



Parc éolien de Buléon (56)

Suivi environnemental post-implantation

(2021-2023)

- Année 2022 -



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

Février 2023

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 écologique (rappel)	11
1.2.2.1 Situation géographique.....	11
1.2.2.2 Autres données bibliographiques	15
1.2.2.3 Occupation des sols	16
1.3 PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PARC ÉOLIEN.....	18
1.3.1 Caractéristiques du parc et des éoliennes.....	18
1.3.2 Mesures de bridage.....	19
1.4 PRÉSENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI.....	20
1.4.1 Suivi de fréquentation des chauves-souris.....	20
1.4.2 Suivi spécifique : activité des rapaces diurnes	20
1.4.3 Suivi de la mortalité.....	21
2 RÉSULTATS	25
2.1 SUIVI DE LA FRÉQUENTATION DU PARC PAR LES CHIROPTÈRES.....	26
2.1.1 Espèces contactées	26
2.1.2 Activité des chauves-souris	27
2.1.2.1 Proportion par espèce.....	27
2.1.2.2 Répartition de la fréquentation au cours de la période étudiée.....	28
2.1.2.3 Répartition de la fréquentation en fonction des heures....	29
2.1.2.4 Répartition de la fréquentation dans l'année	29
2.1.2.5 Répartition de la fréquentation en fonction de la météorologie (température et vent)	30
2.1.2.6 Analyse interannuelle.....	32

2.2 SUIVI SPÉCIFIQUE : ACTIVITÉ DES RAPACES DIURNES	33
2.3 SUIVI DE LA MORTALITÉ.....	34
2.3.1 Analyse générale	34
2.3.2 Mortalités constatées	35
2.3.3 Analyse	37
2.3.4 Répartition des cadavres	40
2.3.5 Dispersion et orientation des cadavres.....	41
2.3.6 Répartition des cadavres en fonction des saisons.....	42
2.3.7 Analyse interannuelle	43
2.4 ESTIMATION DE LA MORTALITÉ	48
2.4.1 Estimation de l'impact sur les oiseaux.....	49
2.4.2 Estimation de l'impact sur les chauves-souris (rappel)	50
2.4.3 Estimation de l'impact pour chaque éolienne	51
3 SYNTHÈSE	53
3.1 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX	54
3.2 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS.....	55
3.3 RECOMMANDATIONS.....	57
3.3.1 Maintien du dispositif de protection des espèces	57
3.3.2 Poursuites des études	58
4 ANNEXES.....	59

Première partie

CONTEXTE ET MÉTHODOLOGIE

1.1 OBJET DE LA MISSION

Le parc éolien de Buléon (56) a été autorisé par arrêté préfectoral en date du 12 octobre 2015. Cet arrêté prévoit que « *dès la première année pendant les deux premières années puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole* ». Il prévoit également une mesure spécifique concernant une espèce nicheuse dans le périmètre rapproché du parc, par un « *suivi de l'occupation de l'aire de la buse variable [...] mis en place pour une périodicité annuelle sur les trois premières années de fonctionnement du parc éolien* ».

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 (pour un parc de moins de 8 aérogénérateurs) et d'un recensement de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris aux pieds 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 de plusieurs espèces nicheuses à proximité du parc dont la buse variable (niveau de sensibilité 2), et espèces potentiellement nicheuses comme le faucon crécerelle, le busard Saint-Martin et l'épervier d'Europe (niveau de sensibilité entre 2 et 3), ainsi qu'une chauve-souris en période d'activité, la pipistrelle commune (niveau de sensibilité 3). Cette méthodologie est donc issue du croisement entre le protocole ministériel en vigueur et les exigences de l'arrêté préfectoral.

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 la commune de Buléon (56). Le présent rapport rend compte du suivi mené en 2022, correspondant à la deuxième année de suivi après l'implantation du parc éolien.

