



Parc éolien de Guéhenno (56)

Suivi environnemental post-implantation

(2020-2022)

- Année 2021 -



14, Les Hameaux de la Rivière
35230 NOYAL-CHÂTILLON-SUR-SEICHE
ceresa.environnement@orange.fr
0 02.99.05.16.99

Janvier 2022

Sommaire

1 CONTEXTE ET MÉTHODOLOGIE.....	5
1.1 OBJET DE LA MISSION.....	6
1.2 CONTEXTE	7
1.2.1 Situation géographique	7
1.2.2 Contexte (rappel)	10
1.2.2.1 Situation géographique	11
1.2.2.2 Éléments bibliographiques.....	14
1.2.2.3 Occupation des sols.....	16
1.3 PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PARC ÉOLIEN	18
1.4 PRÉSENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI	20
1.4.1 Suivi de fréquentation des chauves-souris	20
1.4.1 Suivi spécifique : activité des rapaces diurnes	20
1.4.2 Suivi de la mortalité	21
2 RÉSULTATS	27
2.1 SUIVI DE LA FRÉQUENTATION DU PARC PAR LES CHIROPTÈRES	28
2.1.1 Espèces contactées.....	28
2.1.2 Activité des chauves-souris.....	29
2.1.2.1 Proportion par espèce	29
2.1.2.2 Répartition de la fréquentation au cours de la période étudiée	30
2.1.2.3 Répartition de la fréquentation en fonction des heures.....	31
2.1.2.4 Répartition de la fréquentation dans l'année	32
2.1.2.5 Répartition de la fréquentation en fonction de la météorologie (température et vent)	33
2.1.2.6 Analyse interannuelle.....	35

2.2 SUIVI COMPLÉMENTAIRE : ACTIVITÉ DES RAPACES DIURNES.....	36
2.3 SUIVI DE LA MORTALITÉ	37
2.3.1 Analyse générale	37
2.3.2 Mortalités constatées	38
2.3.3 Analyse	40
2.3.3.1 Oiseaux.....	40
2.3.3.2 Chauves-souris.....	41
2.3.4 Répartition des cadavres.....	43
2.3.5 Dispersion et orientation des cadavres	44
2.3.6 Répartition des cadavres en fonction des saisons	46
2.3.1 Analyse interannuelle.....	47
2.4 ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE	50
2.4.1 Estimation de l'impact sur les oiseaux	51
2.4.2 Estimation de l'impact sur les chauves-souris.....	51
2.4.3 Estimation de l'impact pour chaque éolienne.....	52
3 SYNTHÈSE	55
3.1 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX.....	56
3.2 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS	57
3.3 RECOMMANDATIONS	58
3.3.1 Évolution du dispositif de protection des espèces	59
3.3.1.1 Système de détection des oiseaux.....	59
3.3.1.1 Système de détection des chauves-souris.....	59
3.3.1.1 Adaptation des conditions de bridage par seuil	60
3.3.2 Poursuite des études	61
4 ANNEXES	63

Première partie

CONTEXTE ET MÉTHODOLOGIE

2.1 OBJET DE LA MISSION

Le parc éolien des communes de Bignan, Buléon et Guéhenno a été autorisé par arrêté préfectoral d'autorisation (APA) du 10 février 2017 et arrêté préfectoral complémentaire (APC) du 16 mai 2018. En conformité avec l'arrêté du 26 août 2011, cet arrêté prévoit que « les trois années suivant la mise en service du parc éolien puis une fois tous les 10 ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental [...] permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole ».

Le protocole pris en compte dans le cadre de la présente méthodologie est le protocole ministériel de 2015, révisé en mars 2018. Selon cette révision, le suivi environnemental doit répondre à trois objectifs :

- **juger du niveau d'impact généré par le parc éolien sur la faune volante ;**
- **évaluer les mortalités estimées, générées par chaque éolienne ;**
- **construire et alimenter en temps réel une base de données nationale, pour une vision globale et continue de l'impact du parc éolien français sur la biodiversité.**

Pour répondre à ces objectifs, le protocole prévoit la mise en place d'un suivi de l'activité des chauves-souris à hauteur d'une nacelle et d'un recensement de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris au pied des éoliennes. Le protocole précise les périodes de l'année et la fréquence des prospections à mener en fonction des enjeux identifiés lors des études préalables.

La méthodologie utilisée pour la présente étude prend en compte les données issues de l'étude d'impact. À savoir, la présence d'au moins une espèce d'oiseau de niveau de sensibilité 3 en période de reproduction⁽¹⁾ : le faucon crécerelle et d'une chauve-souris de niveau de sensibilité 3,5 en période d'activité : la pipistrelle de Natusius. Les études pré-implantations n'ont pas mis en évidence d'enjeu particulier concernant les chauves-souris en dehors de la période d'activité (mai - octobre). Concernant les oiseaux, des regroupements de pluvier doré ont été notés en hiver (espèce de niveau de sensibilité 1).

La présente mission s'inscrit dans ce cadre et concerne la réalisation du suivi environnemental des populations d'oiseaux et de chiroptères pour le parc de 6 éoliennes, implanté sur les communes de Bignan, Buléon et Guéhenno (56). Ce parc fait l'objet d'un bridage spécifique entre le 1^{er} avril et le 31 octobre, conformément à l'arrêté d'autorisation et aux résultats du suivi à N-1 (2020). Le présent rapport rend compte du suivi mené en 2021, correspondant à la deuxième année de suivi après l'implantation du parc éolien.

Pour rappel, le suivi mené en 2020 a permis de mettre en évidence la mortalité d'une chauve-souris et de 6 oiseaux, dont 3 buses variables et d'une activité notable des chauves-souris en altitude (776 contacts). Ces observations ont généré l'adaptation des conditions de bridage à partir du 1^{er} juillet 2021.

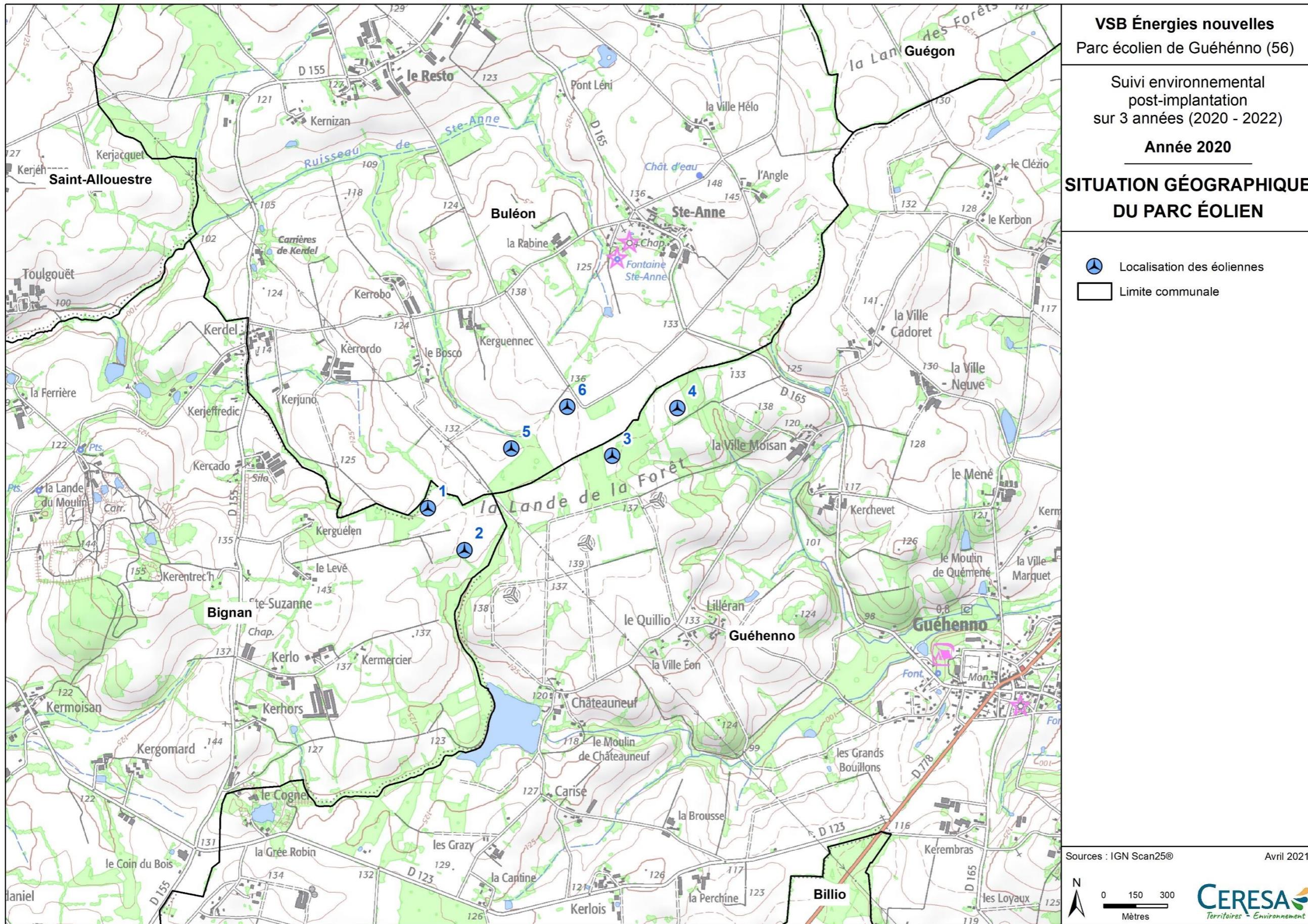
⁽¹⁾ D'après le protocole ministériel de 2015

2.2 CONTEXTE

2.2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le parc éolien se situe dans le nord-est du Morbihan, à mi-distance entre Josselin et Locminé et entre la RN 24 Rennes-Lorient et les landes de Lanvaux, à l'intersection des trois communes de Bignan, Buléon et de Guéhenno. Le paysage est dominé par des milieux ouverts essentiellement composés de cultures et de prairies, et entrelacés de vallées boisées. Les vallées les plus proches sont celles du ruisseau de Saint-Anne, un affluent de la Claié (au nord), et du Sedon et de ses affluents (au sud et à l'est du territoire).

La Lande de la forêt, lieu-dit dans lequel est implanté le parc, comprend une mosaïque de milieux ouverts et fermés, et est délimitée par le plateau agricole de Lilléran/le Quillio d'un côté, de Sainte-Anne et de Sainte-Suzanne de l'autre. Ce site est constitué de boisements de plusieurs hectares reliés par des haies, formant un continuum forestier et écologique qui constitue une jonction entre les vallées de l'Oust et de la Claié.



2.2.2 CONTEXTE (RAPPEL)

2.2.2.1 Situation géographique

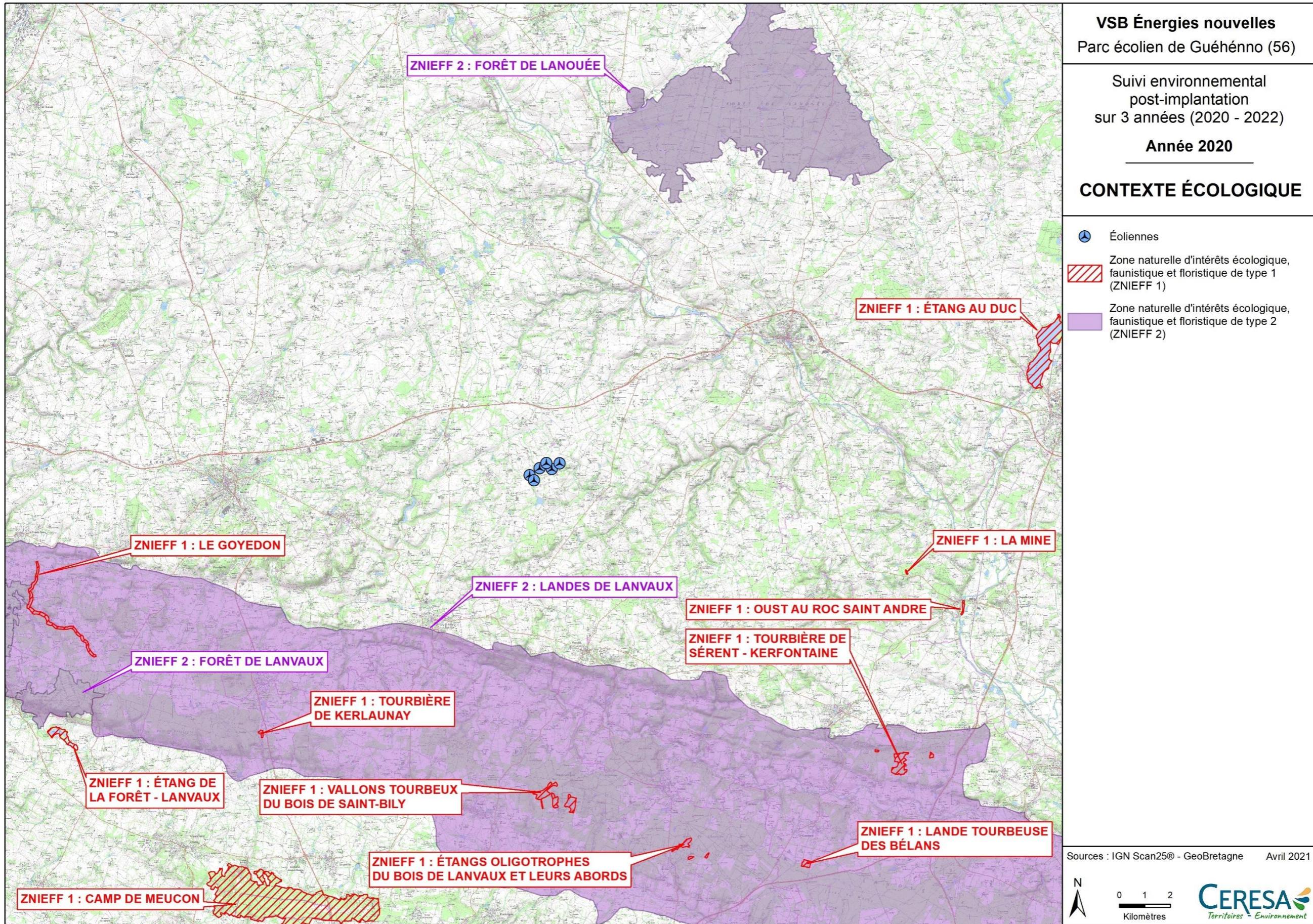
La consultation de la base de données CARMEN (mise à disposition par la DREAL Bretagne) permet de mettre en évidence les espaces naturels remarquables présents à proximité des communes de Bignan, Buléon et Guéhenno.

Aucune ZNIEFF ne se situe à moins de 10 km du parc. Ces ZNIEFF sont essentiellement liées aux Landes de Lanvaux. Le site de Coët Ny, constituant auparavant une ZNIEFF de type I était plus proche du parc éolien mais a été retirée de la liste ZNIEFF. D'autres ZNIEFF, non liées aux Landes de Lanvaux (la Mine, l'Étang au Duc, la Forêt de Lanouée), sont présents à l'est du parc mais sont localisées à une distance étalée (plus de 15 km).

D'autres sites naturels sont également localisés à proximité du parc. Le plus proche correspond à la forêt départementale de Kerguéhennec (4 km). De nombreuses autres forêts publiques (Sérent, du Val d'Ouest, du Roc Saint-André etc.) sont présentes à une quinzaine de kilomètre du parc éolien.

Concernant le réseau Natura 2000, les sites d'importance communautaire sont très éloignés du parc étudié (plus de 25 km).

Par ailleurs, aucun espace faisant l'objet d'une protection réglementaire (arrêté de protection biotope, réserve naturelle régionale ou nationale, etc.) ou forestière (ENS) n'est présente à proximité du parc éolien. La carte ci-après est cadrrée de manière à faire ressortir les zones d'intérêt écologique les plus proches, essentiellement situées au sud du parc éolien.



2.2.2.2 Éléments bibliographiques

La consultation de la bibliographie met en évidence les points suivants :

Chiroptères	Oiseaux
<ul style="list-style-type: none"> - Une colonie de mise-bas de grands murins présente sur la commune de Josselin, à 9 km du parc⁽¹⁾ ; - Plusieurs sites de mise-bas de petits et grands rhinolophes et du murin à oreilles échancrées localisées sur la commune de Plumelec, à environ 7 km du parc⁽¹⁾ ; - Une petite colonie de mise-bas du petit rhinolophe, à Saint-Servant (9 km)⁽¹⁾ ; - 10 espèces dont 2 espèces d'intérêt patrimonial contactés sur le parc et à ses abords⁽¹⁾ ; - Les observations de l'étude d'impact montrent que quelques individus sont présents de manière ponctuelle sur le parc⁽²⁾ ; - Dans un périmètre de 10 km autour du parc éolien, la consultation de la base de données OpenObs a permis de recueillir 22 données concernant 8 espèces⁽³⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les observations menées lors de l'étude d'impact ont mis en évidence une diversité assez moyenne du parc en période de nidification, avec de nombreux passereaux (hirondelles, fauvettes, mésanges, etc.), mais également quelques rapaces diurnes (buse variable, faucon crécerelle, épervier) et nocturnes (chouette hulotte et effraie). Concernant les espèces hivernantes, un important stationnement de limicoles (vanneaux huppés et pluviers dorés) sont présents dans les zones de labours⁽²⁾. - Parmi les oiseaux contactés lors de l'étude d'impact, une espèce est classée « vulnérable » et 3 sont « quasi-menacées » au niveau national⁽²⁾ ; - De nombreux oiseaux remarquables sont notés de passage et/ou en nidification au sein des ZNIEFF situées à proximité. - Plusieurs milliers d'observations ponctuelles correspondant essentiellement à des oiseaux communs des zones boisées et bocagères mais également à des espèces en déclin et/ou menacée (engoulevent d'Europe, bécassine des marais, faucon hobereau, etc.) sont référencées dans un rayon de 10 km autour du parc⁽³⁾.
<p>Au total, les espèces citées dans la bibliographie consultée sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pipistrelle de Nathusius ; - Pipistrelle de Kuhl ; - Pipistrelle commune ; - Sérotine commune ; - Murin de Daubenton ; - Murin de Natterer ; - Grand murin ; - Murin à moustaches ; - Murins à oreilles échancrées ; - Grand rhinolophe ; - Petit rhinolophe. 	<p>Les espèces sensibles citées dans la bibliographie consultée sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faucon crécerelle ; - Goéland argenté ; - Épervier d'Europe ; - Bondrée apivore ; - Faucon hobereau ; - Faucon émerillon ; - Buse variable ; - Héron cendré ; - Goéland brun ; - Goéland cendré ; - Grand Corbeau ; - Martinet noir ; - Effraie des clochers ; - Grand Cormoran ; - Busard Saint-Martin.

(1) CERESA (2016). Analyse concernant les chauves-souris. Projet de parc éolien de la lande de la forêt – communes de Guéhenno, Buléon, Bignan (56). 43 pages.

(2) FERRAND J.-P. (2014). Projet d'implantation d'un parc éolien sur les communes de Bignan, Buléon et Guéhenno (56). Partie 2 : étude d'impact, 84 pages.

(3) OpenObs. Portail français d'accès aux données d'observation sur les espèces, INPN.

