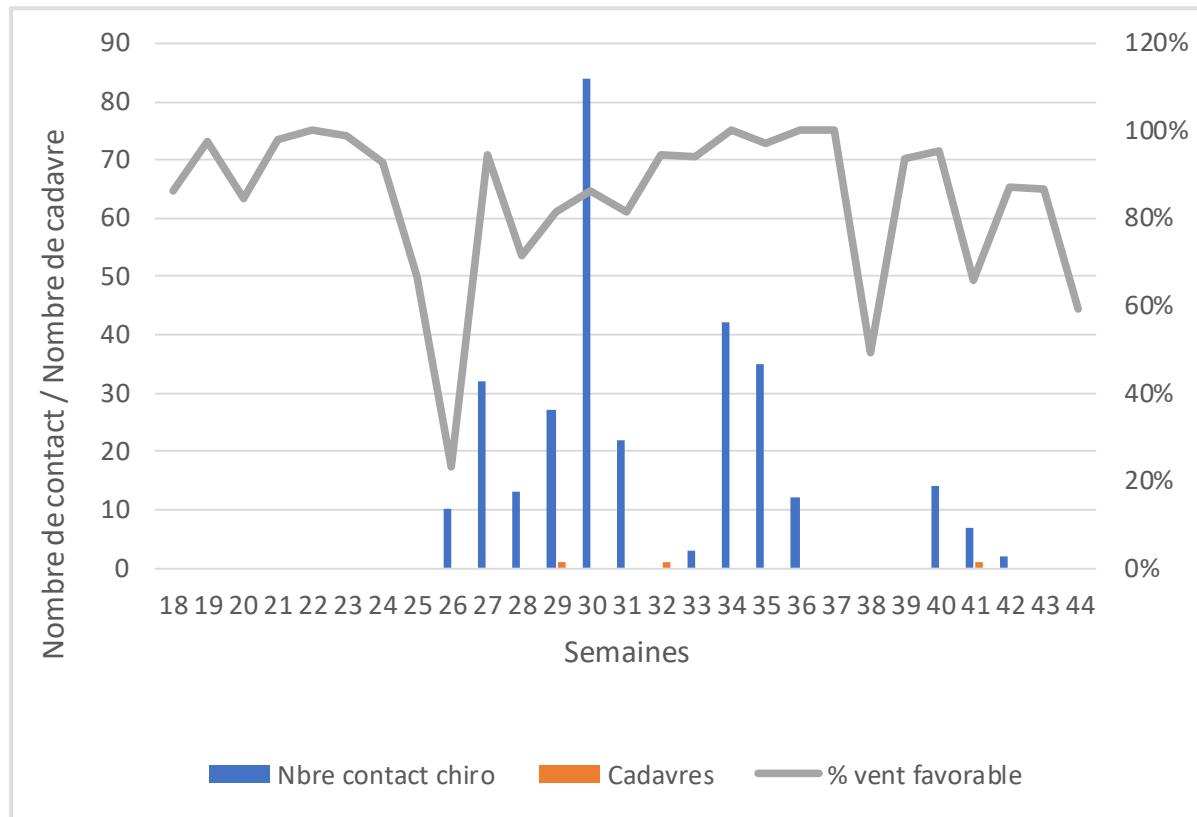


Figure 42 – Activité hebdomadaire des chiroptères.

La figure ci-dessus montre une certaine concordance entre la proportion de conditions de vent favorables aux chiroptères (- 6 m/s) et l'activité enregistrée de ceux-ci. Les pics d'activité se concentrent entre la semaine 26 et la semaine 36, période durant laquelle les conditions de vent favorable sont supérieures à 70 %. Une chute des conditions favorables entre la semaine 37 et 40 voient chuter l'activité des chiroptères. Enfin, la fin de la saison d'enregistrements montre que l'activité des chauves-souris diminue de concert avec les conditions favorables.

Il est cependant impossible de prédire l'activité des chiroptères avec les moments de température favorables (favorable pendant presque toute la période), mais c'est également peu fiable avec les moments de vent favorables. D'autres facteurs interviennent (probablement liés à la disponibilité alimentaire et aux mouvements de population).