1.2 CONTEXTE

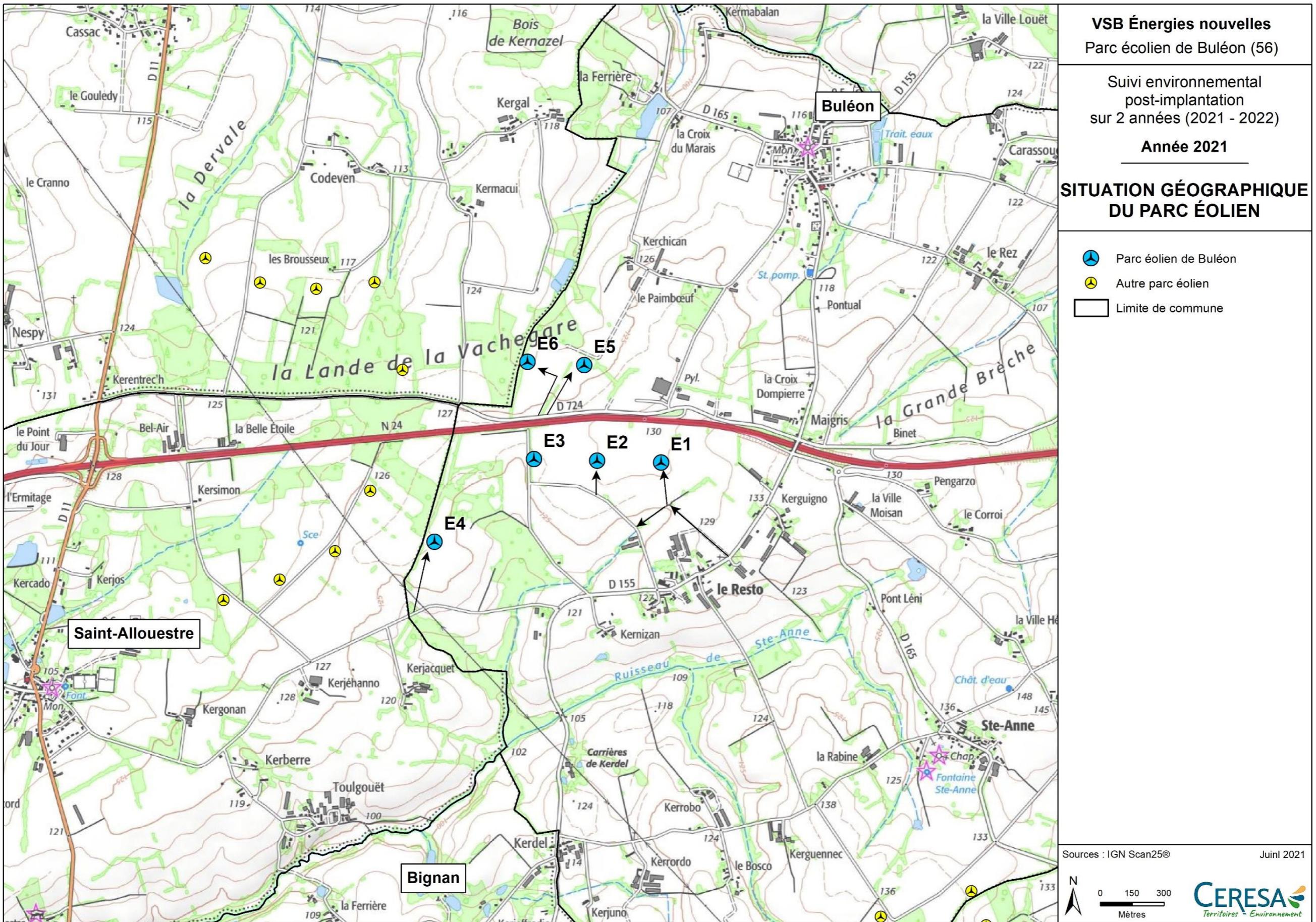
1.2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le parc éolien se situe dans le nord-est du Morbihan, à mi-distance entre Josselin et Locminé et à la limite des communes de Radenac et de Saint-Allouestre.