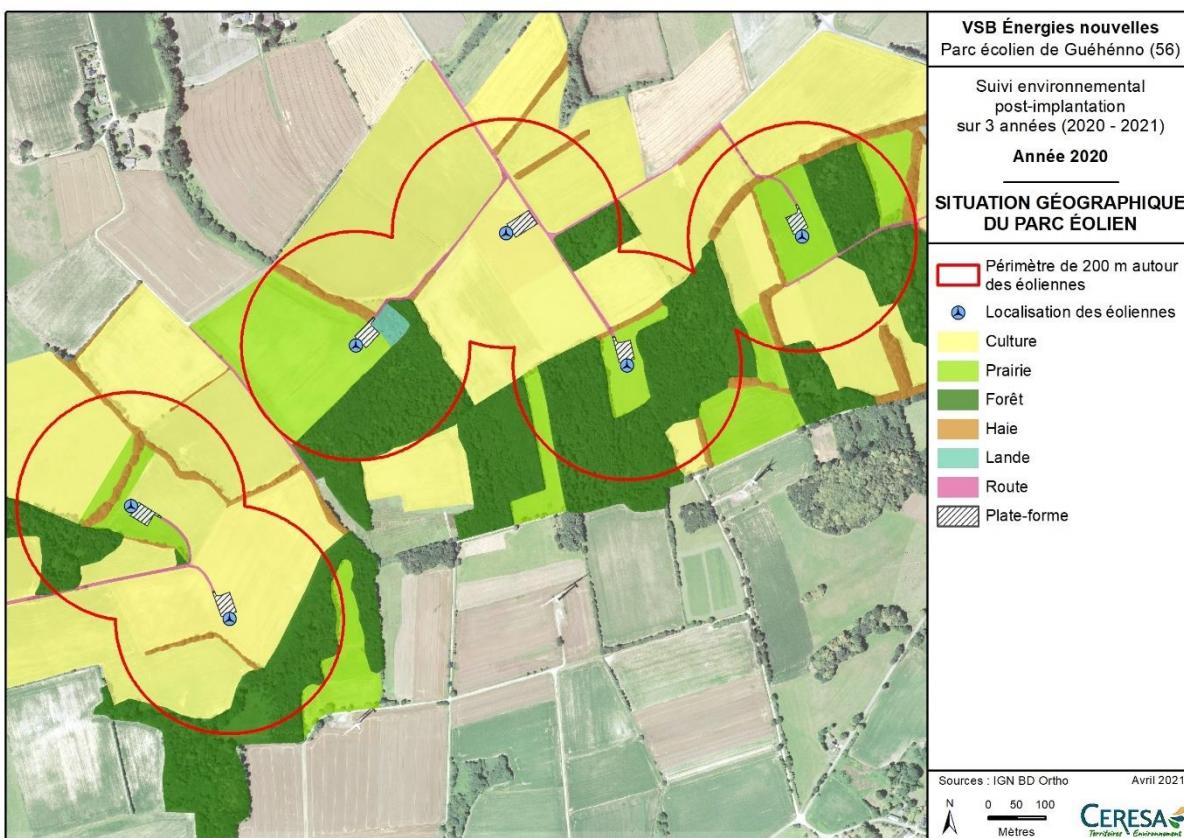
Synthèse du contexte écologique :

Au vu du contexte, l'enjeu écologique pour l'avifaune et les chiroptères est lié à la diversité des milieux présents aux alentours du parc éolien (boisements, bosquets, terres agricoles avec présence d'un bocage semi-ouvert).

Plusieurs ZNIEFF et forêts publiques sont recensées à quelques kilomètres du parc (au-delà de 7 km). Ces sites constituent des zones d'accueil pour la faune locale et notamment l'avifaune, y compris pour des espèces remarquables sur le territoire. Plusieurs gîtes de mise-bas et d'hivernage de chauves-souris sont également recensés entre 7 et 10 km du parc.

2.2.2.3 Occupation des sols

Les éoliennes étudiées se trouvent au sein d'un plateau agricole et partiellement forestier (cf. extraits de carte ci-après). Les parcelles forestières sont principalement composées de chênaies et les espaces agricoles sont conduits en grandes cultures, avec notamment des céréales (maïs, blé) et des prairies temporaires.



À proximité des éoliennes (rayon de 200 m), une grande majorité de la surface est dédiée aux cultures de maïs et de blé (51,9 %) ainsi qu'aux forêts (27,2 %) et aux prairies (14,4 %). D'autres types d'occupation du sol se trouvent à proximité des supports mais constituent de faibles surfaces comme les haies (3,7 %), les routes (1,3 %), les plates-formes (1,2 %) et les landes (0,4 %).

Habitats présents au sein des 200 mètres autour des éoliennes

Végétation	Code Corine biotope	Surface (ha)	Pourcentage (%)
Grandes cultures	82.11	36,31	51,9
Forêts	43	19,24	27,5
Prairies	81	10,05	14,3
Haies	84.4	2,56	3,6
Route	86	0,90	1,3
Plates-formes	86	0,68	1
Landes	31.1	0,27	0,4
Total		70,01	100

Synthèse de l'occupation des sols :

Le parc éolien de Guéhenno se situe dans un contexte de mosaïque agricole (cultivé et pâturé) et forestier. La trame forestière, fragmentée, est relié par un réseau bocager moyennement dense et localement dégradé (présence de quelques haies localisées et disjointes).

2.3 PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PARC ÉOLIEN

Mis en service en fin 2019, le parc éolien de Guéhenno se compose de 6 éoliennes de 2 MW pour une puissance totale de 12 MW.

Deux alignements des éoliennes du parc :

- Deux premiers axes d'alignement orientés nord-est / sud-ouest et comportant 2 éoliennes chacun, espacées de 310 à 370 mètres ;
- Deuxième axe orienté nord-ouest / sud-est et constitué de deux éoliennes espacées d'environ 250 mètres.

Détails d'une éolienne (modèle Senvion MM100) :

- Hauteur totale en bout de pale : 150 mètres ;
- Hauteur du moyeu : 100 mètres ;
- Nombre de pâles : 3 ;
- Longueur des pales : 48,9 mètres (soit un diamètre de rotor de 100 mètres et une surface balayée de 7 854 m²) ;
- Vitesse de vent au démarrage : 3 m/s ;
- Vitesse de vent de coupure : 22 m/s ;
- Vitesse maximale en bout de pale : 73 m/s ;
- Couleur : blanche.

Situées sur un plateau fermé culminant à environ 135 mètres d'altitude au nord-ouest du bourg de Guéhenno, les éoliennes sont implantées aux points définis ci-après :

Coordonnées des éoliennes du parc de Guéhenno

Éolienne	Coordonnées L93		Hauteur au sol	Commune	Parcelle cadastrale
	X (m)	Y (m)			
E1	276 144	6 770 572	130 m	Bignan	32
E2	276 314	6 770 363	131 m	Bignan	32
E3	277 021	6 770 827	138 m	Guéhenno	27
E4	277 331	6771 036	132 m	Guéhenno	36
E5	276 532	6 770 847	132 m	Buléon	36
E6	276 812	6771 053	137 m	Buléon	32

Le parc éolien fait l'objet d'un bridage adaptatif selon les activités enregistrées à N-1 (2020).

Bridage du parc de Guéhenno en 2021

Période	Bridage	
	Horaires	Conditions météorologiques
Avril -Juin	Bridage les 4 premières et 4 dernières heures de la nuit	- Température supérieure à 6°C - Vent inférieur à 6 m/s - Absence de précipitations
Juillet	Bridage étendu à toute la nuit	
Août	Bridage les 7 premières heures de la nuit	
Septembre	Bridage étendu à toute la nuit	
Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	

Ce bridage a été effectif à partir du 1^{er} avril 2021. Le contrôle de ces paramétrages a bien été effectué (cf. annexes 2 et 3). L'analyse tardive (juin 2021) du rapport de suivi 2020 a conduit à un changement des paramètres de bridage en fonction de l'activité mesurées. Ce changement a été mis en place au 1er Juillet 2021.

Pour rappel, le suivi N-1 met en évidence que, pour les chauves-souris :

- l'activité en altitude se concentre principalement durant les 4 premières heures après le coucher du soleil, sauf en juillet et en septembre où l'activité se poursuit sur l'ensemble de la nuit, avec cependant une activité moindre qu'en début de nuit,
- l'activité est élevée aux mois de juillet et de septembre, et plus modérée aux mois de juin, août et octobre,
- l'activité est très faible en mai et nulle en novembre.

En ce qui concerne le mode de **fonctionnement constaté du parc durant les suivis** et les éventuelles différences avec le bridage :

- les suivis sont réalisés de jours et n'ont donc pas pu témoigner du bridage nocturne,
- au début de chaque mois l'exploitant a envoyé la preuve de mise en place du bridage pour le mois suivant (un exemple est visible en annexe 3).

2.4 PRÉSENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI

2.4.1 SUIVI DE FRÉQUENTATION DES CHAUVES-SOURIS

Conformément au protocole de mars 2018⁽¹⁾, un enregistrement automatique en continu est réalisé à hauteur de nacelle durant la période d'activité des chauves-souris (du printemps à l'automne).

Les enregistreurs ont été installés dans un premier temps sur l'éolienne n° 6 (SM4BAT du 15 avril au 19 juillet), puis sur l'éolienne n° 5 (BATLOGGER et SM4BAT, du 20 juillet au 22 novembre), comme convenu lors des échanges avec la DREAL. L'éolienne n° 6 se situe approximativement au centre du parc, dans un contexte de représentativité « moyenne » (dominance des cultures mais présence d'un petit boisement de proximité). L'éolienne n° 5 est davantage représentative du parc du fait de la présence combinée des trois habitats dominants du parc (culture, prairie et boisement) et de l'augmentation des surfaces de boisement (+ 1/3 de la surface sur les 200 m).

Les données d'activité sont enregistrées en format horaire GMT+1 et sont complétées à l'aide des conditions météorologiques relevées au sein du parc. De manière à faciliter l'analyse des activités en fonction des conditions météorologiques, les données concernant les vitesses de vent et les températures sont ensuite arrondies à l'unité entière (sans virgule).

Au regard de cette représentativité, le suivi de la fréquentation du parc est donc pertinent et suffisant à caractériser l'activité au regard de l'hétérogénéité de l'emplacement des éoliennes.

Le micro a été mis en place sur le bord de la nacelle, légèrement orienté vers le bas (angle 15-20°), permettant de capter globalement la zone d'influence des pales.

Les données de vitesse du vent et de température sont également relevées au niveau de la nacelle.

2.4.1 SUIVI SPÉCIFIQUE : ACTIVITÉ DES RAPACES DIURNES

Au vu de l'impact significatif constaté sur la buse variable à N-1 (3 cadavres en 2020), le présent protocole a été agrémenté d'un suivi comportemental des rapaces diurnes sur et aux abords du parc.

Ce suivi est mené en parallèle des visites de mortalité, à raison d'une fois par mois durant deux années consécutives. Le suivi consiste à relever la présence de rapaces sur et autour du parc (rayon de 500 m), avec l'observation des comportements (passage, chasse, parade, etc.) et une recherche de nids.

Au regard des enjeux, de la fréquence et des surfaces prospectées, le protocole de ce suivi est considéré pertinent et suffisant à caractériser l'activité des rapaces diurnes.

⁽¹⁾ Protocole ministériel de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, révision 2018

2.4.2 SUIVI DE LA MORTALITÉ

Que ce soit pour les oiseaux ou pour les chauves-souris, la recherche de cadavre est menée conjointement lors de chaque visite.

Le protocole ministériel de 2018 préconise :

- la réalisation d'un minimum de 20 prospections, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-mai, fin octobre) ;
- en cas de présence d'espèces à enjeux sur les autres périodes (hibernage et migration pré-nuptiale), ces périodes devront également être intégrées.

Du fait de la présence d'oiseaux de niveau de sensibilité 3 en période de reproduction (faucon crécerelle) et d'une chauve-souris (en période de mise-bas) de sensibilité 3,5 (pipistrelle de Natusius)⁽¹⁾, un suivi de mortalité a été mené entre mai et octobre 2021 à raison de 2 à 3 contrôles par mois, en privilégiant les périodes de plus grande sensibilité pour les oiseaux et les chauves-souris (cf. dates présentées ci-après). En raison d'enjeux identifiés en période printanière, estivale et automnale, ce suivi a fait l'objet d'une prolongation : prospection mensuelle de novembre à avril.

La recherche a été menée autour des 6 aérogénérateurs du parc éolien, conformément au protocole ministériel.

Le protocole de prospection consiste à parcourir un carré centré sur l'éolienne. La hauteur du rotor étant de 100 mètres, les carrés prospectés ont été calés sur 50 m de part et d'autre de chaque éolienne. La surface prospectée est donc d'1 ha par éolienne.

Chaque « carré » est prospecté lentement (2 à 3 km/h), suivant des transects distants de 10 m. Le temps de prospection pour chaque support est d'environ 30 minutes.

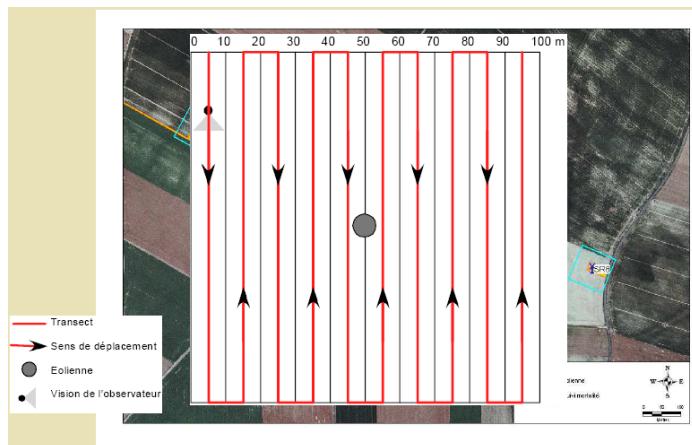


Schéma théorique de prospection - Source : Vienne Nature

Les visites sont effectuées le matin, dès que la luminosité est suffisante pour permettre une recherche efficace, et ce afin de limiter le biais lié à la consommation des cadavres par les prédateurs.

Les prospections ont été, autant que possible, menées sous la forme de sessions de trois visites espacées tous les deux jours, conformément aux recommandations de la SFEPM 2016⁽²⁾ (exemple : lundi, mercredi et vendredi d'une même semaine).

⁽¹⁾ D'après l'Étude d'impact du projet

⁽²⁾ Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016. – Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères, Version 2.1 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 17 pages.

Le suivi de mortalité est assorti d'un suivi de la végétation (type et hauteur) permettant de croiser les observations et la détectabilité liée à la hauteur et la densité du couvert végétal.

Les cadavres collectés sont identifiés sur place.

Dans le cas où l'identification nécessite une inspection plus précise (chauve-souris notamment), ils sont conservés en glacière pour une identification réalisée en laboratoire ultérieurement.

En 2021, les prospections se sont déroulées comme suit (cf. dates précises en annexe) :

Synthèses des périodes de prospections du parc de Guéhenno		
Janvier à avril	Mai à octobre	Novembre à décembre
Du 15/01 au 21/04 : 4 contrôles 1 contrôle/mois	Du 17/05 au 13/10 : 20 contrôles 3-4 contrôles/mois	Du 08/11 au 02/12 : 2 contrôles 1 contrôle/mois

- **Estimation de la mortalité**

Plusieurs facteurs sont à prendre en compte dans le cadre du suivi :

- l'efficacité de l'observateur (taux de détection ou de découverte), dépendant essentiellement de l'observateur et des conditions d'observations (végétation, visibilité, conditions météorologiques/topographiques, etc.) ;
- le taux de prédation, qui correspond au taux de persistance des cadavres entre deux visites. Il renseigne sur la vitesse de disparition des corps ;
- les surfaces réellement prospectées (coefficient de correction de surface réellement prospectée), les secteurs boisés, friches, ronciers, etc. ne pouvant généralement pas être prospectés.

Ainsi, l'estimation de la mortalité s'appuie sur des formules permettant de prendre en compte les facteurs décrits précédemment. Ces formules s'appuient notamment sur 3 critères basés sur des tests menés sur le terrain.

- **Mise en œuvre de tests d'efficacité et de persistance des cadavres**

Conformément au protocole 2018, des tests d'efficacité et de persistance des cadavres ont été mis en place en parallèle des suivis de mortalité.

- Test d'efficacité de l'observateur ou taux de détection

Deux séries de tests d'efficacité ont été menée durant le suivi, sur la base du protocole suivant :

- un 1^{er} opérateur disperse 3 à 5 leurres par éolienne (cf. ci-contre) de tailles et de couleurs variées sur les différents types de végétations, soit environ 25 leurres par session de test. Au total, 51 leurres ont été utilisés pour le parc de Guéhenno.
- la personne chargée du suivi de mortalité applique le protocole de recherche de cadavres et comptabilise les contacts.

Un coefficient de détectabilité est ensuite calculé par comparaison entre le nombre de leurres retrouvés et le nombre total de leurres.



Exemple de leurres utilisés

Ce coefficient (d) est exploité dans les calculs d'estimation de la mortalité réelle (cf. ci-après). Ainsi, en cas de milieux difficilement prospectables, la surface alors concernée est proportionnellement reportée dans les calculs afin de compenser les éventuelles absences d'observation de mortalité.

- Test de persistance des cadavres

Deux tests de persistance des cadavres ont été menés entre juin et août 2021, selon le protocole suivant :

- dispersion de 4 cadavres (poussins) par éolienne ;
- suivi de la persistance du cadavre par des passages réguliers : à minima un retour le lendemain du jour de la dispersion, puis 2 visites par semaine jusqu'à 14 jours après la dispersion.

Ces tests de persistances permettent de relever le taux de prédation (p), ainsi que le temps moyen de persistance des cadavres (tm) utilisés dans les calculs présentés ci-après.

- Coefficient correcteur surfacique

Certaines formules intègrent un coefficient de correction surfacique qui permet de corriger le nombre de cadavres trouvés par rapport à la surface réellement prospectées.

Selon plusieurs études récentes (Heitz et Jung, 2017 ; Beucher et al., 2011), les estimations de mortalité peuvent être corrigées par simple relation de proportionnalité surfacique, selon :

$$A = 1 + [1 - (Sr/St)]$$

Avec :

- **St** = Surface à prospecter théorique (1 ha)
- **Sr** = Surface réellement prospectée, calculée à l'aide de :

$$Sr = L \times 2I$$

- **L** = Distance parcourue (normalement 1 000 m par éolienne) = longueur de transect parcourue
- **I** = Largeur de bonne détectabilité sur un côté du transect

Lors du suivi de 2020, la valeur dite de « bonne détectabilité » a été recalculée à chaque passage et pour chaque végétation rencontrée.

- **Formules d'estimation de la mortalité**

Afin de prendre en compte les biais liés à l'observateur, au taux de prédatation et à la récurrence des passages, les formules suivantes ont été appliquées, conformément au protocole ministériel (aucune ne faisant réellement consensus) :

- Formule de Winkelmann (1989)

Il s'agit de la formule la plus fréquemment utilisée dans le cadre de ce type de suivi.

$$N = [C^*/(p*d)] * A$$

- **N** = Nombre estimé de cadavres
- **C** = Nombre total de cadavres observés issu de l'activité éolienne
- **p** = Taux de prédatation
- **d** = Efficacité de l'observateur ou taux de détection
- **A** = Coefficient correcteur surfacique ($A = 1$ car l'ensemble de la surface a été prospectée)

- Formule d'Erickson (2000)

$$N = [C * I / (t_m * d)] * A$$

- **I** = Durée de l'intervalle entre deux passages (en jours)
- **t_m** = Temps moyen de disparition des cadavres de poussins (en jours)

- Formules de Jones et Huso

$$N = [C / (d * p * e)] * A$$

- **p_{Huso}** = $t_m * [1 - \exp(-\text{Min}(I/\hat{I})/t_m)]/I$
- **p_{Jones}** = $\exp(-0.5*I/t_m)$
- **e** (coefficients correcteurs moyens de l'intervalle) = $(\text{Min } I : \hat{I})/I$
- **\hat{I}** (intervalle effectif moyen) = $-\log(0.01)*t_m$

Deuxième partie

RÉSULTATS

3.1 SUIVI DE LA FRÉQUENTATION DU PARC PAR LES CHIROPTÈRES

Rappelons que ce suivi concerne les enregistrements réalisés à hauteur de nacelle.

3.1.1 ESPÈCES CONTACTÉES

Au cours des enregistrements réalisés entre avril et novembre 2021, un total de 6 espèces a été recensé pour 1 555 contacts en altitude.

Une quarantaine de ces contacts n'ont pas été identifiés jusqu'à l'espèce en raison des difficultés de distinction au sein du groupe des sérotules (sérotine et noctules).