La comparaison de l'activité et de la mortalité met en évidence que 1 cadavre sur 3 est retrouvé en dehors des semaines d'activité (semaine 32). En effet, l'état de décomposition avancé du cadavre observé cette semaine-là indique que la mort de l'animal est survenue plusieurs jours avant la découverte. De ce fait, la mort est à remonter sur les semaines précédentes qui, comme le montre le graphique, affichent une activité importante à modérée.



Photo 8 – Pipistrelle commune sous l'éolienne E2



Photo 9 – Pipistrelle sp. Sous l'éolienne E5



Photo 10 – Pipistrelle commune en état de décomposition avancée sous l'éolienne E2



Photo 11 – Pipistrelle commune sous l'éolienne E2

VIII. Conclusion

Le parc éolien de Lannéanou, mis en activité en 2015, fait l'objet d'un suivi environnemental post-implantation en 2018. Ce suivi comporte trois volets : le suivi des habitats autour des aérogénérateurs, le suivi de l'activité des chiroptères en altitude et le suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères.

Le suivi des habitats dans un rayon de 100 mètres autour des éoliennes montre qu'il y a eu peu de modifications depuis l'état initial réalisé en 2009 dans le cadre de l'étude d'impact. Seules des surfaces de cultures et/ou de prairies artificielles ont été modifiées pour en faire des surfaces artificialisées : plateformes et voieries d'accès aux éoliennes. L'impact sur ces habitats de faibles potentiel écologique est donc faible.

L'activité en altitude des chiroptères est suivie grâce à l'installation d'un dispositif d'enregistrement appelé Batcorder, dans la nacelle de l'éolienne E2. Après analyse des enregistrements, l'activité est considérée comme « très faible » et quatre espèces sont identifiées : la pipistrelle commune, la pipistrelle de Kuhl, la sérotine commune et la noctule commune. Compte tenu de la faible activité sur le site, le niveau de vulnérabilité est défini comme « faible » pour les quatre espèces, sur le site d'étude. Pour rappel, seulement 2 espèces ont été recensées lors de l'étude d'impact, la pipistrelle commune et la barbastelle d'Europe ; cette dernière ne figure pas dans l'inventaire mené par Althis.

Enfin, le suivi de la mortalité a fait l'objet de 23 interventions sur le site. A l'issu du suivi, 3 cadavres de chiroptères et 2 plumées d'oiseaux sont retrouvés. La prise en compte de ce constat, combiné avec l'estimation réelle de la mortalité globale conclu sur le faible taux de mortalité sur le parc éolien de Lannéanou. L'estimation du taux de mortalité global est de 35 cadavres de chauve-souris 23 cadavres d'oiseaux, sur la période suivi (semaine 20 à 43) et sur l'ensemble des 5 éoliennes que compte le parc des Moulins à vent de Kermadeen.

Etant donné le faible taux de mortalité sur ce parc éolien, aucune préconisation de bridage n'est faite par Althis.

Annexe I : Bibliographie

- BARATAUD, M. 2015. Acoustic ecology of European bats. Species Identification and Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour. Biotope Editions, Mèze; National Museum of Natural History, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 340 p.
- BOONMAN, A.M, H.J.G.A. LIMPENS & B.VERBOOM. 1995. The influence of landscape elements on the echolocation of the pond bat *Myotis dasycneme*. *Rhinolophus* 11 : 39-40.
- DULAC, P., 2008 - Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Rapport d'étude. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes, 106 pages.
- EUROBATS, 2016. – Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. – EUROBATS Publications Series N°6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133p.
- EOLE GENERATION, 2009. Etude d'impact du parc éolien de Lannéanou
- LPO, 2004 (révision en août 2009). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Programme national Eolien et Biodiversité ADEME-MEEDDM-SER/FEE-LPO
- LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013. – EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. – Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- MARX G. Juin 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etudes des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. LPO France. 91p
- MTES, 2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Révision 2018.
- SIEMER B. M., Schnitzler H. U. 2000 Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to vegetation using echolocation signals of very broad bandwidth. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 47, 400–412
- WINKELMANN J. E. 1989. — Vogels Het Windpark Nabij Urk (Nop): Aanvarings Slachtoff ersen Verstoring Van Pleisterende Eenden, Ganzen En Zwanen. RIN-rapport 89/15, Arnhem, 169 p.