Le site s'insère dans un contexte environnemental particulièrement fragmenté du fait de la traversée du parc éolien par la RN 24. Le paysage est dominé par des milieux ouverts essentiellement composés de cultures et de prairies, entrelacés de vallées boisées.

Les vallées les plus proches sont celles de la Cliae et un affluent correspondant au ruisseau de Saint-Anne (au sud-ouest), ainsi que celle du ruisseau de la Ville Oger qui alimente la section commune de l'Oust et du canal de Nantes à Brest (au nord-est du territoire).

Le territoire dans lequel est implanté le parc comprend une majorité de milieux ouverts, délimités à l'ouest par des zones boisées (lande de la Vachegare). De nombreux boisements, parfois assez étendus, sont présents aux alentours du parc et sont interconnectés par un réseau bocager résiduel liés aux vallées du ruisseau de Saint-Anne, de Dervale et de la Cliae ainsi que, par endroits, sur les plateaux agricoles.



1.2.2 CONTEXTE ÉCOLOGIQUE (RAPPEL)

1.2.2.1 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 proximités de la commune de Buléon.

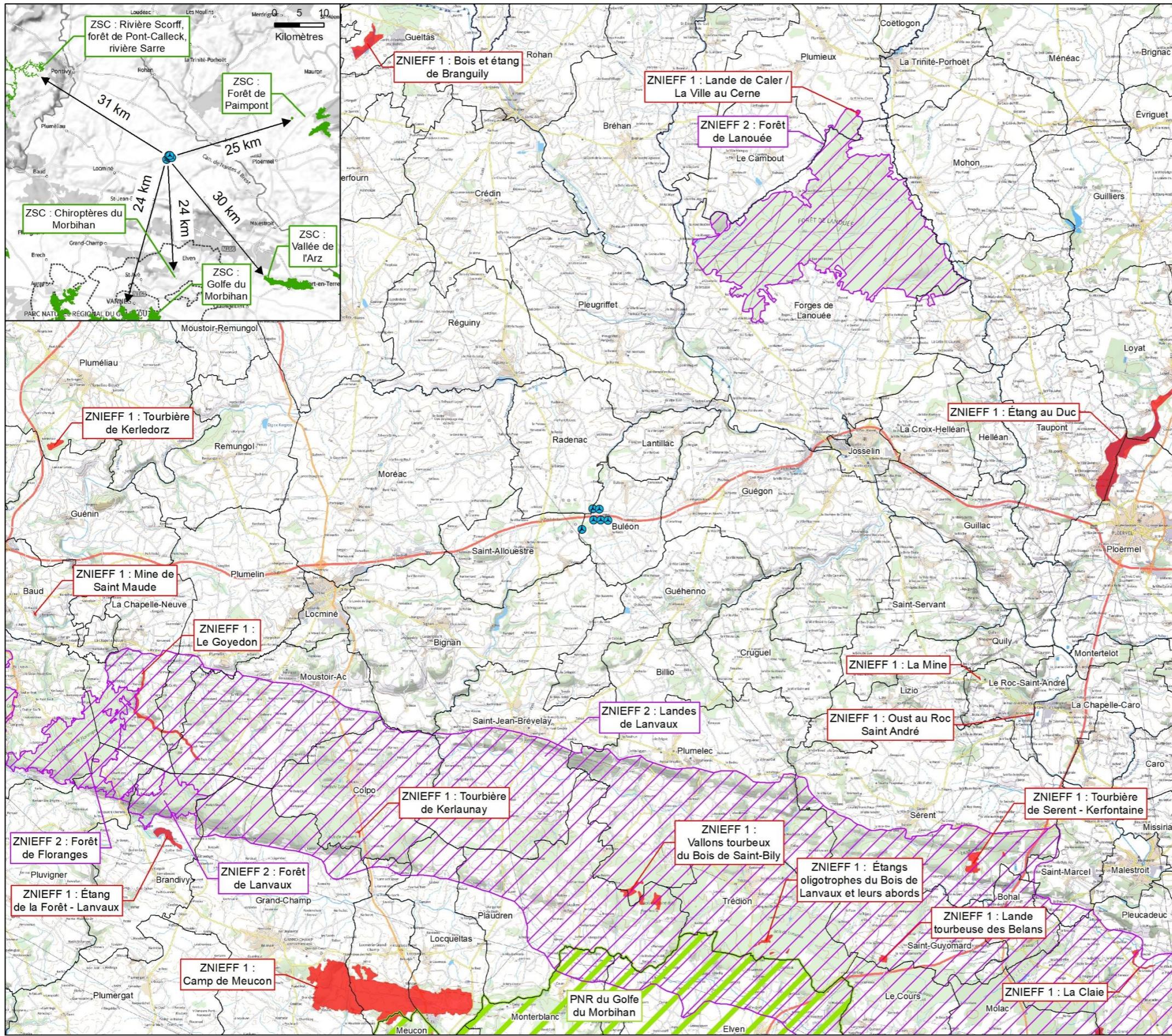
Une seule ZNIEFF⁽¹⁾ se situe à moins de 10 km du parc. Cette ZNIEFF de type II correspond aux Landes de Lanvaux et constitue un intérêt écologique reconnue pour les habitats, l'avifaune et les chiroptères qu'elle abrite. Le site de Coët Ny constituait auparavant une ZNIEFF de type I proche du parc éolien (9 km) mais a été retirée de la liste ZNIEFF. Une autre ZNIEFF est située aux environs des 10 km du parc, il s'agit de la Forêt de Lanouée. Ce massif forestier accueille de nombreux oiseaux nicheurs. D'autres ZNIEFF, non liées aux Landes de Lanvaux ou à la Forêt de Lanouée (la Mine, l'Étang au Duc, la Tourbière de Kerledorzh, le Bois et étang de Branguily), sont présents à l'ouest et 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 (2,5 km). De nombreuses autres forêts publiques (Crédin, Sérent, du Val d'Ouest, du Roc Saint-André, etc.) sont présentes à une quinzaine de kilomètre à l'est 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 cadree de manière à faire ressortir les zones d'intérêt écologique les plus proches, essentiellement situées au sud du parc éolien.