Les espèces les plus contactées sont communes à assez communes en Bretagne et dans le Morbihan (pipistrelle commune, pipistrelle de Kuhl et Sérotine commune)¹. La noctule de Leisler et la noctule commune sont moins fréquentes.

Statut des chiroptères contactés en « altitude » sur les Parc éolien de Guéhenno

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats (1)	Protection nationale (2)	Listes rouges		Note de risque (5)	Fréq. (7)
				France (3)	Bretagne (4)		
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	IV	Oui	NT	LC	3	60%
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	IV	Oui	LC	LC	2,5	13%
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	IV	Oui	NT	NT	3,5	6%
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	IV	Oui	NT	LC	2,5	1%
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	IV	Oui	VU	NT	3,5	1%
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	IV	Oui	NT	NT	3	16%

(1) Observatoire des chauves-souris de Bretagne

(2) Directive européenne Habitats (92/43/CEE).

(3) Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

(4) Liste rouge des espèces menacées en France – Mammifère de France métropolitaine, SFEPM, ONF (2017).

(5) Liste rouge régionale & Responsabilité biologique régionale des mammifères de Bretagne, UICN France, Bretagne environnement, Océanopolis Brest, GMB & Bretagne Vivante (2015).

(6) Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2015).

(7) Fréquence des contacts enregistrées sur le parc de Guéhenno

3.1.2 ACTIVITÉ DES CHAUVES-SOURIS

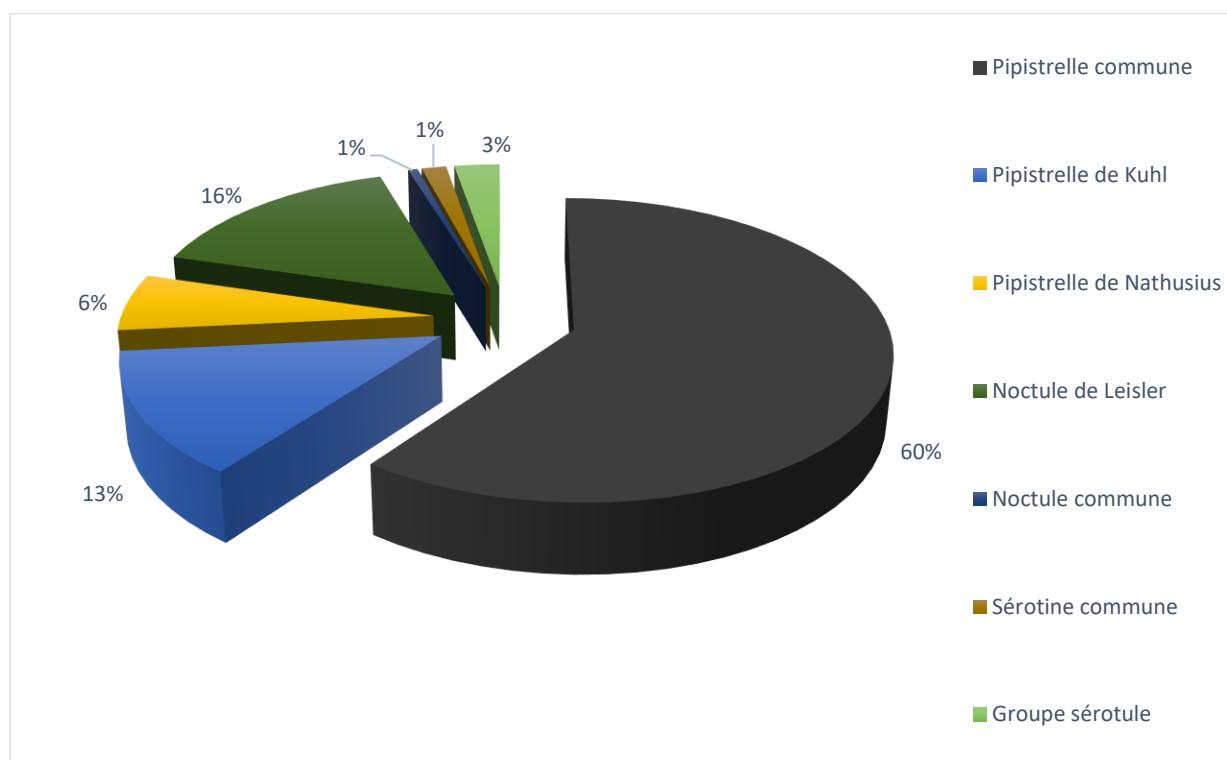
3.1.2.1 Proportion par espèce

L'activité enregistrée est largement dominée par le groupe des pipistrelles, avec un total de 79 % des contacts. Parmi ce groupe, 75 % des contacts correspondent à la pipistrelle commune, 17 % à la pipistrelle de Kuhl et 8 % à celle de Natusius.

L'activité enregistrée des noctules (17%) et plus spécifiquement de la noctule de Leisler, est proportionnellement moins importante mais reste non négligeable à l'échelle du parc.

Celles des sérotines (1 %) et du groupe des sérotules non identifiées (3 %) sont faiblement représentées sur le parc.

Diagramme du pourcentage d'individus par espèce contactée lors des prospections



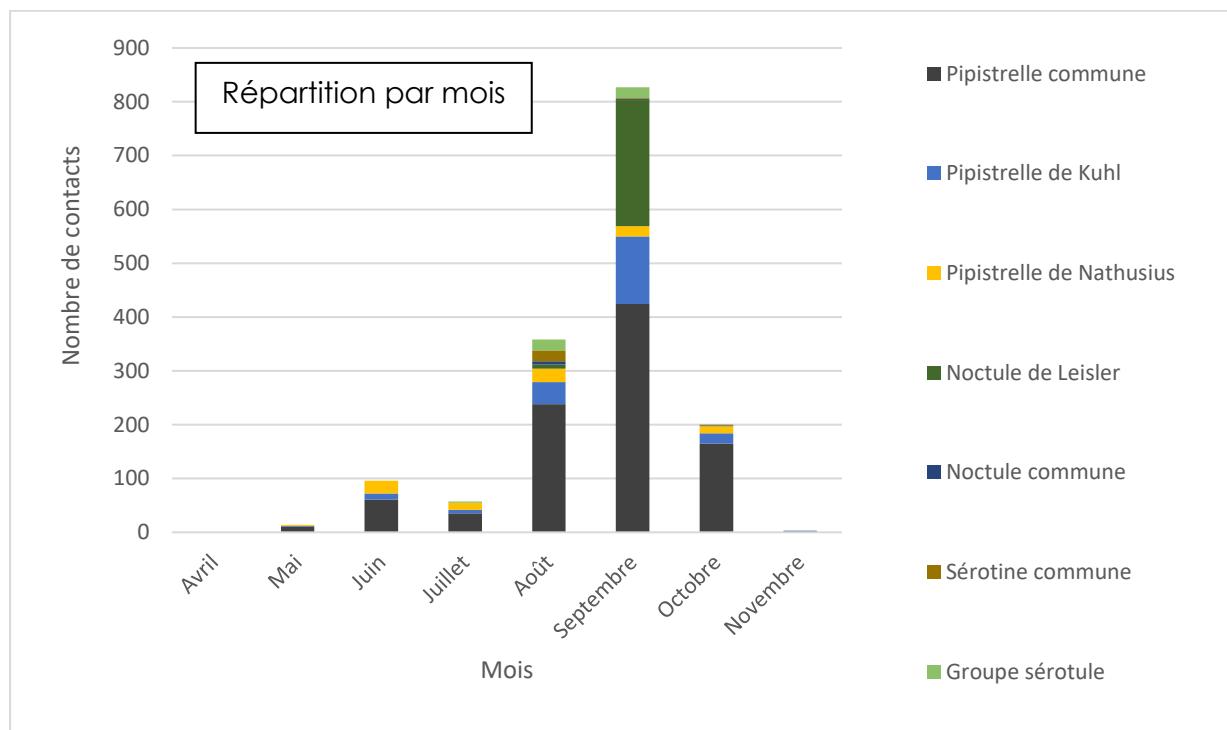
3.1.2.2 Répartition de la fréquentation au cours de la période étudiée

Des contacts ont été enregistrés de mai à début novembre, avec un premier enregistrement en date du 27 mai et un dernier le 9 novembre (enregistrement de mi-avril jusqu'à fin novembre). L'activité globale des chauves-souris est apparue élevée, avec 9 contacts par nuit en moyenne durant la période d'activité (CERESA, pers. com.).

Hormis au mois de juillet où une légère chute d'activité est observée, l'activité générale des chauves-souris croît progressivement jusqu'à atteindre son pic en septembre (53 %). Après cette période, l'activité des chauves-souris chute brutalement (moins de 15 % de contacts cumulés).

Cette répartition de l'activité est essentiellement causée par le groupe des pipistrelles (commune, Kuhl et de Natusius) et par les noctules (en particulier celle de Leisler).

On remarque que la plus grande diversité d'espèce est corrélée avec le pic d'activité et intervient entre les mois d'août et d'octobre. Dans le cycle biologique des chauves-souris, cette période correspond à la migration et aux regroupements de mâles et de femelles pour la reproduction, ainsi qu'aux déplacements vers les gîtes d'hiver.

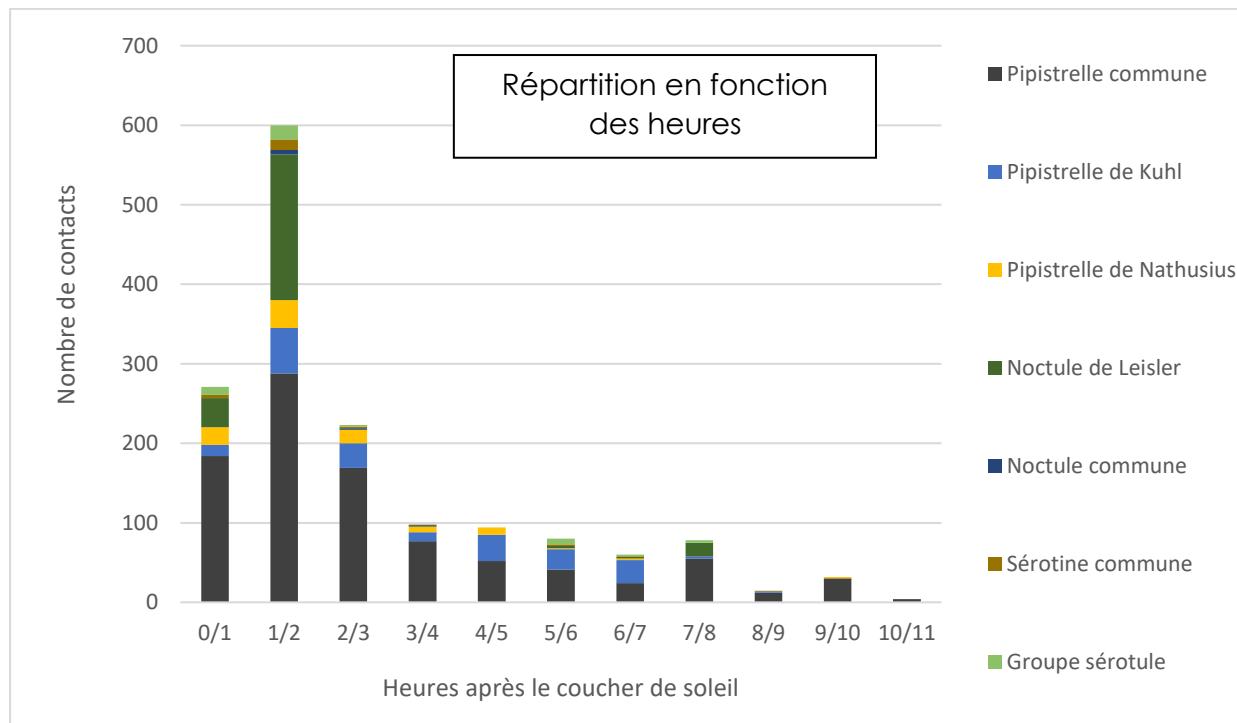


3.1.2.3 Répartition de la fréquentation en fonction des heures

L'analyse des données liées aux heures d'enregistrement permet de confirmer un résultat largement documenté dans la bibliographie et déjà observé à l'occasion du suivi réalisé l'an passé, c'est-à-dire la présence d'un pic d'activité en début de nuit.

Une différence est toutefois notable car les données bibliographiques signalent un pic d'activité durant les 4 premières heures alors que dans le cas présent, ce dernier est davantage localisé lors des 3 premières heures de la nuit (70 % des effectifs).

Durant les heures suivantes, l'activité stagne pour ensuite décroître progressivement jusqu'au lever du soleil.



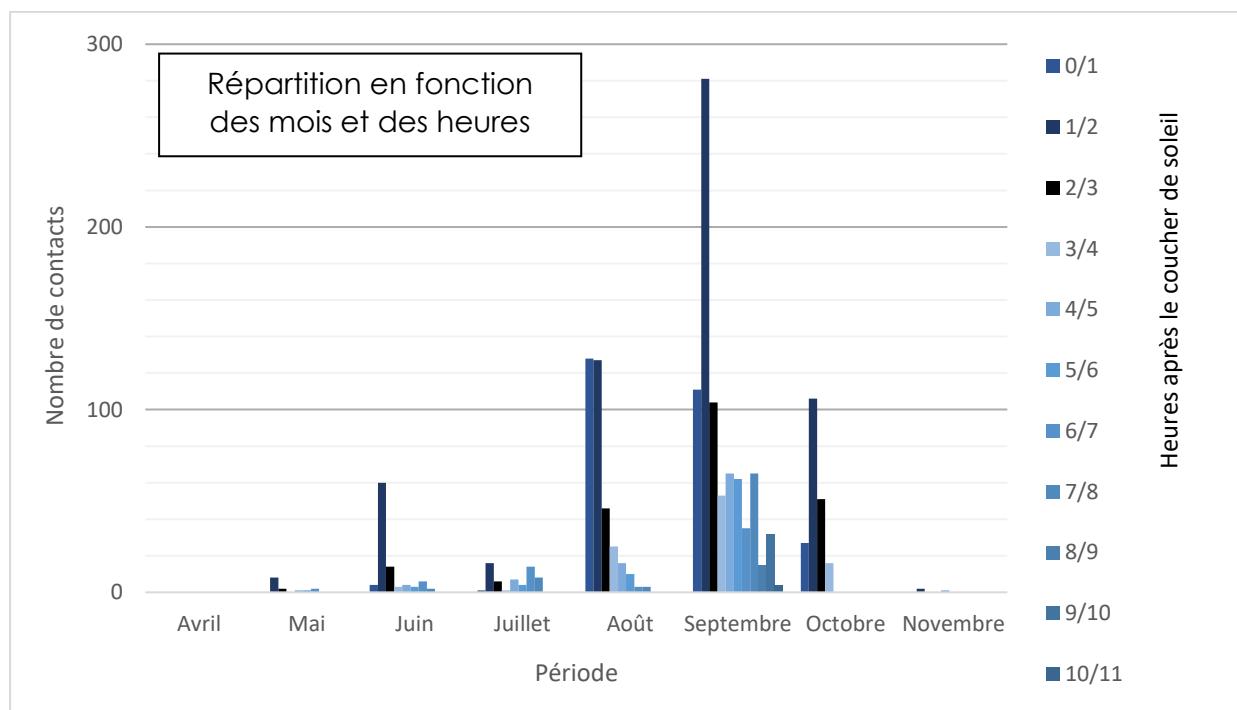
3.1.2.4 Répartition de la fréquentation dans l'année

L'activité observée en altitude est notable du mois d'août à octobre, de moindre importance en juin et particulièrement faible en mai et juillet.

Le pic d'activité en début de nuit est surtout observé en juin et entre août et octobre. Il est probable que ce soit lié à la nécessité de nourrir des jeunes (juin) et aux mouvements automnaux (migration et déplacement vers des sites de reproduction). Par opposition, les activités en fin de nuit sont particulièrement faibles (3 %), hormis durant le pic d'activité du mois de septembre où l'activité de fin de nuit est significative.

Une activité est observée durant l'ensemble de la nuit en septembre, ce qui n'est pas le cas durant les autres mois : le pic d'activité se concerte en début de nuit.

Le mois de juillet fait exception : les niveaux d'activité en début et en fin de nuit sont similaires.

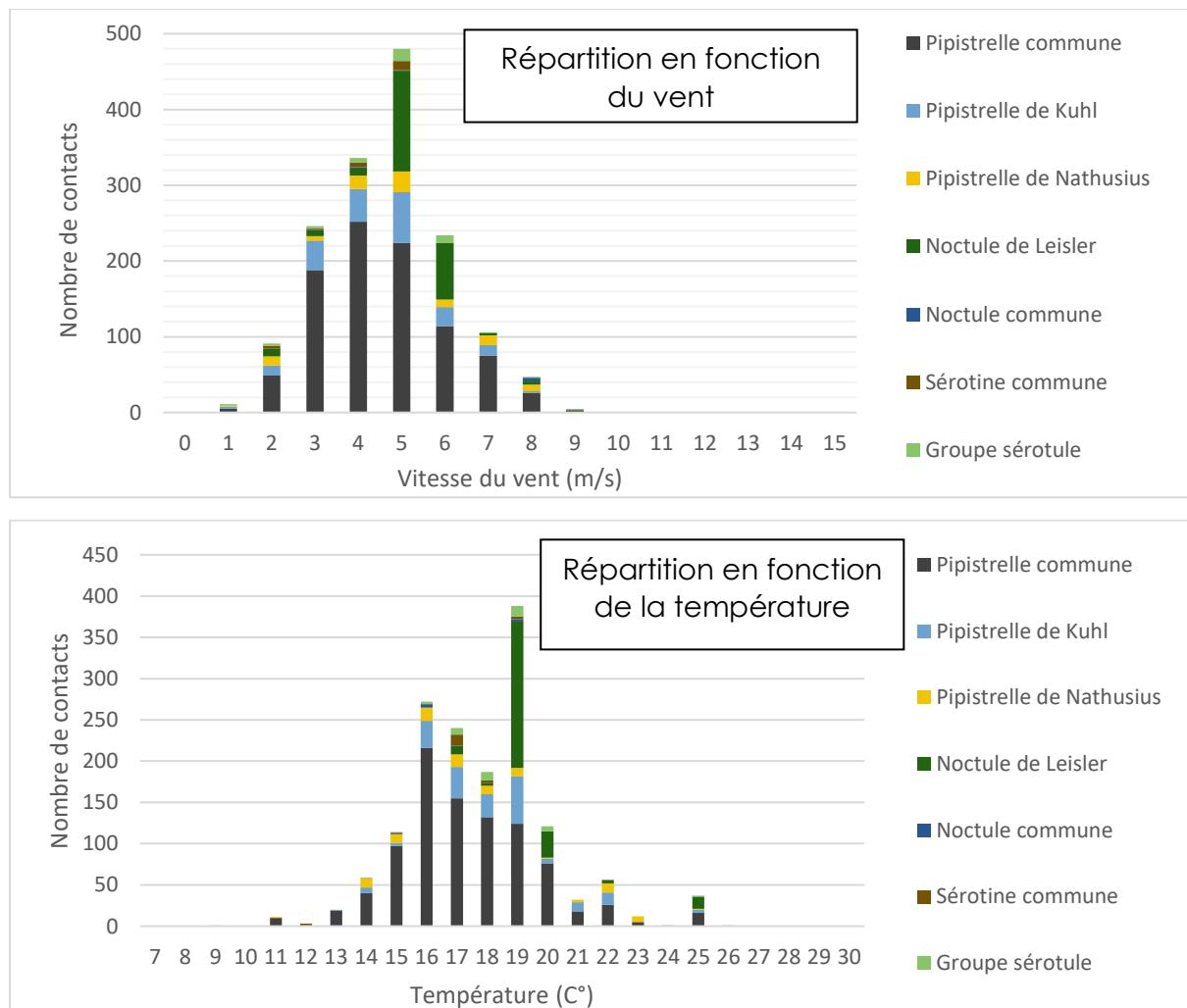


3.1.2.5 Répartition de la fréquentation en fonction de la météorologie (température et vent)

Pour rappel, les données météorologiques ont fait l'objet d'une transformation à l'unité supérieure (sans virgule) (cf. chapitre 1.4.1).