⁽¹⁾ Zones Naturelles d'intérêt Écologique, Faunistique et Floristique.



VSB Énergies nouvelles
Parc éolien de Buléon (56)

Suivi environnemental
post-implantation
sur 2 années (2021 - 2022)

Année 2021

CONTEXTE ÉCOLOGIQUE

- Parc éolien de Buléon
- Limite de commune
- ▨ Parc naturel régional
- ▨ Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type 2 (ZNIEFF 2)
- ▨ Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type 1 (ZNIEFF 1)
- Zone spéciale de conservation (ZSC) - Natura 2000 - Directive "Habitats"

Sources : Plan IGN®,
DREAL Bretagne
Décembre 2021

1.2.2.2 Autres données bibliographiques

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

Chiroptères	Oiseaux
<ul style="list-style-type: none"> - Les observations de l'étude d'impact montrent que seulement quelques individus de pipistrelles communes (5-6 contactés) ont été détectés au nord du parc⁽¹⁾ ; - Une colonie de reproduction de grands murins est présente sur la commune de Josselin, à 9 km du parc⁽²⁾ ; - Plusieurs sites de mise-bas de petits et grands rhinolophes et du murin à oreilles échancrées sont localisées sur la commune de Plumelec, à environ 10 km du parc⁽²⁾ ; - Une petite colonie de mise-bas du petit rhinolophe, à Saint-Servant (13 km)⁽²⁾ ; - Dans un périmètre de 10 km autour du parc éolien, la consultation de la base de données OpenObs a permis de recueillir 12 données concernant 4 espèces, à savoir des murins (de Daubenton et de Natterer), la sérotine commune et le petit rhinolophe⁽³⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les observations menées lors de l'étude d'impact ont mis en évidence une richesse assez moyenne du parc en période de nidification, avec de nombreux passereaux (mésanges, fauvettes, pics, etc.), mais également quelques rapaces diurnes (buse variable, faucon crécerelle, épervier) et nocturnes (chouette hulotte et effraie). Concernant les espèces en migrations postnuptiale, quelques groupes de passereaux traversent les espaces ruraux du parc. Malgré des secteurs potentiellement favorables, aucune espèce hivernante n'a été observée⁽¹⁾. - Parmi les oiseaux contactés lors de l'étude d'impact, une espèce est classée « vulnérable » et 2 sont « quasi-menacées » au niveau national⁽¹⁾ ; - Un nid de buse variable est présent a été repéré à proximité de l'éolienne n°6⁽¹⁾ ; - De nombreux oiseaux remarquables sont notés de passage et/ou en nidification au sein des ZNIEFF situées à proximité. - Une cinquantaine d'observations ponctuelles, correspondant essentiellement à des oiseaux communs des zones boisées et bocagères, mais également à des rapaces (buse variable et épervier d'Europe), sont référencées dans un rayon de 10 km autour du parc⁽³⁾.

Synthèse du contexte écologique :

Au vu du contexte, les sensibilités de l'avifaune et des chiroptères connus autour du parc de Buléon sont liées à la diversité des milieux présents aux alentours du parc éolien (boisements, bosquets, terres agricoles avec présence d'un bocage semi-ouvert) dans lesquels ces espèces trouvent des milieux favorables.

Plusieurs ZNIEFF et forêts sont recensées à quelques kilomètres du parc (au-delà de 9 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 reproduction et d'hivernage de chauves-souris sont également recensés entre 9 et 13 km du parc.

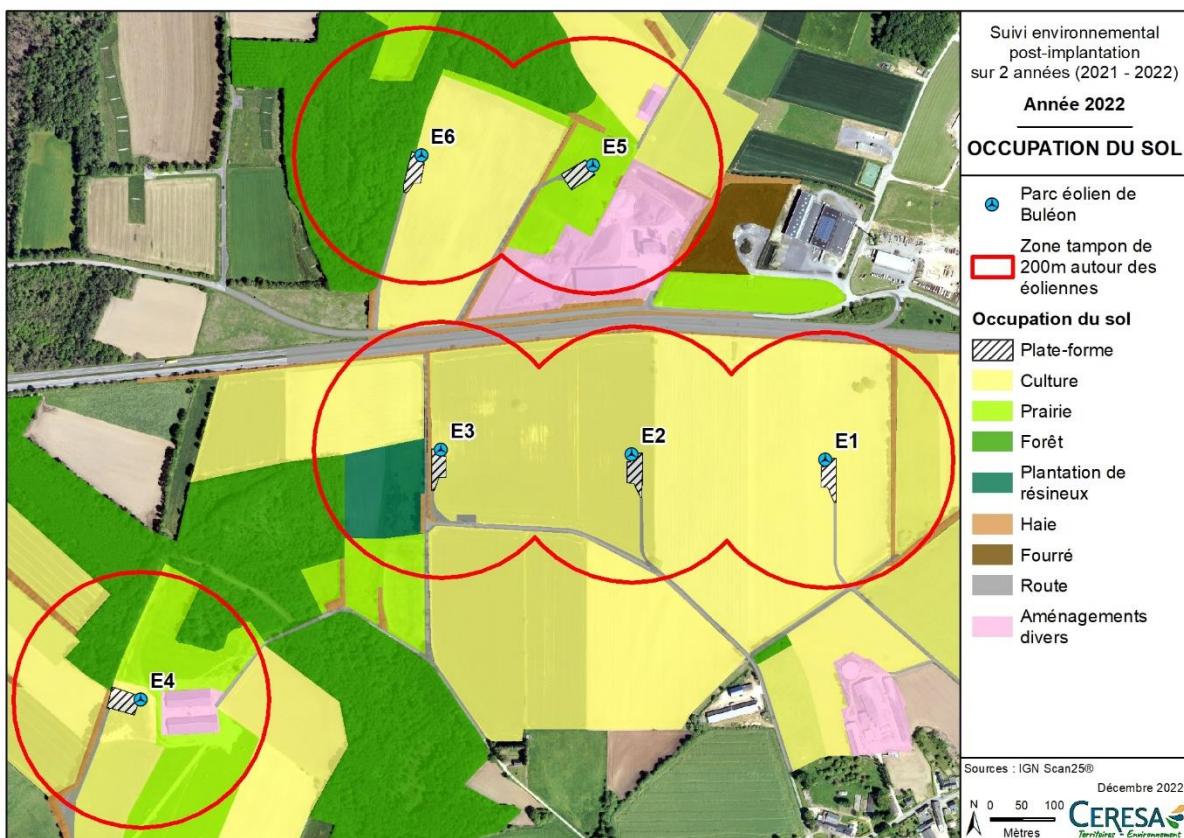
⁽¹⁾ FERRAND (2013). Projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune de Buléon (56) - Étude d'impact. 83 pages.