L'analyse de l'activité des chauves-souris selon les données météorologiques confirme les tendances décrites dans la bibliographie. L'analyse du nombre de contacts selon les données météorologiques montre une activité forte jusqu'à 6 m/s et faible au-dessus de 6 m/s ceci pour une température supérieure à 11°C⁽¹⁾.

Les données montrent cependant de légères variations et précisent leur fréquentation au sein du parc. En premier lieu, une faible activité existe entre les vents de 6 à 9 m/s (25 % des contacts cumulés pour des vents ≥ 6 m/s). Seulement un contact est recensé en dessous de 11°C, ce qui représente 0,06 % des contacts et moins de 1 % des contacts sont enregistrés en-dessous de 13°C. Deuxièmement, les premiers contacts ont lieu à partir de 9°C (1 contact) puis 11°C (11 contacts).



⁽¹⁾ Behr, O., Brinkmann, R., Hochradel, K., Mages, J., Korner-Nievergelt, F., Niermann, I., Reich, M., Simon, R., Weber, N. & Nagy, M. (2017). Mitigating bat-mortality with turbine-specific curtailment algorithms : a model based approach. In Wind energy and wildlife interactions. Köppel, J. (eds) : 135-160.

À noter que l'activité de la noctule de Leisler, nulle en dessous de 15°C, présente un pic notable à 19°C. Cette espèce sensible vole donc bien peu en altitude à basse température.

Synthèse 2021 de la fréquentation du parc par les chauves-souris

Les principaux éléments à retenir sont :

- Le niveau de fréquentation du parc en altitude par les chauves-souris est plus élevé en septembre (28 contacts par nuit en moyenne), et dans une moindre mesure, en août (12 contacts par nuit) et en octobre (7 contacts par nuit). L'activité est beaucoup plus faible pour les autres mois (maximum 3 contacts par nuit). Par ailleurs, aucune activité n'a été enregistrée durant le mois d'avril ;
- L'analyse du nombre de contacts selon les données météorologiques montre une activité forte jusqu'à 6 m/s et faible au-dessous de 6 m/s ceci pour une température supérieure à 11°C ;
- 6 espèces au total ont été identifiées, dont 4 espèces présentant un statut de sensibilité sur les listes rouges nationale et/ou régionale et 2 espèces moins fréquentes dans la région (noctules commune et de Leisler) ;
- Les pipistrelles dominent, comme c'est classiquement le cas, les relevés ;
- On observe une plus grande diversité d'espèces en période automnale ;
- Les chauves-souris sont plus actives entre 1 et 3h00 après le coucher du soleil ;
- Les activités enregistrées n'ont pas montré de second pic d'activité, en fin de nuit, avant le lever du soleil ;
- Durant le mois le plus actif (septembre), l'activité des chauves-souris reste significative tout au long de la nuit ;
- Pour les autres mois, les chauves-souris fréquentent le parc en altitude principalement en début de nuit (77 %), mais une faible activité subsiste au-delà des 4 premières heures de la nuit. Une l'activité du mois de juillet est similaire entre le début et la fin de la nuit.

3.1.2.6 Analyse interannuelle

L'activité enregistrée des chauves-souris en 2021 est 2 fois plus élevée que celle de l'année précédente (776 puis 1 555 contacts). Potentiellement, cette différence est en partie due à l'augmentation de la période d'enregistrement (1 mois supplémentaire) et au changement de l'emplacement de l'enregistreur (E6 puis E5).

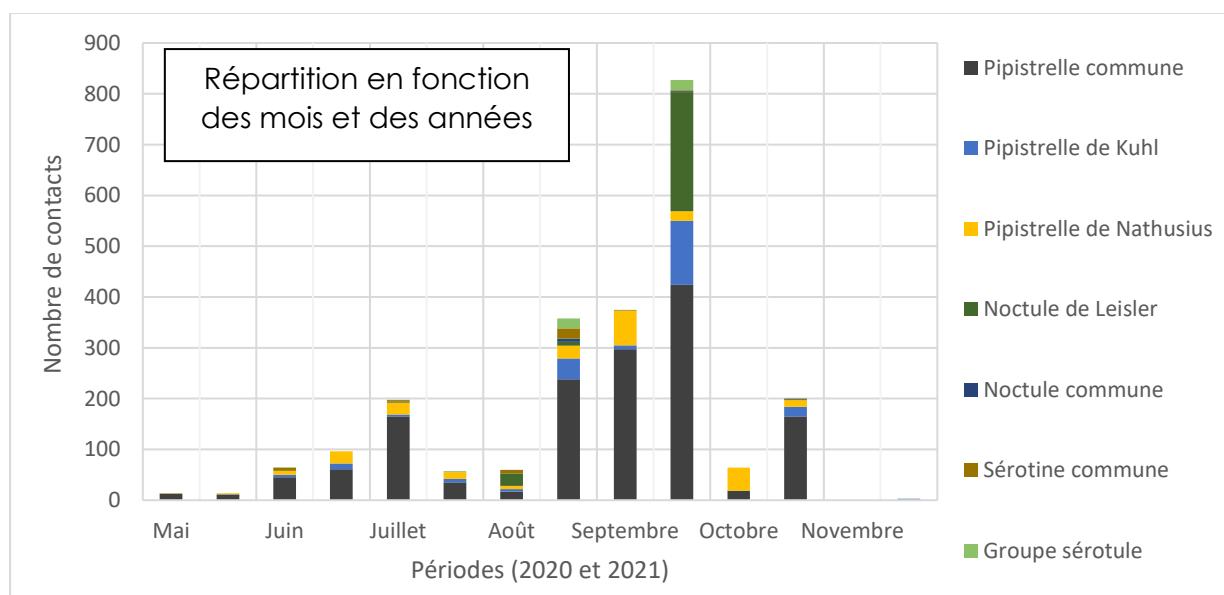
De manière générale, la diversité des chauves-souris fréquentant le site est globalement similaire d'une année sur l'autre. En effet, malgré l'augmentation des contacts enregistrés, seule une espèce supplémentaire est identifiée en 2021 (noctule commune).

De même qu'en 2020, l'activité est croissante du printemps jusqu'au pic de fin d'été du mois de septembre. Par contre, l'activité se concentre plus tardivement en 2021. Alors que deux pics d'activité sont enregistrés en 2020 (juillet et septembre), seul celui de septembre est observé l'année suivante. L'activité enregistrée en octobre 2021 est proportionnellement plus élevée qu'en 2020 (13 % des contacts contre 8 %) et les derniers enregistrements de 2021 ont d'ailleurs lieu jusqu'en novembre (<1 % des contacts).

De nouveau, l'activité est plus élevée durant les 3 premières heures de la nuit. En septembre, l'activité est systématiquement prolongée. Contrairement aux observations de l'an passé, une activité faible est enregistrée durant les dernières heures de la nuit, de mai à août ($\leq 1\%$ des contacts).

La relation entre activité et conditions météorologiques sont également similaires entre les deux années de suivi : 99 % des contacts sont obtenus en dessous de 8 m/s et au-dessus de 10°C.

Malgré certaines nuances bénignes, les conditions de bridage, établie selon les données de 2020, sont également cohérentes avec celles obtenues en 2021.



3.2 SUIVI COMPLÉMENTAIRE : ACTIVITÉ DES RAPACES DIURNES

Au cours des prospections, des rapaces diurnes (buse variable, faucon crécerelle, etc.) ont été observés à 7 reprises (cf. fiches d'activité des rapaces diurnes en annexe).

La seule espèce contactée sur et aux abords du parc est la buse variable. Cette espèce est fréquemment rencontrée (1 visite sur 2), en transit et en chasse. Aucune autre espèce n'est observée à proximité du parc de Guéhenno.

La présence de la buse variable se concentre autour de l'éolienne n°4 (57 %) et elle est occasionnellement observée à proximité de l'ensemble des autres éoliennes du parc hormis l'éolienne E2.

Lors des observations, cette espèce est systématiquement représentée par un seul individu.

Ce suivi des rapaces diurnes sera reconduit en 2022 et permettra de préciser les potentiels enjeux en particulier durant la période de reproduction.

3.3 SUIVI DE LA MORTALITÉ

3.3.1 ANALYSE GÉNÉRALE

Au total, 3 cadavres et 9 plumées ont été observés entre janvier et décembre 2021, comprenant 11 oiseaux et 1 chauve-souris. Le pigeon ramier constitue l'espèce à la fois la plus impactée et la plus prédatée (6 plumées). La buse variable constitue la seconde espèce la plus impactée (2 cadavres observés). La pipistrelle commune correspond à l'unique espèce de chauve-souris relevée (1 cadavre).

Synthèse de mortalités observées

Date	Cadavre	Plumée	Localisation
15/01/2021	RAS	Pigeon ramier	Éolienne E3
		Verdier d'Europe	
		Merle noir	
	Buse variable	RAS	Éolienne E2
19/02/2021	RAS	Pigeon ramier	Éolienne E5
17/03/2021	RAS	RAS	-
21/04/2021	Pipistrelle commune	RAS	Éolienne E6
	RAS	Pigeon ramier	
17/5/2021	RAS	RAS	-
19/5/2021	RAS	RAS	-
21/5/2021	RAS	RAS	-
22/6/2021	Buse variable	RAS	Éolienne E4
24/6/2021	RAS	Pigeon ramier	Éolienne E5
28/6/2021	RAS	RAS	-
16/7/2021	RAS	RAS	-
19/7/2021	RAS	RAS	-
21/7/2021	RAS	RAS	-
11/8/2021	RAS	Pigeon ramier	Éolienne E4
13/8/2021	RAS	RAS	-
16/8/2021	RAS	RAS	-
23/8/2021	RAS	RAS	-
13/9/2021	RAS	RAS	-
15/9/2021	RAS	RAS	-
17/9/2021	RAS	RAS	-
24/9/2021	RAS	Tourterelle turque	Éolienne E3
	RAS	Pigeon ramier	Éolienne E4
8/10/2021	RAS	RAS	-
11/10/2021	RAS	RAS	-
13/10/2021	RAS	RAS	-
8/11/2021	RAS	RAS	-
3/12/2021	RAS	RAS	-

3.3.2 MORTALITÉS CONSTATÉES

Au total, 6 espèces différentes ont été observées au pied des éoliennes : 5 oiseaux et 1 chauve-souris (cf. fiches de mortalité en annexe).

Remarque : Concernant les plumées, Il est impossible de savoir s'il s'agit d'un oiseau impacté par une éolienne puis consommé par un prédateur ou d'une prédation directe. Les plumées ont cependant été prises en compte dans l'étude dans le souci de ne pas minimiser l'impact du parc.

Le **pigeon ramier** (*Columba palumbus*) est l'espèce la plus notée au niveau du parc de Guéhenno, avec 6 plumées inventoriées entre janvier et septembre 2021.

Cet oiseau est le plus commun de la famille de columbidés de France. Il fréquente des milieux variés (champs, jardins, clairières forestières, etc.) et côtoie les secteurs cultivés pour s'y alimenter.



Plumée de pigeon ramier
(19/02/2021)

La **buse variable** (*Buteo buteo*) a été relevée par deux fois entre janvier et juin 2021.

Ce rapace diurne est très commun dans nos territoires. Il fréquente avant tout les milieux forestiers et apprécie les zones de lisière. Les milieux ouverts constituent des zones de chasse pour leur alimentation. La majorité des individus sont sédentaires et occupent le territoire tout au long de l'année. La buse fréquente souvent des altitudes comprises entre 50 à 500 mètres de hauteur.



Cadavre de buse variable
(22/06/2021)

Le **verdier d'Europe** (*Chloris chloris*), observé à une seule reprise au niveau d'un boisement, en janvier 2021 (plumée), est un oiseau commun et particulièrement anthropophile. Il apprécie les milieux arborés ouverts tels que les lisières forestières, les parcs et le bocage. En Bretagne, cette espèce est généralement sédentaire.



Plumée de verdier d'Europe
(15/01/2021)

De la même manière que la précédente espèce, une seule plumée de **merle noir** (*Turdus merula*) a été notée à proximité du verdier d'Europe. Cette espèce est commune et abondante dans nos régions. Le régime alimentaire du merle noir est varié (vers de terre, insectes, graines, etc.) tout comme les milieux qu'il fréquente (prairies, jardins, forêts, etc.).



Plumée de verdier d'Europe
(15/01/2021)

Une plumée de **tourterelle turque** (*Streptopelia decaocto*) a été observée en fin septembre 2021. Cette espèce se rencontre généralement dans les espaces fortement anthropisés dans lesquels elle s'alimente (milieux agricoles, villages, jardins, etc.).



Plumée de tourterelle turque
(24/09/2021)

La **pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est le seul chiroptère relevé sur le site. Un cadavre a été trouvé en mai 2021. Cette espèce est la plus commune des chauves-souris d'Europe. Elle fréquente tous types d'habitats, aussi bien agricole que forestier, ainsi que les espaces urbanisés. Elle est surtout active de mars à octobre, mais elle peut être observée toute l'année, notamment lors des hivers doux.



Cadavre de pipistrelle commune
(21/05/2021)

3.3.3 ANALYSE

3.3.3.1 Oiseaux

La principale espèce impactée par l'activité éolienne du parc de Guéhenno est le pigeon ramier (6 plumées). La seconde espèce la plus touchée (2 cadavres) correspond à la buse variable.

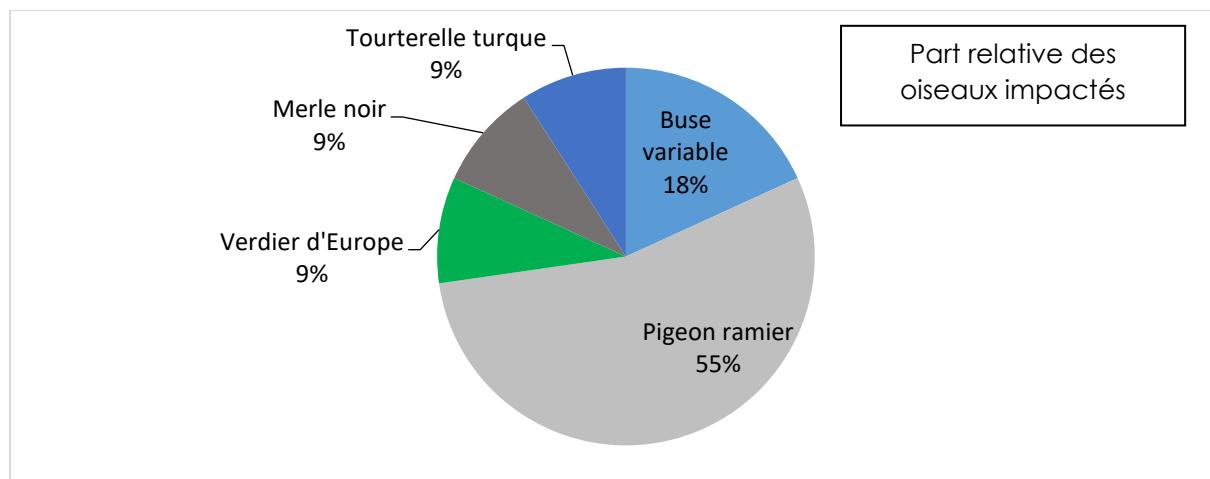
D'après une étude de la LPO⁽¹⁾ et les analyses de Tobias Dürr (2017), la buse variable est le rapace le plus abondant en Bretagne et le plus impacté par l'éolien en France et en Europe, en particulier au moment de la migration de septembre.

Les columbiformes, du fait de la forte mortalité du pigeon ramier, sont également représentés parmi les ordres les plus impactés. Le pigeon ramier est la 8^{ème} espèce la plus touchée en France, en particulier dans les milieux ouverts tel que les champs.

Les passériformes (roitelets, alouettes, moineaux, merles, etc.) représentent près de la moitié des cadavres retrouvés sous les éoliennes de France et sont donc de loin les plus impactés. Le merle noir, notamment, figure parmi les espèces les plus retrouvées sous les éoliennes alors que chez le verdier d'Europe, les mortalités sont particulièrement peu fréquentes (2 sur 1 102 cadavres).

Pour la tourterelle turque, comme pour le verdier d'Europe, très peu de cas de mortalité sont constatés.

Le merle noir, quant à lui, est particulièrement abondant en France. Ces espèces sont donc généralement non sujettes à une sensibilité vis-à-vis de l'activité des éoliennes. Bien que fréquemment impacté, le merle noir, abondant en France, n'est pas considéré comme particulièrement sensible.



⁽¹⁾ Marx G. (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015, LPO, 92 pages.

⁽³⁾ Directive européenne Oiseaux (2009/147/CE)

⁽⁴⁾ Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Version consolidée au 29 janvier 2020.

⁽⁵⁾ Liste rouge des espèces menacées en France – Oiseaux de France métropolitaine. LPO SEO/F ALAUDA, ONF (2016).

⁽⁶⁾ Liste rouge régionale des espèces menacées en Bretagne, UICN France, Bretagne environnement, Océanopolis Brest, GMB & Bretagne Vivante (2015).

⁽⁷⁾ Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – novembre 2015

Statut des oiseaux observés morts sur le parc éolien de Guéhenno

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Oiseau (3)	Protection nationale (4)	Listes rouges		Niveau de sensibilité (7)	Effectif
				France (5)	Bretagne (6)		
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	-	Oui	LC	LC	2	2
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	An. II	-	LC	LC	1	6
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	-	Oui	VU	LC	0	1
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	An. II	-	LC	LC	0	1
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	An. II	-	LC	LC	0	1

Légende

Liste rouge : Quasi menacée (NT), Préoccupation mineur (LC), Données insuffisantes.

Directive oiseau : Annexe II (liste des espèces dont la chasse est autorisée), Annexe III (liste des espèces dont le commerce est autorisé).

Niveau de sensibilité : basé sur la mortalité européenne constatée et pondérée par l'abondance relative de l'espèce.

3.3.3.2 Chauves-souris

D'après ces mêmes études⁽¹⁾, la mortalité de pipistrelle commune est également régulièrement relevée, aussi bien en été qu'en automne.

Statut des chiroptères observés morts sur le parc éolien de Guéhenno

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats (2)	Protection nationale (3)	Listes rouges		Note de risque (6)	Effectif
				France (4)	Bretagne (5)		
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	IV	Oui	NT	LC	3	1

Légende

Liste rouge : Quasi menacée (NT), Préoccupation mineur (LC), Données insuffisantes.

Directive oiseau : Annexe II (liste des espèces dont la chasse est autorisée), Annexe III (liste des espèces dont le commerce est autorisé).

Note de risque : basée sur la liste rouge nationale des espèces de chiroptères menacées et sur la sensibilité de l'espèce aux éoliennes.

(1) Marx G. (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015, LPO, 92 pages.