⁽²⁾ 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.

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

1.2.2.3 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, sarrasin) et des prairies temporaires.



À proximité des éoliennes (rayon de 200 m), une grande majorité de la surface est dédiée aux cultures (61,2 %) ainsi qu'aux forêts (13,2 %), aux prairies (11,1 %) et milieux artificiels (route, plateforme et bâtiments, 9,7 %). Des haies se trouvent également à proximité des supports mais constituent de faibles surfaces (2,2 %).

Habitats présents au sein des 200 mètres autour des éoliennes

Végétation	Code Corine biotope	Surface (ha)	Pourcentage (%)
Grandes cultures	82.11	42,15	61,19
Forêts	43	9,12	13,24
Prairies	81.1	7,64	11,09
Plantations de résineux	83.311	1,74	2,52
Haies	84.4	1,49	2,17
Routes	86	1,92	2,78
Places-formes	86	0,83	1,21
Aménagements divers	86.3 86.5	3,94	5,72
Total		68,89 ha	100 %

Synthèse de l'occupation des sols :

Le parc éolien de Buléon se situe dans un contexte agricole (principalement cultivé) et forestier. La trame forestière et le maillage bocager sont relativement importants dans le nord et l'ouest du parc.

1.3 PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PARC ÉOLIEN

Mis en service au printemps 2021, le parc éolien de Buléon se compose de 6 éoliennes de 2,2 MW pour une puissance totale de 13,2 MW.

1.3.1 CARACTÉRISTIQUES DU PARC ET DES ÉOLIENNES

Deux alignements et une éolienne isolée :

- Deux axes d'alignement orientés est / ouest et comportant 2 et 3 éoliennes chacun, espacées de 270 à 300 mètres ;
- Une éolienne située au sud-ouest du parc, espacée de 610 m de l'éolienne la plus proche.

Détails d'une éolienne (modèle Vestas V110) :

- Hauteur totale en bout de pale : 150 mètres ;
- Hauteur du mât : 95 mètres ;
- Nombre de pâles : 3 ;
- Longueur des pales : 55 mètres (soit un diamètre de rotor de 110 mètres) ;
- Vitesse de vent au démarrage : 3 m/s ;
- Vitesse de vent de coupure : 18 m/s ;
- Couleur : blanche.