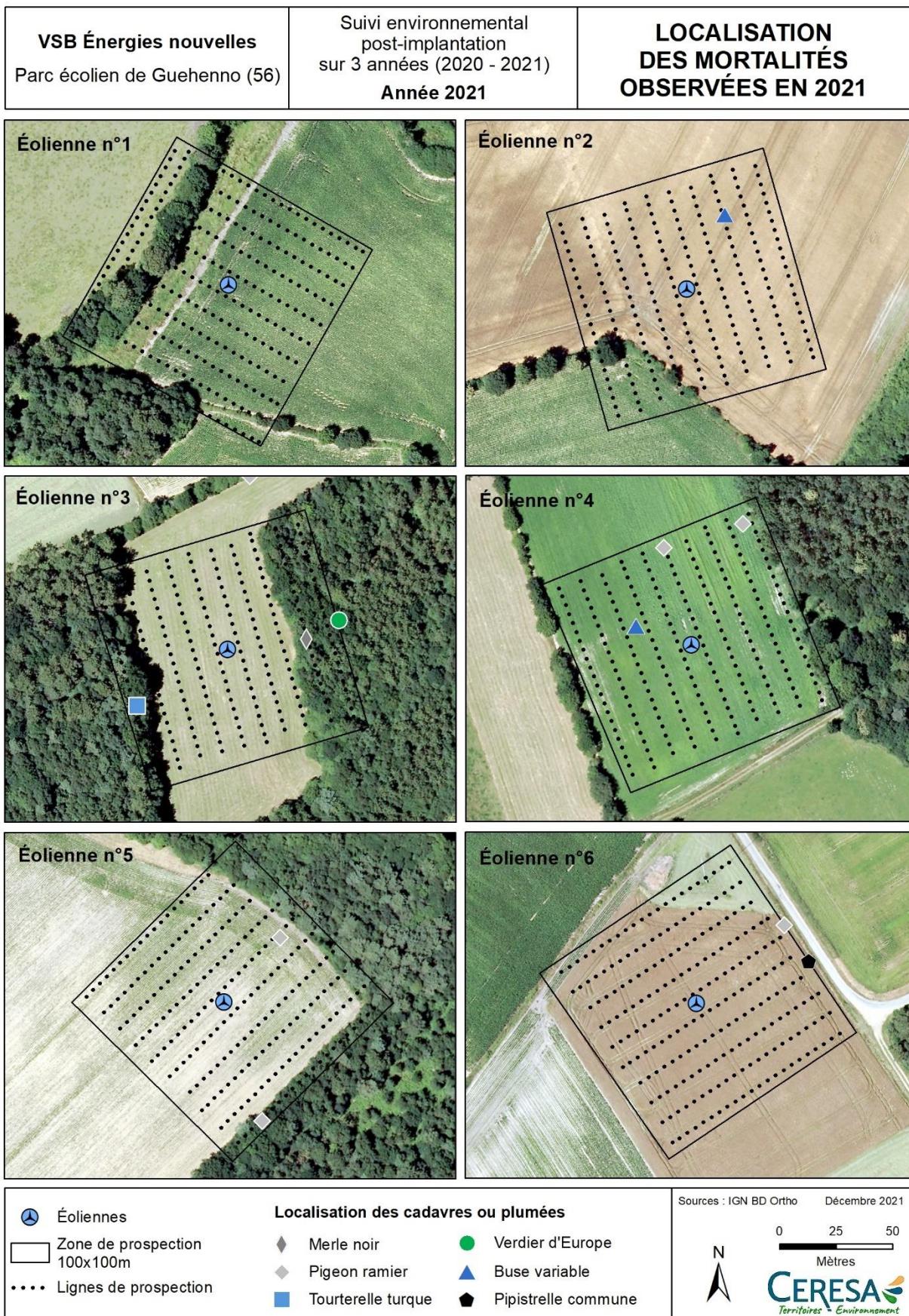
(2) Annexe IV de la Directive européenne Habitats (92/43/CEE) : espèce animale d'intérêt communautaire nécessitant une protection stricte.

(3) Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Modifié par Arrêté du 1er mars 2019.

(4) Liste rouge des espèces menacées en France – Mammifère de France métropolitaine, SFEPM, ONF (2017).

(5) Liste rouge régionale & Responsabilité biologique régionale des mammifères de Bretagne, UICN France, Bretagne environnement, Océanopolis Brest, GMB & Bretagne Vivante (2015).

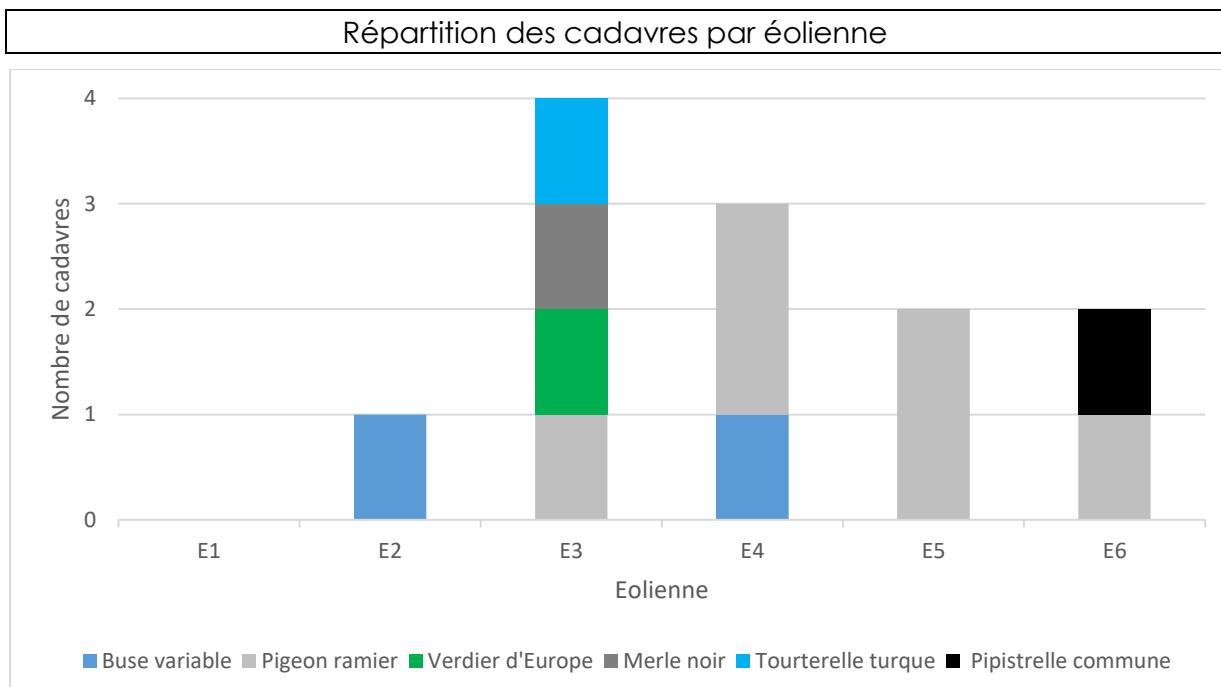
(6) SIMONNET F. coord. 2015. Atlas des mammifères de Bretagne. Éd. Locus Solus. 305 p.



3.3.4 RÉPARTITION DES CADAVRES

Parmi les six éoliennes du parc, cinq éoliennes sont concernées par des cadavres d'oiseaux et/ou de chauves-souris.

L'éolienne E3 est celle qui génère le plus de mortalité (4/12 des effectifs), suivie par l'éolienne E4 (3/12 des effectifs) et les éoliennes E5 et E6 (2/12 effectifs). L'éolienne E6 est la seule ayant engendré une mortalité de chauves-souris sur le parc. Aucun cadavre n'a été observé sous l'éolienne E1. En moyenne, 2 cadavres ont été trouvés au pied des éoliennes.



Les cadavres sont équitablement répartis entre les prairies (36,5 %), les cultures (36,5 %) et les boisements (27). Malgré la période où les cultures sont plus difficilement prospectables (de juin à octobre), le taux moyen de surface prospectée reste relativement élevé avec 53 % de bonne visibilité au sol. Ce taux est considéré suffisant pour caractériser la mortalité observée et est pris en compte dans la suite du rapport, pour l'estimation de la mortalité réelle.

D'après l'analyse de l'occupation des sols environnante, il semble y avoir une corrélation entre la mortalité et l'environnement immédiat (présence de boisement notamment). En effet, les éoliennes E3, E4 et E5, où le taux de mortalité est le plus important, se trouvent à proximité de boisements.

À noter cependant, que 3 cadavres dont une chauve-souris ont été trouvés en contexte agricole (E2 et E6), alors qu'aucun cadavre n'a été trouvé autour de l'éolienne E1, qui se trouve dans un contexte bocager (prairies, haies et boisements à proximité). L'influence du milieu environnant ne serait donc pas le seul facteur à prendre en compte dans les mortalités liées au parc.

La visibilité au sol peut également jouer un rôle dans la détectabilité des cadavres.

Contexte environnant les éoliennes du parc éolien de Guéhenno

Contexte	Prairie et boisement	Mixte	Culture à proximité immédiate de haie ou de boisement	Culture
Éolienne concernée	E3 et E4	E1	E2 et E5	E6
Mortalité observée	6 oiseaux	-	3 oiseaux	1 oiseau et 1 chauve-souris

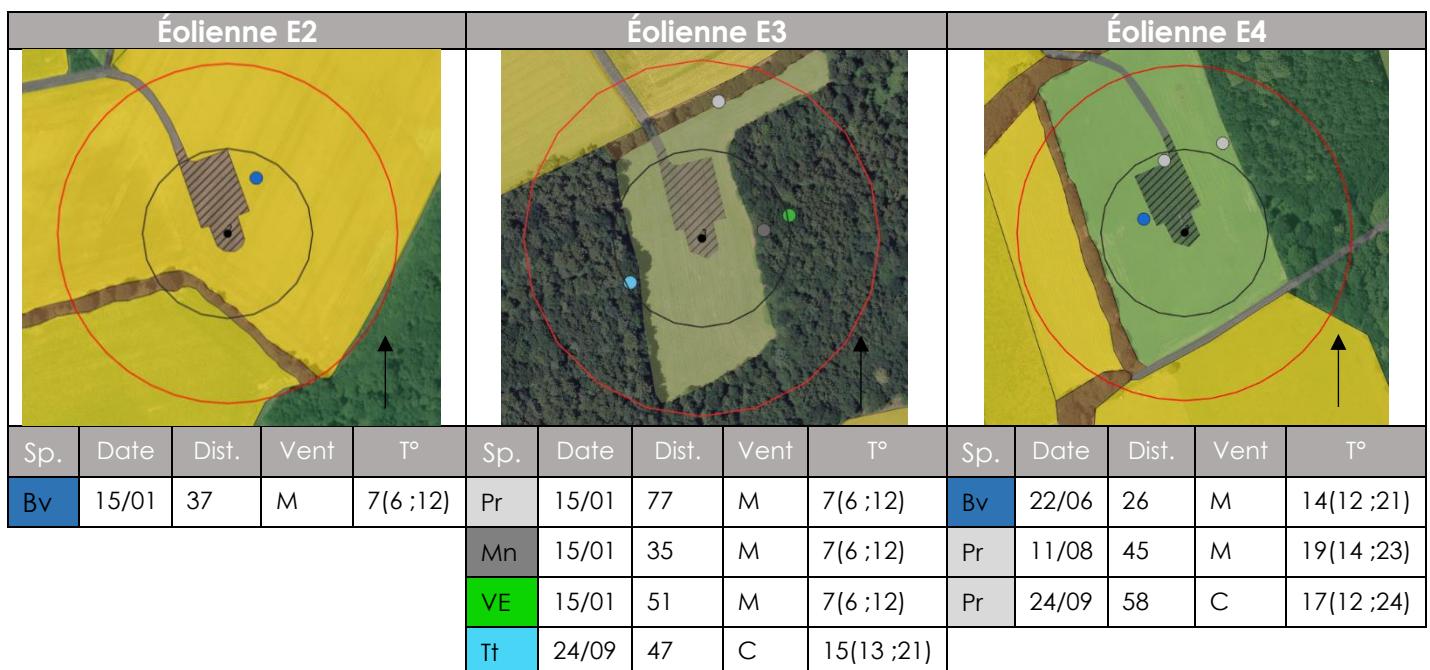
3.3.5 DISPERSION ET ORIENTATION DES CADAVRES

En moyenne, les cadavres ont été observés à 48 mètres des mâts. Cette valeur est particulièrement élevée avec les plumées. L'intervalle des distances entre les cadavres et le mât est particulièrement important et va de 26 mètres à 77 mètres.

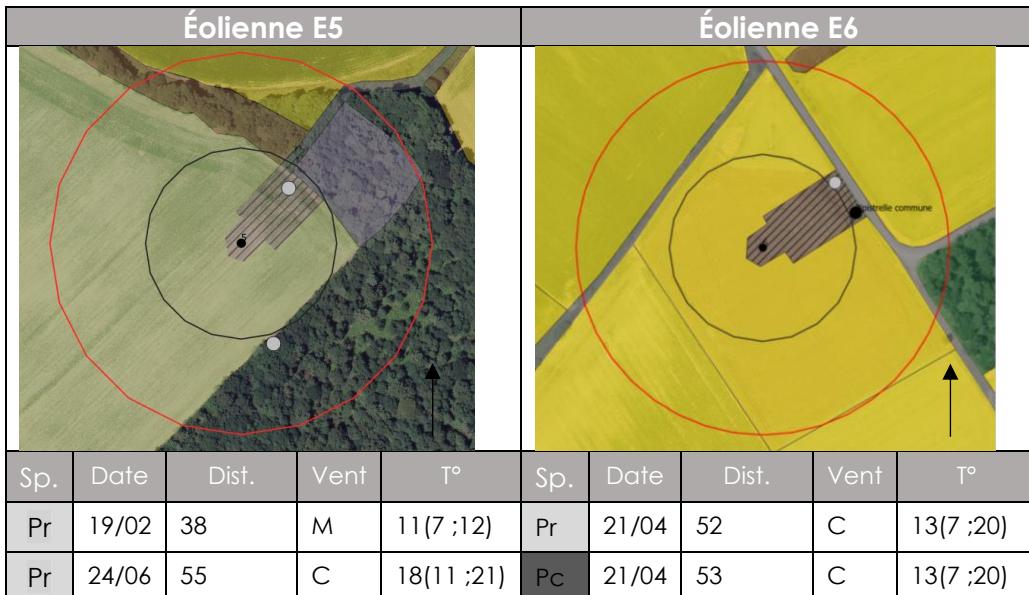
La majorité des cadavres ont été repérés au Sud-Est des éoliennes, durant des périodes de vents calmes à modérés (<30 km/h) et de températures douces (généralement supérieures à 10°C).

Localisation des cadavres par rapport aux mâts

(Cercles de 50 et 100 m)



Localisation des cadavres par rapport aux mâts (suite)
(Cercles de 50 et 100 m)



Légende :

Espèce		Date	Distance	Vitesse du vent (sur 3 jours) (1)		Température (1)
Pr	Pigeon ramier	JJ/MM	Distance en mètres, entre le cadavre et le mât de l'éolienne	C	Calme (0 à 12 km/h)	Température moyenne (minimale ; maximale)
Bv	Buse variable			M	Modéré (13 à 30 km/h)	
Mn	Merle noir			AF	Assez fort (31 à 75 km/h)	
Tt	Tourterelle turque			F	Fort (>75 km/h)	
VE	Verdier d'Europe					
Pc	Pipistrelle commune					

(1) Données météo VSB

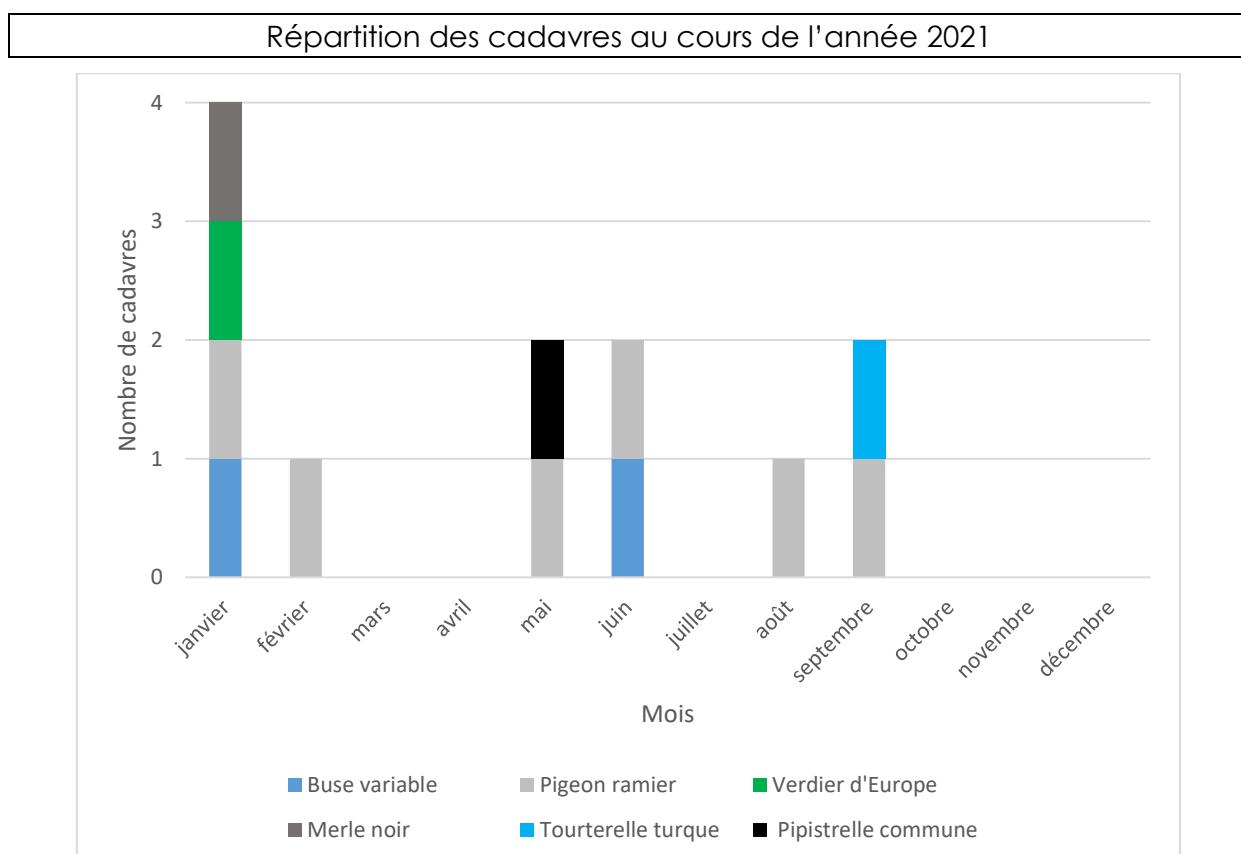
3.3.6 RÉPARTITION DES CADAVRES EN FONCTION DES SAISONS

Les mortalités ont été principalement observées en hiver, avec 5 cadavres, puis au printemps – début d'été (4 cadavres trouvés), et enfin en fin d'été – début automne (3 cadavres).

Contrairement aux observations de la LPO (Marx, 2017), les impacts les plus élevés sont relevés en hiver et ces derniers sont irréguliers tout au long de la période de suivi. Dans le cas présent, la répartition des impacts se concentre sur trois périodes : en hiver, en fin de printemps et en début d'automne pour les oiseaux.

Cette première période correspond à la période d'hivernage, les valeurs élevées de mortalité durant la période de la faible activité des oiseaux paraît étonnant. En général, le nombre de découverte de cadavre par prospection en période hivernale est plus faible que pour les autres saisons. Par ailleurs, cette période fait l'objet de très peu d'étude (LPO, 2016).

La mortalité de chauves-souris a été notée au printemps. Les mortalités de fin de printemps correspondent à la période de reproduction de l'avifaune, celles constatées en début d'automne à la migration postnuptiale.