Situées sur un plateau culminant à environ 130 mètres d'altitude au sud-ouest du bourg de Buléon, les éoliennes sont implantées aux points définis ci-après :

Coordonnées des éoliennes du parc de Buléon

Éolienne	Coordonnées WGS 84		Hauteur au sol	Commune	Parcelle cadastrale
	X (m)	Y (m)			
E1	-2°41'05"	47°55'18"	131 m	Buléon	WE 22
E2	-2°41'19"	47°55'18"	132 m	Buléon	WE 19
E3	-2°41'34"	47°55'18"	127 m	Buléon	WE 19
E4	-2°41'55"	47°55'04"	128 m	Buléon	WE 1
E5	-2°41'24'	47°55'32"	125 m	Buléon	ZM 50
E6	-2°41'37"	47°55'32"	122 m	Buléon	ZM 54

1.3.2 MESURES DE BRIDAGE

Le parc éolien fait l'objet d'un bridage par seuil à partir d'octobre 2021 (08/10/2021).

Dans un premier temps, les conditions de bridage se sont basées sur les données recueillis sur le parc de Buléon et de Guéhenno. Les températures n'étant pas prises en compte, l'arrêt des machines couvrait ainsi de plus larges périodes. Cette mesure permettait de limiter le risque d'impact sur les chauves-souris et les oiseaux nocturnes.

Dans un second temps, les conditions météorologiques printanières de 2021 étant inconnues, les conditions de bridage adaptatif du printemps 2022 se sont alors basées sur les données bibliographiques (Heitz & JUNG. 2016) et celles du parc de Guéhenno.

En dernier lieu, ces conditions ont été réévaluées selon l'ensemble des données de l'année 2021 issues sur le parc de Buléon. Les données de température ont alors été collectées, traitées et intégrées au plan de bridage à partir de l'été 2022.

Conditions de bridage par seuil de Buléon			
Période		Horaires	Conditions météorologiques
2021	Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	<ul style="list-style-type: none"> - Vent inférieur à 7 m/s ⁽¹⁾ - Absence de précipitations
2022	Avril - Juin	Bridage les 4 premières heures de la nuit	<ul style="list-style-type: none"> - Température supérieure à 10°C - Vent inférieur à 6 m/s ⁽¹⁾ - Absence de précipitations
	Juillet	Bridage étendu à toute la nuit	
	Août	Bridage étendu à toute la nuit	
	Septembre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	
	Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	

Légende

⁽¹⁾ Seuil garantissant une couverture de 90 % des contacts de chauves-souris.

Le second bridage par seuil a été effectif à partir du 1^{er} avril 2022. Le contrôle de ces paramétrages a bien été effectué (cf. SCADA en annexe). Dans le cadre de mesures acoustiques, les conditions de bridage ont temporairement été modifiées. Ainsi, entre le 3 et le 30 septembre 2022, la vitesse maximum du vent a été réduite de 6 m/s à 5 m/s.

Pour rappel, le suivi 2021 met en évidence que, pour les chauves-souris :

- l'activité des chauves-souris en altitude se concentre principalement durant les 4 premières heures après le coucher du soleil, sauf en août et septembre où l'activité se prolonge dans la nuit, avec cependant une activité moindre qu'en début de nuit,
- l'activité est élevée aux mois d'août à septembre, et plus modérée aux mois d'octobre,
- l'activité est 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.

1.4 PRÉSENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI

1.4.1 SUIVI DE FRÉQUENTATION DES CHAUVES-SOURIS

Le protocole actualisé de mars 2018⁽¹⁾ préconise qu'un enregistreur automatique en continu est placé à hauteur de nacelle durant la période d'activité des chauves-souris (du printemps à l'automne).

L'enregistreur (Batlogger) a été installé sur l'éolienne n° 3, du 4 avril au 15 novembre 2022. L'éolienne n° 3 se situe au centre du parc, à proximité de la plus grande diversité de milieux du site (prairie, culture, haie, boisement, etc.). Elle est notamment située non loin (150 m) d'un boisement présentant des enjeux de continuité écologique.

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 de l'éolienne E3.