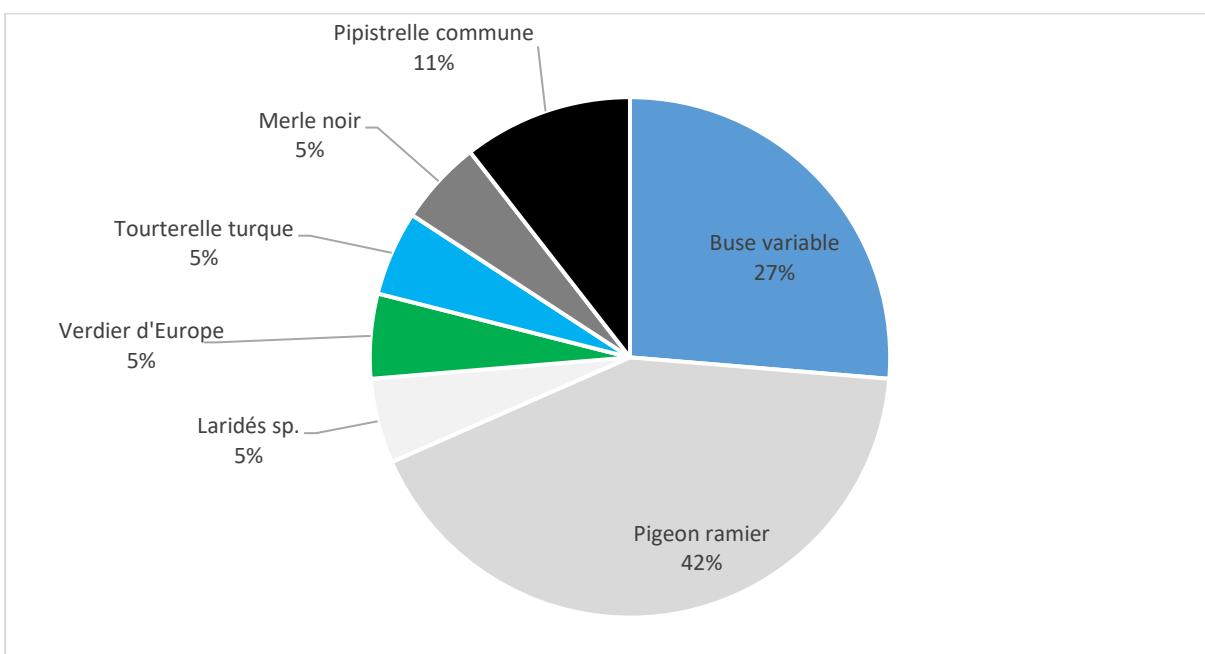


3.3.1 ANALYSE INTERANNUELLE

Au total, 19 cadavres/plumées ont été observés sur 2 ans (suivis 2020 et 2021 cumulés), 17 oiseaux et 2 chauves-souris. Les 2/3 des espèces ont été observées en 2021 mais le nombre de mortalité est identique entre 2020 et 2021 pour une période de suivi similaire (d'avril à octobre 2020, jusqu'à novembre pour 2021).

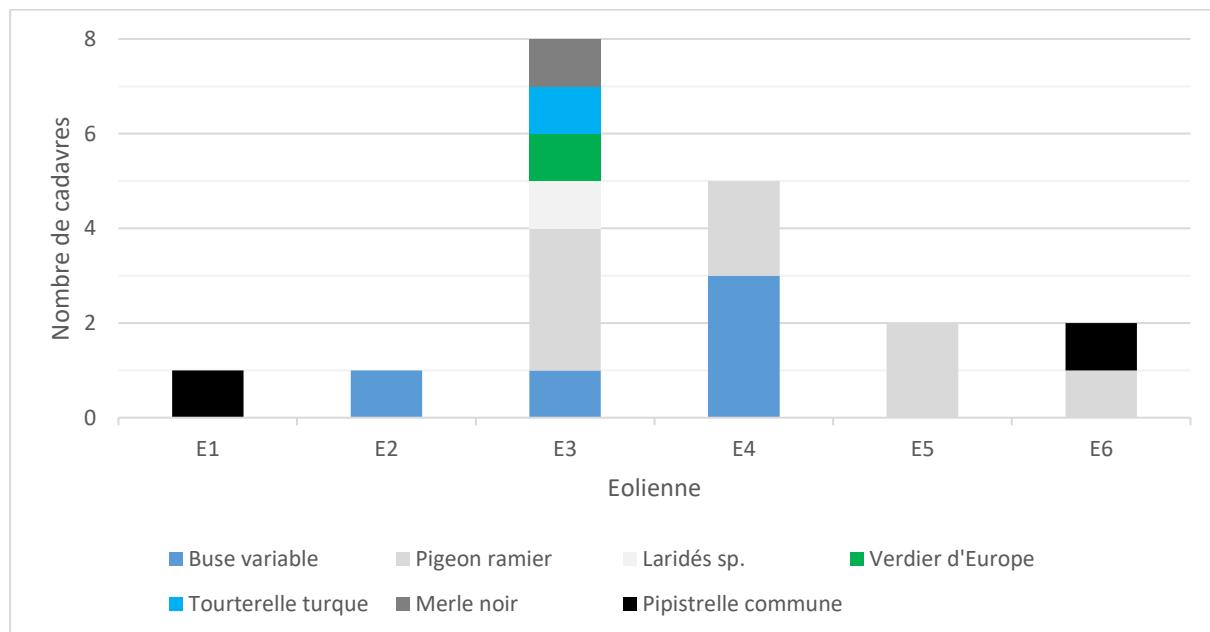
L'espèce la plus impactée est le pigeon ramier, avec 8 plumées observées depuis 2020, puis la buse variable avec 5 cadavres. Seule la pipistrelle commune est recensée concernant les chauves-souris (2 cadavres).

Part relative des espèces impactées toutes années confondues (2020 – 2021)



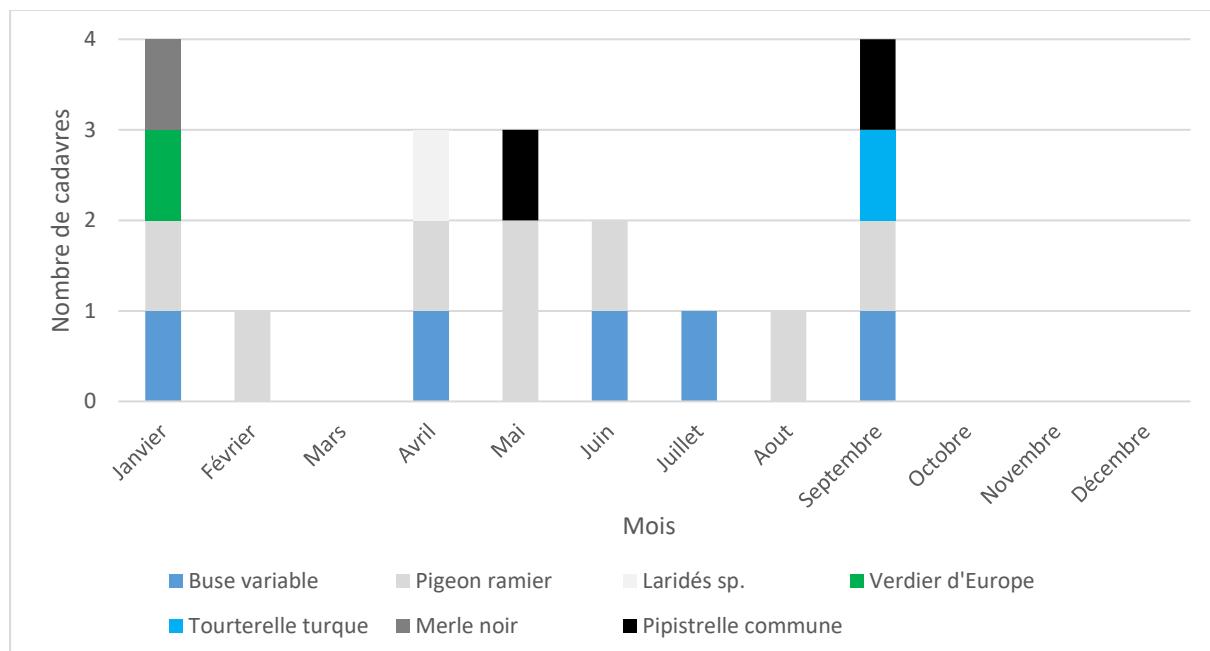
L'éolienne de loin la plus impactante sur les 2 années cumulées est E3 (8 cadavres), suivi de E4 (5 cadavres), puis de E5 et E6 (2 cadavres). Les éoliennes E1, E2 sont celles qui ont généré le moins de mortalité avec 1 cadavre sur les mortalités cumulées des deux années.

Répartition des cadavres par éolienne toutes années confondues (2020 – 2021)



En cumulant les 2 années d'étude, on remarque que la mortalité observée s'étale tout au long de l'année, avec un maximum en janvier et en septembre (2/5 de la mortalité totale observée).

Répartition des cadavres par mois toutes années confondues (2020 – 2021)



Dans l'état actuel des connaissances apportées par le suivi, il semble donc que la mortalité des oiseaux soit sensible en janvier (hivernage), en septembre (migration) et durant la nidification.

Le faible nombre de mortalité de chauves-souris ne permet pas de dégager de tendance. Ce faible nombre semble indiquer que le parc n'est pas particulièrement sensible pour ce groupe faunistique. Le suivi mené en 2022 viendra apporter des arguments infirmant ou confirmant cette hypothèse.

Synthèse de la mortalité du parc sur les années 2020 et 2021

Les principaux éléments à retenir sont :

- Le nombre total de cadavre/plumée est de 19 individus dont 12 ont été trouvés entre janvier et décembre 2021 ;
- Le suivi a jusqu'à présent permis d'identifier 7 espèces différentes au pied des éoliennes : 6 oiseaux et 1 chauves-souris ;
- Les espèces les plus impactées sont le pigeon ramier (42 % des effectifs totaux) et la buse variable (27 %) ;
- Quelle que soit l'année du suivi, l'analyse du nombre de cadavres selon leur localisation montre que l'éolienne la plus impactante est l'éolienne E3 avec 42 % des effectifs totaux, suivi de l'éolienne E4 avec 26 % des effectifs ;
- Les mortalités ont principalement lieu en période de vents calmes à modérés et de températures douces ;
- La mortalité des oiseaux est constatée durant la quasi-totalité du suivi. Des pics de mortalité sont observés en janvier et en septembre, durant la période d'hivernage et de migration postnuptiale de l'avifaune ;
- Les rares cas de mortalité des chauves-souris sont localisés aux mois de mai et de septembre, correspondant au période de mise-bas et d'élevage des jeunes puis de regroupement automnal.

3.4 ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE

La mise en œuvre de calculs correctifs permet d'estimer la mortalité annuelle, en tenant compte de différents paramètres (récurrence des observations, efficacité de l'observateur et taux de prédation). Les relevés relatifs aux tests d'efficacité et de prédation ainsi que le calcul du correcteur surfacique sont présentés en annexe.

Les calculs ont été appliqués pour les oiseaux et pour les chauves-souris (cf. ci-dessous). Par contre, ces formules ne sont pas applicables durant la deuxième période de suivi consistant à réaliser une prospection par mois (de janvier à avril, puis de novembre à décembre). En effet, l'intervalle des passages étant important (29 jours en moyenne), le taux de persistance des cadavres au-delà du délai de 14 jours reste inconnu.

Afin d'obtenir des valeurs comparables sur une année entière, les formules appliquées à la haute période d'activité des chauves-souris et des oiseaux (début avril à fin octobre) ont été étendues à celles d'une année de suivi (intervalle des visites inchangé).

Impact estimé pour l'ensemble du parc
à partir des formules correctives (sur 6 mois et toute l'année du suivi)

Haute saison	Paramètres								Formules N =				Moy.	Méd.	
	C	d	I	A	p _{brut}	p _{Jones}	p _{Huso}	Î	tm	W	E	J	H		
Oiseaux	6	0,71	3,1	1,47	0,66	0,92	0,93	38,13	19,06	18,82	2,01	13,50	13,48	11,95	13,49
Chiroptères	1									3,14	0,22	2,25	2,25	2,54	2,25
Toute l'année	C	d	I	A	p _{brut}	p _{Jones}	p _{Huso}	Î	tm	W	E	J	H	Moy.	Méd.
Oiseaux	11	0,71	3,1	1,42	0,66	0,92	0,93	38,13	19,06	33,36	3,56	23,92	23,90	21,19	23,93
Chiroptères	1									3,03	0,21	2,17	2,17	2,46	2,17

Légende :

W : Winkelmann ; E : Erickson ; J : Jones ; H : Huso

N	Nombre estimé de cadavres	p _{Jones}	Taux de prédation d'après la formule de Jones
C	Nombre total de cadavres observés lors du suivi	p _{Huso}	Taux de prédation d'après la formule d'Huso
d	Efficacité de l'observateur ou taux de détection	Î	Intervalle effectif moyen
I	Durée de l'intervalle entre deux passages (en jours)	tm	Temps moyen de disparition des cadavres (poussins) (en jours)
p _{brut}	Taux de prédation		

Si on se réfère à l'étude menée par la LPO « Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 » (LPO, 2017), les estimations de la mortalité réelle peuvent varier en fonction de la formule utilisée. Les données présentées dans cette étude sont cohérentes avec ce qui est généralement observé dans d'autres suivis, à savoir :

- la formule de Winkelmann (1989) a tendance à surestimer la mortalité réelle surtout lorsque la durée de persistance des cadavres est faible ;
- celle d'Erickson (2000) a tendance à sous-estimer la mortalité réelle, en particulier lorsque la durée de persistance des cadavres est importante ;
- celles de Jones (2009) et Huso (2010), plus récentes, présentent une fiabilité plus importante et proposent des résultats intermédiaires et proches l'un de l'autre.

Dans un souci de comparabilité avec l'étude de la LPO, l'estimation de la mortalité réelle sera effectuée en faisant la moyenne des valeurs calculées avec ces 4 formules.

3.4.1 ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LES OISEAUX

Dans le cadre du suivi mené sur Bignan, Buléon et Guéhenno, en 2021, pour 11 cadavres d'oiseaux trouvés sur toute une année dont 6 entre mai et octobre, les formules estiment un impact corrigé de 2 c/6 mois et 4 c/an pour la formule de Erickson 19 cadavres/6 mois et 33 cadavres/an avec la formule de Winkelmann, et enfin de 13 c/6 mois soit 24 c/an pour les formules de Jones et Huso.

Ces valeurs permettent d'estimer une moyenne de 12 cadavres pour 6 mois sur l'ensemble du parc, pour une médiane de 14 c / 6 mois, soit 2 cadavres/éolienne en moyenne comme en médiane.

Sur une année entière, ces valeurs mettent en évidence qu'en moyenne 21 cadavres d'oiseaux sont générés par l'activité éolienne, pour une médiane de 24 cadavres.

Ainsi, le suivi de la mortalité permet d'estimer **4 cadavres par éolienne et par an en moyenne et pour médiane**.

3.4.2 ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LES CHAUVES-SOURIS

Concernant les chiroptères, pour 1 cadavre réellement trouvé sur toute l'année 2021, les formules estiment un impact corrigé de moins de 1 cadavre/an pour la formule d'Erickson, de 2 c/an pour les formules Jones et Huso et de 3 c/an pour celle de Winkelmann.

Ces valeurs permettent d'estimer une moyenne de 3 cadavres/an ainsi qu'une médiane de 2 c/an pour l'ensemble du parc. Les estimations sur une année entière permettent de prendre en compte les activités potentiellement précoces et tardives des chiroptères.

L'estimation annuelle est donc évaluée à **0,4 cadavres/ éolienne/an pour la moyenne et la médiane**.

- **Comparaison avec les données de l'Ouest de la France** ⁽¹⁾

La mortalité d'une pipistrelle commune en mai est cohérente avec les données compilées sur les parcs éoliens de l'Ouest de la France. Il apparaît en effet que cette espèce est la plus impactée par la présence des parcs éoliens, et que le printemps corresponde à la période durant laquelle les premiers cas de mortalité sont constatés.

Généralement, les mortalités sont davantage marquées de juillet à septembre en Bretagne.

- **Comparaison avec les conclusions de l'étude d'impact** ⁽²⁾

Le volet de l'étude d'impact concernant les chauves-souris conclut que l'implantation du parc ne devrait pas significativement remettre en cause la dynamique des populations locales de chauves-souris.

Les enjeux en lien avec ce groupe, par rapport au projet éolien, concernent la pipistrelle de Nathusius, les séroutines, et dans une moindre mesure la pipistrelle commune.

Le fait d'avoir relevé un seul cas de mortalité de pipistrelle commune au cours du suivi est cohérent avec les prévisions de l'étude d'impact, pour ce qui concerne les chauves-souris.

3.4.3 ESTIMATION DE L'IMPACT POUR CHAQUE ÉOLIENNE

Si on applique les mêmes formules pour chaque éolienne, on obtient les valeurs suivantes (cf. détaille des calculs en annexe).

Impact moyen et médian estimé par éolienne à partir des formules correctives
(sur 1 an de suivi)

	W	E	J	H	Moyenne oiseaux	Médiane oiseaux	Moyenne chiroptère	Médiane chiroptère
Éolienne 1	0	0	0	0	-	-	-	-
Éolienne 2	3,03	0,21	2,17	2,17	2,46	2,17	-	-
Éolienne 3	12,13	0,84	8,70	8,69	9,84	10,72	-	-
Éolienne 4	9,10	0,63	6,52	6,52	7,38	6,52	-	-
Éolienne 5	6,06	0,42	4,35	4,35	4,92	4,35	-	-
Éolienne 6	6,06	0,42	4,35	4,35	2,46	2,17	2,46	2,17

Légende : W : Winkelmann ; E : Erickson ; J : Jones ; H : Huso

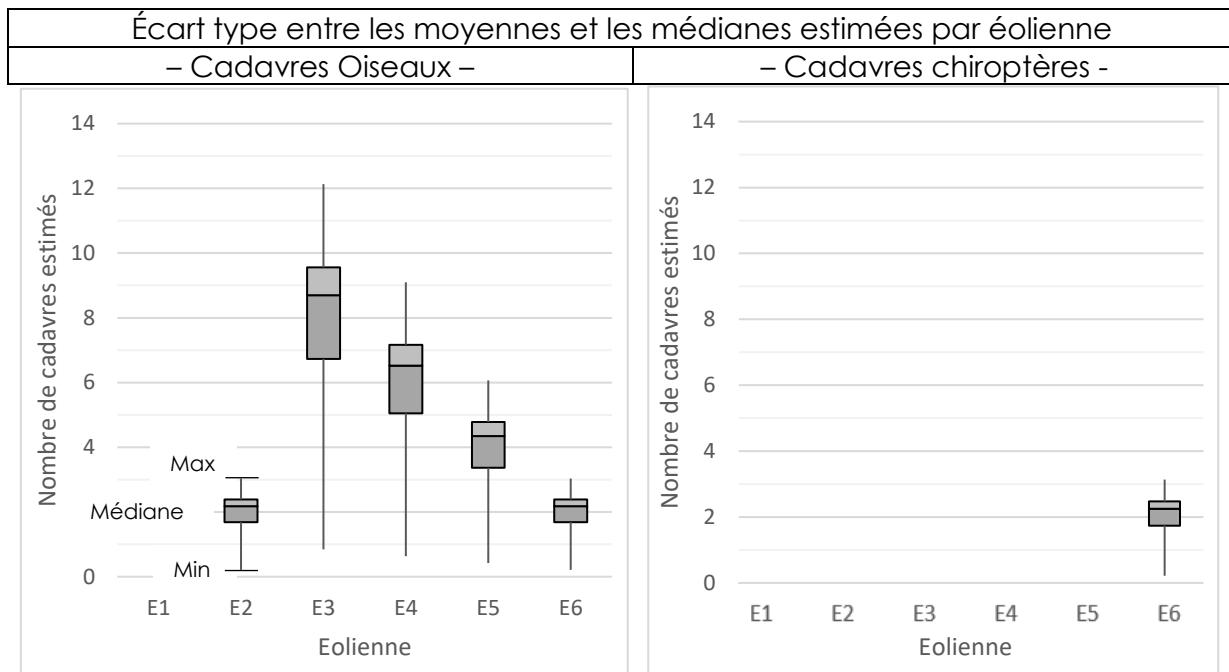
⁽¹⁾ Source : GOISLOT-Ouest'Am, 2021 ; LE CAMPION-GMB, 2021.

⁽²⁾ FERRAND (2014). Projet d'implantation d'un parc éolien sur les communes de Bignan, Buléon et Guéhenno (56) – Partie 2 : Étude d'impact. 84 pages.

D'après les formules corrigées, l'éolienne la plus impactante en 2020 pour l'avifaune (E3), a généré une moyenne de 10 c/an (médiane de 11 c/an).

De la même manière, la seconde éolienne ayant un impact sur l'avifaune (E4) a engendré 7 c/an.

L'éolienne ayant eu un impact sur les chauves-souris en 2021 (E6), a généré une moyenne ainsi qu'une médiane corrigée de 3 c / an.



Ces résultats mettent en évidence que ce sont les éoliennes 3, 4 et dans une moindre mesure 5 qui sont les plus impactantes.

Troisième partie

SYNTHESE

4.1 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX

En 2021, 11 oiseaux de 6 espèces différentes ont été impactés entre janvier et décembre. La période la plus impactante semble être le mois de janvier, avec 4 cadavres d'espèces différentes, suivie des mois de juin et septembre (2 mortalités dans le mois).

L'oiseau le plus impacté est le pigeon ramier, avec 50 % des cadavres relevés (6 cadavres sur la période). La seconde espèce la plus concernée par la mortalité est la buse variable (2 cadavres).

Les cadavres d'oiseaux ont été trouvés aux pieds des éoliennes E3, E4, E5, E6 et E2, E3 étant la plus impactante en 2021 (4 cadavres). Il est possible d'établir une corrélation entre l'occupation du sol et le nombre de cadavres, car les éoliennes E3 et E4, proches des zones boisées, sont celles générant le plus de mortalité. Cependant, 3 cadavres ont été trouvés au pied des éoliennes E2 et E6, situées en contexte agricole (grande culture). L'éolienne E1 se trouve dans un contexte bocager et boisé, sans pour autant qu'il y ait eu d'observation de cadavre. L'occupation du sol n'est donc pas le seul facteur expliquant les mortalités. Il est possible que la plus grande détectabilité en espaces ouverts explique ces chiffres.

Les calculs de la mortalité annuelle estimée (moyenne et médiane des 4 formules appliquées), indiquent une mortalité moyenne estimée de 4 cadavres par éolienne et par an pour le parc de Guéhenno.

Une étude réalisée par la LPO en 2016 (LPO, 2016- Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015) qui fait référence en la matière, met en évidence une mortalité réelle estimée entre 0 et 27 oiseaux impactés par éolienne et par an, avec une moyenne de 7 et une médiane de 4 oiseaux par éolienne et par an. En isolant les données d'un parc présentant une surmortalité, cette moyenne est rabaisée à 4 oiseaux par éolienne et par parc. Les valeurs ainsi obtenues sur le parc de Guéhenno se situent donc dans l'intervalle des mortalités réelles estimées et sont inférieurs ou égaux aux moyennes estimatives des parcs français.

De la même manière que dans le rapport de l'inspection en date du 15 juin 2021, la mortalité de l'avifaune est néanmoins considérée comme étant élevée, avec 11 cadavres découverts et l'estimation de 21 cas de mortalité annuelle sur l'ensemble du parc.

Il est par ailleurs évident que plus les prospections sont nombreuses, plus les chances de trouver des cadavres sont également importantes. Ainsi, par rapport au suivi de l'an passé (2020), le nombre de mortalité constaté en 2021 est identique sur une même période de suivi (de mai à décembre) mais supérieur sur une année complète (davantage de prospections en 2021).

Pour rappel, le bridage des éoliennes est effectif depuis juillet 2020. Le suivi de la mortalité de 2020 et 2021 met en évidence un nombre identique de cadavre d'oiseau entre une période sujette au bridage de celle qui ne l'est pas (4 cadavres de mai à juin). Ce constat n'est pas surprenant car le paramétrage des conditions de bridage est basé sur l'activité des chauves-souris.

4.2 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS

- **Mortalité**

L'impact sur les chauves-souris a concerné uniquement la pipistrelle commune, avec 1 cadavre trouvé au niveau du parc en mai 2021.

Le cadavre de chauve-souris a été trouvé au pied de l'éolienne E6. Contrairement à la corrélation généralement observée entre la mortalité de chauves-souris et le contexte environnant, notamment la proximité des haies, l'éolienne E6 se trouve en contexte agricole, la plus éloignée des haies et des lisières boisées (plus de 80 m).

Les calculs de la mortalité annuelle estimée (moyenne et médiane des 4 formules appliquées), indiquent une mortalité moyenne et médiane estimées à 0,4 cadavre par éolienne et par an pour le parc de Guéhenno. Nous manquons de référentiel concernant l'impact moyen des parcs français sur les chauves-souris pour pouvoir évaluer l'ampleur de l'impact du parc de Guéhenno sur les chauves-souris. Cependant ce nombre semble peu élevé et reste conforme aux observations faites par CERESA sur les autres parcs en Bretagne (14 parcs suivis depuis 2014).

En 2020, une seule pipistrelle commune avait également été notée. Ce nombre de cas semble insuffisant pour valider ou d'invalider l'efficacité du dispositif de bridage mis en place sur le parc de Guéhenno.

De la même manière que dans le rapport de l'inspection en date du 15 juin 2021, la mortalité des chiroptères est considérée comme étant faible, avec 1 cadavre découvert et l'estimation de 2 cas de mortalité annuelle sur l'ensemble du parc.

- **Comparaison de l'activité en altitude et de la mortalité constatée**

Le croisement des données enregistrées en altitude (à hauteur de nacelle) avec les observations de mortalité met en évidence que :

- l'espèce la plus impactée (pipistrelle commune) est également l'espèce la plus contactée en altitude (60 % des contacts) ;
- la mortalité relevée n'est pas systématiquement corrélée avec le pic d'activité enregistré en altitude (corrélation établie en 2020 et non observée en 2021) ;
- le faible taux de mortalité estimé (0,4 cadavres par éolienne et par an) peut potentiellement être rattaché à l'effet positif du bridage mis en place dès la première année de suivi, en particulier lors des 4 premières heures après le coucher du soleil, entre juin et octobre. Sur les autres mois, le bridage semble présenter moins d'intérêt, notamment en fin de nuit (très peu de contacts en altitude) ;
- malgré l'augmentation drastique de l'activité des chauves-souris en hauteur (x2), le nombre de mortalité est identique entre les deux années de suivi. L'activité des chauves-souris est donc être particulièrement variable d'une année sur l'autre et les actuels paramétrages du bridage semble garantir un faible taux de mortalité.

- l'importance relative de l'activité en altitude (1 555 contacts en 7 mois, soit une moyenne de 9 contacts par nuit et par période d'activité) peut être reliée au contexte environnant, composé essentiellement d'une mosaïque de milieux ouverts et fermés, propices à l'activité de chasse des chauves-souris.

Pour rappel, les différences de protocoles entre l'étude d'impact et le suivi ne permettent pas d'avoir une approche évolutive des peuplements de chiroptères. Il est donc difficile d'argumenter de l'effet du bridage sur les populations locales de chauves-souris comme en termes de fréquentation.

4.3 RECOMMANDATIONS

Les résultats obtenus mettent en évidence que l'activité du parc éolien de Guéhenno engendre un impact similaire aux moyennes observées sur d'autres parcs en France pour les oiseaux (estimation de 7 à 4 cadavres par éolienne et par an). Concernant les chauves-souris, cet impact reste conforme voire inférieur aux moyennes (estimation de moins de 1 cadavre par éolienne et par an).

En 2021, le parc est surtout impactant pour le pigeon ramier qui constitue la principale espèce concernée par l'activité du parc. Les deux années confondues, cet impact est également élevé pour la buse variable (3 cadavres en 2020 et 2 cadavres en 2021).

L'impact du parc de Guéhenno concernant les espèces protégées est considéré comme étant :

- **Faible à très faible pour la pipistrelle commune** (2 cadavres en 2 ans). La mortalité constatée ne remet cependant pas en cause la préservation de la population locale. Un bridage spécifique étant en place et l'activité enregistrée étant importante, il apparaît comme nécessaire de conserver ce bridage tout en l'adaptant aux données issues des 2 années de suivi.
- **Faible à très faible pour le verdier d'Europe** (1 cadavre découvert en 2 ans). La mortalité constatée ne remet cependant pas en cause la préservation de cette espèce.
- **Moyen à fort pour la buse variable** (5 cadavres découverts en 2 ans). Des mesures complémentaires sont donc nécessaires pour la réduction de l'impact du parc éolien sur cette espèce.

4.3.1 ÉVOLUTION DU DISPOSITIF DE PROTECTION DES ESPÈCES

Le bridage ayant été effectif dès la première année de suivi (juillet 2020), le suivi environnemental ne permet pas de conclure sur l'efficacité du bridage.

Cependant, l'absence de différence de mortalité entre 2020 et 2021 apporte certaines informations complémentaires. En effet, les quelques mois d'intervalle hors bridage montrent le même taux de mortalité chez les oiseaux. Le bridage ne semble pas être fonctionnel sur l'avifaune dont elle n'est de toute façon pas la cible principale.

Par contre, l'augmentation drastique du nombre de chauves-souris à hauteur de nacelle montre que l'actuel paramétrage du bridage garantit un faible taux de mortalité sur ce groupe.

4.3.1.1 Système de détection des oiseaux

À l'heure actuelle, un contrat entre VSB énergies nouvelles et l'entreprise Sens Of Life qui développe le système ProBird, a été signé. Ce système consiste à installer une dizaine de caméras sur les bas de mats des éoliennes du parc, permettant de détecter tout oiseau passant à proximité du parc éolien. Ces caméras sont couplées à un logiciel de reconnaissance qui détecte la présence d'un oiseau et envoie un signal d'alerte si celui-ci pénètre dans la zone de danger.

Dans un premier temps, une commande d'effarouchement est lancée. Si l'oiseau continue de se rapprocher d'une turbine, une commande d'arrêt de la turbine est alors spécifiquement lancée.

Le système ProBird a été installé en janvier 2022. L'installation de ce dispositif aura pour but la réduction de l'impact du parc éolien sur la buse variable. Le suivi de 2022 permettra ainsi d'estimer l'efficacité de cette nouvelle mesure d'évitement et de protection de l'avifaune.

4.3.1.2 Système de détection des chauves-souris

En parallèle, le système ProBat sera également installé. Ce dernier permet la détection nocturne des chiroptères. Il calcule le risque d'impact selon des conditions météorologiques et l'activité infrarouge détectée en temps réel.

Dès lors que le risque de collision est supérieur à 10 %, les éoliennes sont alors maintenues à l'arrêt. Ce système prend en compte les données collectées en 2020 et 2021 et adapte progressivement les conditions de bridage en remplacement des conditions de bridages par seuil.

Les périodes de l'activité enregistrée jusqu'à présent s'étendant de mi-mai à début novembre, considérant les fluctuations météorologiques, ce système sera donc, *a minima* fonctionnel dès début mai jusqu'à mi-novembre.

En cas de défaillance, le bridage basculera vers les paramètres définis à la suite de l'analyse issue des données de 2020 et 2021 (cf. chapitre suivant).

4.3.1.3 Adaptation des conditions de bridage par seuil

Comme vu précédemment, les conditions de bridage par seuil doivent être précisées en cas de défaillance du système ProBat. Ces conditions font d'ailleurs l'objet d'une proposition d'actualisation issue des compléments de données de 2021.

Synthèse des données (2020 et 2021)			
Analyse des données brutes			
Période	Activité (1)	2020	2021
Avril	0%	Absence de données	Absence d'activité
Mai	1%	Activité faible les 2 premières heures	Activité faible les 2 premières heures
Juin	7%	Activité moyenne les 6 premières heures	Activité forte les 3 premières heures
JUILLET	11%	Activité forte toute la nuit	Activité moyenne toute la nuit
Août	18%	Activité moyenne les 6 premières heures	Activité forte les 6 premières heures
Sept.	52%	Activité très forte les 7 premières de la nuit puis moyenne en fin de nuit	Activité très forte toute la nuit
Octobre	11%	Activité forte les 2 premières heures de la nuit	Activité forte les 4 premières heures de la nuit

Analyse des données météorologiques			
Vents	Activité ⁽¹⁾	Température	Activité ⁽¹⁾
≥ 6 m/s	26 %	≤10°C	0,04 %
≥ 7 m/s	10 %	≤11°C	0,6 %
≥ 8 m/s	3 %	≤12°C	2 %
≥ 9 m/s	0,2 %	≤13°C	3 %
		≤14°C	6 %
		≤15°C	12 %

⁽¹⁾ Activités enregistrées et cumulées (2020 et 2021)

Proposition de bridage par seuil (hors ProBat)

Période	Bridage	
	Horaires	Conditions météorologiques
Avril	Pas de bridage	-
Mai	Bridage les 3 premières heures de la nuit	
Juin	Bridage les 6 premières heures de la nuit	
Juillet	Bridage étendu à toute la nuit	- Température supérieure à 11°C - Vent inférieur à 7 m/s - Absence de précipitations
Août	Bridage les 7 premières heures de la nuit	
Sept.	Bridage étendu à toute la nuit	
Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	

La modification du bridage par seuil suivant le tableau présenté ci-avant sera effective dès mars 2022.

4.3.2 POURSUITE DES ÉTUDES

Conformément à l'arrêté d'autorisation du parc et à la demande de l'autorité environnementale, le suivi sera renouvelé en 2022 et en 2023.

Le protocole des suivis initiaux (suivi de mortalité et suivi de l'activité des chauves-souris) ne fera pas l'objet de modification. Au printemps, le capteur ultrason devra être placé sur une éolienne représentative des habitats rencontrés sur le parc. Son emplacement sera maintenu sur l'éolienne E5 du fait de la combinaison de sa localisation quasi centrale et de la présence des trois habitats dominants du parc (culture, prairie et boisement).

Par contre, la mise en place d'un nouveau plan de bridage issu des systèmes ProBird et ProBat permet d'envisager un changement de protocole du suivi de l'activité des rapaces diurnes. L'établissement de ce protocole fera l'objet d'une collaboration entre l'entreprise Sens Of Life et le bureau d'étude CERESA.

Ces suivis seront par la suite comparés avec les résultats obtenus en 2020 et 2021 ainsi que ceux des systèmes ProBat et ProBird pour vérifier l'efficacité des mesures de protection de l'avifaune et des chiroptères.

ANNEXES

- **Annexe 1 : Tableau brut des suivis d'activité des rapaces diurnes**

Date	Heure	Météo	Eolienne	Opérateur	Espèce	Nbe individus	Type vol	hauteur vol /Eolienne	situation/parc
xx/xx/xxxx	xx:xx	Couverture nuage, pluie, T°, vent	N° eol concernée	Opérateur	Nom vernaculaire	x	transit, chasse, ascendants, rotation altitude, parade	Au dessus/dessous/a hauteur de pales (estimation en mètres)	Sur le parc / a côté du parc / au loin
24/06/2021	10h50	Ensoleillé, 18°C, vent moyen	5	MD	Buse variable	2	Chasse/transit	Hauteur de pales	Sur le parc
28/06/2021		Variable, 15°C, vent faible		MD		RAS			
02/07/2021	9h55	Nuageux, 15°C, vent moyen		SdP		RAS			
05/07/2021	11h05	Nuageux, 15°C, vent faible		SdP		RAS			
07/07/2021	10h30	Nuageux, 15°C, vent moyen		SdP		RAS			
11/08/2021	10h	Ensoleillé, 18°C, vent faible	4	SdP	Buse variable	1	entendu mais non vu		A côté du parc
18/08/2021	10h15	Nuageux, 18°C, vent nul		ALP		RAS			
23/08/2021	11h15	Ensoleillé, 19°C, vent faible	1	ALP	Buse variable	1	rotation en altitude	Dessous des pales	A côté du parc
13/09/2021	11h10	Nuageux, 18°C, vent moyen	4	SdP	Buse variable	2	transit/chasse	Dessous des pales	Sur le parc
15/09/2021	11h00	Nuageux, faible pluie, vent faible à moyen	4	Jma	Buse variable	1	transit/chasse	Dessous des pales	Sur le parc
08/10/2021	10h00	Soleil, vent moyen, 10°C	4	HD	Buse variable	1	Tourne	Hauteur de pales	A côté du parc
11/10/2021		Nuageux + brouillard, 10°C, vent faible		MM		RAS			
13/10/2021	13h00	Soleil, vent nul 17°C	3	HD	Buse variable	1	Posé ds labours	Au sol	A côté du parc

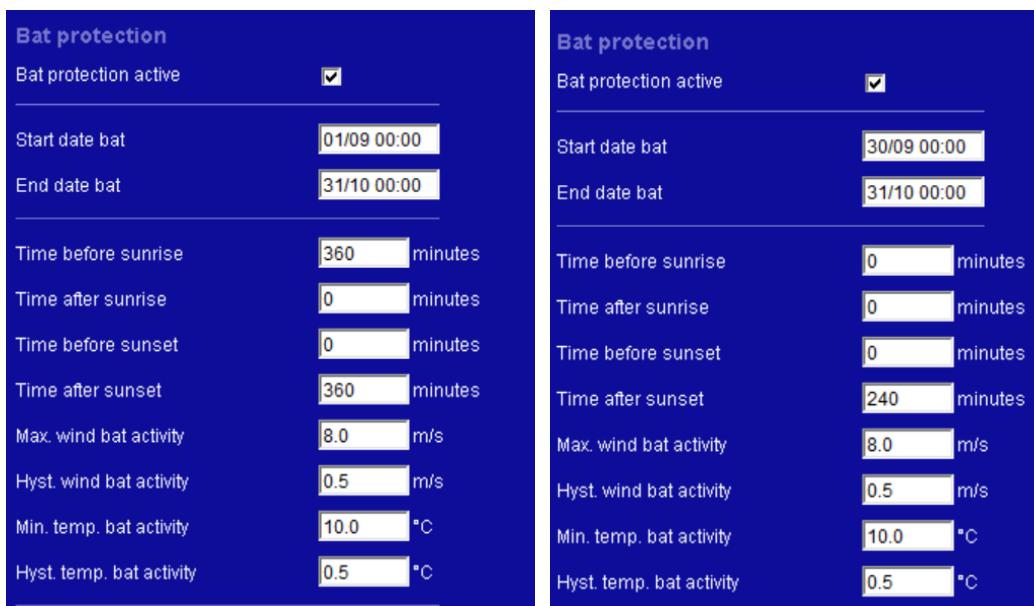
- **Annexe 2 : Screenshot du SCADA – Exemple logbook E1, novembre 2021**



The screenshot shows the SCADA Access Monitoring System V6.30 interface. At the top, it displays the date (02/11/2021), time (18:02 [GMT+01:00]), location (Guéhenno), and unit ID (E1-100418). Below this, it shows wind speed (2.3 m/s), RPM (0.59 rpm and 78 rpm), and power (-0.26 kW). The main area is a logbook table with columns for Home, Timestamp [GMT+01:00], Code, Event, Type, and Condition. The log contains numerous entries related to system start-up, wind detection, brake programs, mains connection, and battery tests.

Home	Timestamp [GMT+01:00]	Code	Event	Type	Condition
	02/11/2021 15:30:32:977		Autom. start-up		active
	02/11/2021 15:30:32:977	10	Wind < start wind		phasing out
	02/11/2021 15:29:45:480		Brake program 50		active
	02/11/2021 15:29:45:480	10	Wind < start wind		incoming
	02/11/2021 06:07:47:661		Mains operation		active
	02/11/2021 06:07:17:662		Mains run-up		active
	02/11/2021 06:07:06:953		Mains connection		active
	02/11/2021 06:04:57:480		Run-up		active
	02/11/2021 06:04:42:461		System test 3		active
	02/11/2021 06:04:27:427		System test 2		active
	02/11/2021 06:04:20:357		System test 1		active
	02/11/2021 06:02:20:363		Autom. start-up		active
	02/11/2021 06:02:17:214		Bypass limit sw.		active
	02/11/2021 06:02:17:214	710	Battery test		phasing out
	02/11/2021 06:00:01:111	220	Sound characteristic A active		phasing out
	02/11/2021 06:00:00:221		Brake program 180		active
	02/11/2021 06:00:00:221	710	Battery test		incoming
	01/11/2021 21:00:00:058	220	Sound characteristic A active		incoming
	01/11/2021 06:00:01:643	220	Sound characteristic A active		phasing out
	01/11/2021 05:19:01:717	220	Sound characteristic A active		incoming

- **Annexe 3 : Paramétrage des éoliennes pour le bridage – BatModule, SGRE**



The form consists of two panels, each containing a 'Bat protection' section. The left panel has the following settings:

- Bat protection active:** Checked
- Start date bat:** 01/09 00:00
- End date bat:** 31/10 00:00
- Time before sunrise:** 360 minutes
- Time after sunrise:** 0 minutes
- Time before sunset:** 0 minutes
- Time after sunset:** 360 minutes
- Max. wind bat activity:** 8.0 m/s
- Hyst. wind bat activity:** 0.5 m/s
- Min. temp. bat activity:** 10.0 °C
- Hyst. temp. bat activity:** 0.5 °C

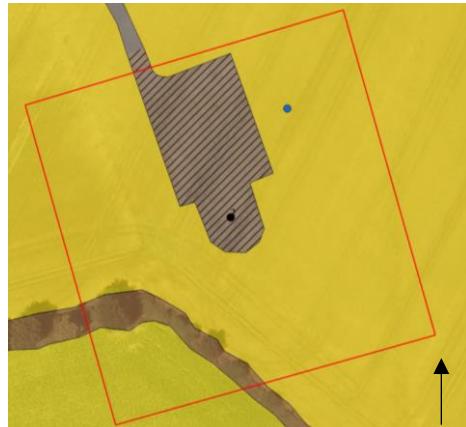
The right panel has the same structure and settings, with the exception of different dates for the start and end of the bat protection period:

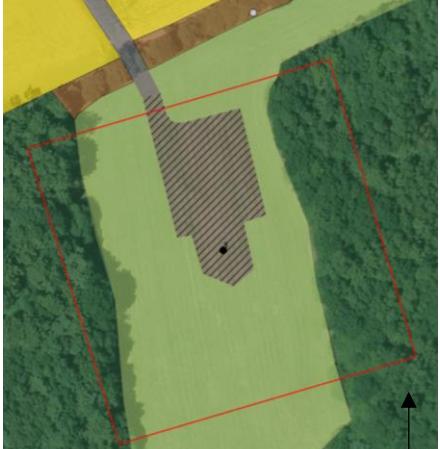
- Bat protection active:** Checked
- Start date bat:** 30/09 00:00
- End date bat:** 31/10 00:00
- Time before sunrise:** 0 minutes
- Time after sunrise:** 0 minutes
- Time before sunset:** 0 minutes
- Time after sunset:** 240 minutes
- Max. wind bat activity:** 8.0 m/s
- Hyst. wind bat activity:** 0.5 m/s
- Min. temp. bat activity:** 10.0 °C
- Hyst. temp. bat activity:** 0.5 °C

- **Annexe 3 (suite) : Paramétrage des éoliennes pour le bridage – BatModule, SGRE**

Bat protection	
Bat protection active	<input checked="" type="checkbox"/>
Start date bat	01/07 00:00
End date bat	31/07 00:00
Time before sunrise	300 minutes
Time after sunrise	0 minutes
Time before sunset	0 minutes
Time after sunset	300 minutes
Max. wind bat activity	8.0 m/s
Hyst. wind bat activity	0.5 m/s
Min. temp. bat activity	10.0 °C
Hyst. temp. bat activity	0.5 °C
Start date bat	30/07 00:00
End date bat	31/10 00:00
Time before sunrise	0 minutes
Time after sunrise	0 minutes
Time before sunset	0 minutes
Time after sunset	420 minutes
Max. wind bat activity	8.0 m/s
Hyst. wind bat activity	0.5 m/s
Min. temp. bat activity	10.0 °C
Hyst. temp. bat activity	0.5 °C

- **Annexe 4 : Fiches de suivi de mortalité**

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
15-01-2021	E2	37 mètres	X L93 : 276338.46 Y L93 : 6770404.84	Sissilia de Parscau	Sol nu		
Espèce	État		Cause présumée				
Buse variable	Fragment (plumes et fragments de cadavre), stade avancé		Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)				
Photographie			Carte				
							

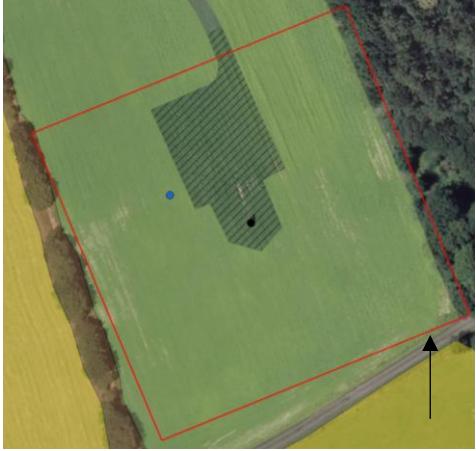
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
15-02-2021	E3	77 mètres	X L93 : 276977.38 Y L93 : 6770813.72	Sissilia de Parscau	Haie		
Espèce	État			Cause présumée			
Pigeon ramier	Fragment (plumes)			Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)			
Photographie			Carte				
							

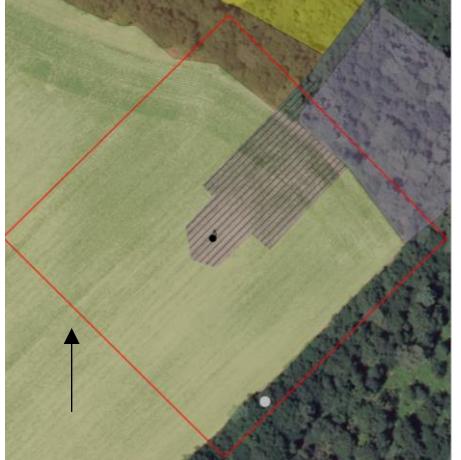
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
15/01/2021	E3	35 mètres	X L93 : 277054.32 Y L93 : 6770821.53	Sissilia de Parscau	Boisement		
Espèce	État			Cause présumée			
Merle noir	Fragment (plumes)			Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ								
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)								
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale			
15/01/2021	E3	51 mètres	X L93 : 277068.49 Y L93 : 6770829.75	Sissilia de Parscau	Boisement			
Espèce	État		Cause présumée					
Verdier d'Europe	Fragment (plumes)		Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)					
Photographie	Carte							
								

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ								
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)								
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale			
19/02/2021	E5	38 mètres	X L93 : 276567.79 Y L93 : 6770880.25	Jordan Maroquesne	Prairie améliorée			
Espèce	État		Cause présumée					
Pigeon ramier	Fragment (plumes)		Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)					
Photographie	Carte							
								

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
21/05/2021	E6	52 mètres	X L93 : 276845.90 Y L93 : 677183.45	Sissilia de Parscau	Plate-forme		
Espèce	État			Cause présumée			
Pigeon ramier	Fragment (plumes)			Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)			
Photographie			Carte				
							

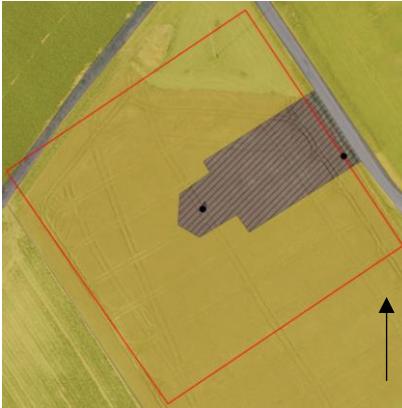
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
22/06/2021	E4	26	X L93 : 277302.52 Y L93 : 6771050.67	Mathis Dallemande	Prairie		
Espèce	État			Cause présumée			
Buse variable	Partiellement décomposé			Collision			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
24/06/2021	E5	55	X L93 : 276559.63 Y L93 : 6770799.07	Mathis Dallemagne	Boisement		
Espèce	État			Cause présumée			
Pigeon ramier	Fragment (plumes)			Collision puis préddation au sol ou simple préddation (potentiellement non liée aux éoliennes)			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
11/08/2021	E4	45	X L93 : 277314.61 Y L93 : 6771085.56	Sissilia de Parscau	Prairie		
Espèce	État			Cause présumée			
Pigeon ramier	Fragment (plumes)			Collision puis préddation au sol ou simple préddation (potentiellement non liée aux éoliennes)			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
24/09/2021	E4	58	X L93 : 277349.45 Y L93 : 6771096.17	Sissilia de Parscau	Prairie		
Espèce	État			Cause présumée			
Pigeon ramier	Fragment (plumes)			Collision puis prédateur au sol ou simple prédateur (potentiellement non liée aux éoliennes)			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
24/09/2021	E3	47	X L93 : 276979.22 Y L93 : 6770792.05	Sissilia de Parscau	Boisement		
Espèce	État			Cause présumée			
Tourterelle turque	Fragment (plumes)			Collision puis prédateur au sol ou simple prédateur (potentiellement non liée aux éoliennes)			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
21/05/2021	E6	53 mètres	X L93 : 276856.86 Y L93 : 6771067.33	Sissilia de Parscau	Plate-forme		
Espèce	État			Cause présumée			
Pipistrelle commune	Cadavre frais			Barotraumatisme			
Photographie			Carte				
							

• **Annexe 5 : Tableau brut des suivis de mortalités des oiseaux et des chauves-souris**
Guehenno

Date	Opérateur	Météo			Heure début	Eolienne N° 1										Eolienne N° 2										Eolien									
		Temps	T°(°C)	Vent		Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib						
15/1/2021	Sdp	Couvert	5	Nul	9h13	Prairies	500	3,5	Labours	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5	Labours	900	5	plate-forme	100	5			Prairies	600	4	foret	300	4,5	
19/2/2021	JM	Couvert	10	Moyen	9h00	Prairies	500	3,5	Labours	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5	Labours	900	5	plate-forme	100	5			Prairies	600	4	foret	300	4,5	
17/3/2021	Sdp	Ensoleillé	10	Faible	8h45	Prairies	500	4	Labours	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5	Labours	900	5	plate-forme	100	5			Prairies	600	5	foret	300	4,5	
21/4/2021	Ag	Ensoleillé	5	Nul	8h40	Prairies	400	4	Labours	300	5	Prairies	200	4	foret	0	0	plate-forme	100	5	Labours	800	5	plate-forme	100	5	Prairies	100	4,5	Prairies	600	5	foret	300	4,5
17/5/2021	Sdp	Variable	10	Moyen	8h38	Prairies	400	2	Labours	300	5	Prairies	200	3	foret	0	0	plate-forme	100	5	Labours	800	5	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	600	2,5	foret	300	3,5
19/5/2021	Sdp	Ensoleillé	10	Moyen	8h40	Prairies	400	2	Labours	300	5	Prairies	200	3	foret	0	0	plate-forme	100	5	Labours	800	5	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	600	2,5	foret	300	3,5
21/5/2021	Sdp	Variable	13	Fort	8h30	Prairies	400	2	Labours	300	5	Prairies	200	3	foret	0	0	plate-forme	100	5	Labours	800	5	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	600	2,5	foret	300	3,5
22/6/2021	HD	Couvert	13°C	Moyen	9h	Prairies	400	1	Mais	300	4	Prairies	200	5	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	4,5	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	600	3	foret	300	3
24/6/2021	HD	Ensoleillé	18°C	Moyen	8h30	Prairies	400	1	Mais	300	4	Prairies	200	5	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	4,5	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	600	3	foret	300	3
28/6/2021	HD	Variable	15°C	Faible	7h20	Prairies	400	1	Mais	300	4	Prairies	200	5	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	4,5	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	400	4,5	foret	300	3
16/7/2021	JM	Ensoleillé	18°C	Moyen	8h30	Prairies	400	1	Mais	300	1	Prairies	200	5	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	1	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	400	4,5	foret	300	3
19/7/2021	JM	Ensoleillé	22°C	Faible	8h30	Prairies	400	1	Mais	300	1	Prairies	200	5	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	1	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	400	4,5	foret	300	3
21/7/2021	JM	Ensoleillé	22°C	Faible	8h30	Prairies	400	1	Mais	300	1	Prairies	200	5	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	1	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	400	4,5	foret	300	3
11/8/2021	Sdp	Ensoleillé	17°C	Faible	8h30	Prairies	400	1	Mais	300	0	Prairies	200	3	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	600	4	foret	300	1
13/8/2021	JM	Ensoleillé	18°C	Faible	8h30	Prairies	400	1	Mais	300	0	Prairies	200	3	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0	plate-forme	100	5	Prairies	100	1	Prairies	600	4	foret	300	1
16/8/2021	JM	Couvert	14°C	Faible	8h30	Prairies	400	2	Mais	300	0	Prairies	200	1	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0	plate-forme	100	5	Prairies	100	4	Prairies	600	3	foret	300	1
23/8/2021	ALP	Couvert	14°C	Faible	8h50	Prairies	400	2	Mais	300	0	Prairies	200	1	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0	plate-forme	100	5	Prairies	100	2	Prairies	600	2	foret	300	3
13/9/2021	Sdp	Couvert	18°C	Faible	8h50	Prairies	400	0,5	Mais	300	0	Prairies	200	2	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0	plate-forme	100	5	Prairies	100	2	Prairies	600	2	foret	300	3
15/9/2021	JM	Couvert	18°C	Faible	8h50	Prairies	400	0,5	Mais	300	0	Prairies	200	2	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0	plate-forme	100	5	Prairies	100	2	Prairies	600	2	foret	300	3
17/9/2021	Sdp	Ensoleillé	17°C	Faible	8h20	Prairies	400	0,5	Mais	300	0	Prairies	200	2	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0	plate-forme	100	5	Prairies	100	2	Prairies	600	2	foret	300	3
24/9/2021	Sdp	Pluvieux	12°C	Nul	8h46	Prairies	400	0,5	Mais	300	0	Prairies	200	2	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0	plate-forme	100	5	Prairies	100	4	Prairies	600	2	foret	300	3
8/10/2021	HD	Ensoleillé	10°C	Moyen	8h15	Prairies	400	3	Mais	300	0,5	Prairies	200	2	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0,5	plate-forme	100	5	Prairies	100	4	Prairies	600	3	foret	300	3
11/10/2021	Sdp	Couvert	10°C	Faible	8H15	Prairies	400	3	Mais	300	0,5	Prairies	200	2	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0,5	plate-forme	100	5	Prairies	100	4	Prairies	600	3	foret	300	3
13/10/2021	HD	Ensoleillé	14°C	Nul	8h00	Prairies	400	3	Mais	300	0,5	Prairies	200	2	foret	0	0	plate-forme	100	5	Mais	800	0,5	plate-forme	100	5	Prairies	100	4	Prairies	600	3	foret	300	3
9/11/2021	Sdp	Couvert	12°C	Nul	8h00	Prairies	400	3	Mais	300	5																								

Annexe 6 : Tests d'efficacité des observateurs (d)

Date	Test n°	Leurres déposés	Leurres retrouvés	Coef. correcteur d
22/06/2021	1	25	16	0,64
11/08/2021	2	26	20	0,77
Total	2	51	36	-
Moyenne	-	25,5	18	0,70

Annexe 7 : Tests de persistance des cadavres (p)

Test 1									
Date	22/06/21	23/06/21	24/06/21	28/06/21	30/06/21	02/07/21	05/07/21	07/07/21	
Éolienne	Dépôt	obs	obs	p	obs	p	obs	obs	obs
E1	4	4	4	1	4	1	3	2	2
E2	4	4	4	1	3	0,75	2	2	2
E3	4	4	4	1	4	1	2	2	2
E4	4	4	4	1	4	1	2	2	2
E5	4	4	4	1	4	1	2	2	2
E6	4	4	4	1	4	1	2	2	2
Total	24	24	24	-	23	-	13	12	12
Moyenne	-	-	-	1	-	0,96	-	-	-
Intervalle totale (jrs)	0	1	2		6		8	10	13
Intervalle inter. (jrs)	0	1	1		5		2	2	3
Test 2									
Date	11/08/21	12/08/21	13/08/21	16/08/21	18/08/21	23/08/21	26/08/21		
Éolienne	Dépôt	obs	obs	p	obs	p	obs	obs	obs
E1	4	4	4	1	1	0,25	1	1	1
E2	4	4	1	0,25	1	0,25	1	1	1
E3	4	3	0	0	0	0	0	0	0
E4	4	4	1	0,25	1	0,25	1	1	1
E5	4	4	1	0,25	1	0,25	1	1	1
E6	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Total	24	23	7	-	4	-	4	4	4
Moyenne	-	-	-	0,29	-	0,17	-	-	-
Intervalle totale (jrs)	0	1	2		5		7	12	15
Intervalle inter. (jrs)	0	1	1		4		2	5	3

Légende :

Obs = Effectifs retrouvés ;

Intervalle total = intervalle entre la date de dépôt et le jour d'observation en question ;

Intervalle intermédiaire = intervalle entre deux jours d'observations.

• **Annexe 8 : Correcteur surfacique (A)**

		Sr																			
Date	15/1/21	19/2/21	17/3/21	21/4/21	17/5/21	19/5/21	21/5/21	23/4/20	22/6/21	24/6/21	28/6/21	16/7/21	19/7/21	21/7/21	11/8/21	13/8/21	16/8/21	23/8/21	13/9/21	15/9/21	17/9/21
E1	7 500	7 500	8 000	8 800	6 800	6 800	6 800	6 200	6 200	6 200	4 400	4 400	4 400	3 000	3 000	3 000	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200
E2	10 000	10 000	10 000	9 900	9 200	9 200	9 200	8 400	8 400	8 400	2 800	2 800	2 800	1 200	1 200	1 200	1 800	1 400	1 400	1 400	1 800
E3	8 500	8 500	9 700	9 700	6 100	6 100	6 100	6 400	6 400	7 600	7 600	7 600	6 400	6 400	6 400	5 200	5 200	5 200	5 200	5 200	
E4	8 200	8 200	10 000	8 200	5 500	5 500	5 500	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	9 100	6 400	6 400	6 400	6 400	
E5	8 300	8 300	8 400	8 200	9 100	9 900	9 900	9 800	9 800	9 800	3 400	3 400	3 400	2 700	2 700	2 700	1 900	1 000	1 000	1 000	1 000
E6	6 400	6 400	1 900	10 000	10 000	10 000	10 000	5 500	5 500	3 700	2 800	2 800	2 800	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Total réel	48 900	48 000	54 800	46 700	46 700	47 500	47 500	46 300	46 300	45 700	31 000	31 000	31 000	24 300	24 300	24 300	22 000	17 200	17 200	17 200	17 600
Total théorique	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
Moyenne	8 150	8 150	8 000	8 000	7 783	7 917	7 917	7 717	7 717	7 617	5 167	5 167	5 167	4 050	4 050	4 050	3 667	2 867	2 867	2 867	2 933
A (saison haute)	-			1,465																	
A (toute l'année)	1,417																				

Sr							
Date	24/9/21	8/10/21	11/10/21	13/10/21	9/11/21	2/12/21	
E1	2 200	4 500	4 500	4 500	4 500	4 900	
E2	1 800	2 600	2 600	2 600	9 600	9 600	
E3	5 200	6 400	6 400	6 400	6 400	6 400	
E4	6 400	6 400	6 400	10 000	10 000	8 200	
E5	1 000	2 000	2 000	8 300	9 900	9 900	
E6	1 000	1 900	1 900	1 900	5 500	5 500	
Total réel	17 600	23 800	23 800	33 700	45 900	44 500	
Total théorique	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	
Moyenne	2 933	3 967	3 967	5 617	7 650	7 417	
A (saison haute)	1,465			-			
A (toute l'année)	1,417						

Légende :

Sr : Surface réellement prospectée
A : Correcteur surfacique

Annexe 9 : Écart type des valeurs estimées

Toute l'année	Oiseaux						Chiroptères					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Min	0,00	0,21	0,84	0,63	0,42	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
Premier quartile	0,00	1,68	6,73	5,05	3,36	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68
Médiane	0,00	2,17	8,70	6,52	4,35	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17
Troisième quartile	0,00	2,39	9,56	7,17	4,78	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,39
Max	0,00	3,03	12,13	9,10	6,06	3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03