1.4.2 SUIVI SPÉCIFIQUE : ACTIVITÉ DES RAPACES DIURNES

Conformément à l'arrêté préfectoral portant autorisation d'exploiter (15 octobre 2015), un suivi de l'activité des rapaces diurnes (buse variable, etc.) sur, et aux abords du parc, est mené durant trois 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.

Lors des deux premières années, ce suivi est réalisé en parallèle des visites de mortalité, à raison d'une fois par mois en période de reproduction, d'avril à juin. Une troisième année de suivi des rapaces diurnes est prévue en plus de ces deux premières années, selon le même protocole.

Initialement, le suivi de la troisième année était prévu de façon indépendante au suivi de mortalité, suivant un protocole correspondant à un passage par mois entre avril et juin.

Le suivi sur l'année 2021 n'ayant pas été complet du fait de la construction du parc, le suivi de mortalité a donc été prolongé d'une année, la troisième année de suivi des rapaces diurnes aura donc lieu de nouveau en parallèle des visites de mortalités.

Au vu 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

1.4.3 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 (hivernage et migration prénuptiale), 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 également de niveau 3 de sensibilité (pipistrelle commune)⁽¹⁾ et conformément à l'arrêté préfectoral, un suivi de mortalité de deux ans est mené entre avril et octobre, à raison de 1 contrôle par semaine, en privilégiant les périodes de plus grande sensibilité pour les oiseaux et les chauves-souris (cf. dates présentées ci-après).

En raison du décalage de la mise en service du parc éolien en juin 2021, ce suivi a été prolongé d'une année.

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 110 mètres, les carrés prospectés ont été calés sur 55 m de part et d'autre de chaque éolienne. La surface prospectée est donc de 1,21 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.

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.

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

En 2022, les prospections se sont déroulées comme suit (cf. dates précises en annexe) :

- du 14/04 au 29/04 : 3 contrôles au mois d'avril ;
- du 06/05 au 25/05 : 4 contrôles au mois de mai ;
- du 08/06 au 28/06 : 4 contrôles au mois de juin ;
- du 04/07 au 26/07 : 4 contrôles au mois de juillet ;
- du 03/08 au 29/08 : 5 contrôles au mois d'août ;
- du 05/09 au 27/09 : 4 contrôles au mois de septembre ;
- du 04/10 au 26/10 : 4 contrôles au mois d'octobre.

• **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 4 à 6 leurres par éolienne (cf. ci-contre) de tailles et de couleurs variées sur les différents types de végétations, soit plus de 25 leurres par session de test. Au total, 55 leurres ont été utilisés pour le parc de Buléon.
- 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.

En cas de milieux non prospectables (roncier, friches, etc.), le périmètre de prospection est réadapté selon le contexte.

- Test de persistance des cadavres

Deux tests de persistance des cadavres ont été menés en juin et fin août 2019, 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 :

$$A = 1 + [1 - (\frac{Sr}{St})]$$

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 prédation 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 prédation
- **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)

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

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

- Formules de Jones et Huso

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

- **pHuso** = $tm * [1 - \exp(-\text{Min}(I/\hat{I})/tm)]/I$
- **pJones** = $\exp(-0.5*I/tm)$
- **e** (coefficient correcteur moyen de l'intervalle) = $(\text{Min } I : \hat{I})/I$
- **\hat{I}** (intervalle effectif moyen) = $-\log(0.01)*tm$

Deuxième partie

2

RÉSULTATS

2.1 SUIVI DE LA FRÉQUENTATION DU PARC PAR LES CHIROPTÈRES

Rappelons que ce suivi concerne les enregistrements réalisés à hauteur de nacelle (éolienne E3).

2.1.1 ESPÈCES CONTACTÉES

Au cours des enregistrements réalisés entre avril et novembre 2022, un total de 6 espèces a été recensé pour 300 contacts en altitude.

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 pipistrelle de Nathusius, la noctule de Leisler et la noctule commune sont moins fréquentes.

Statut des espèces contactées en altitude sur le Parc éolien de Buléon

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats (2)	Protection nationale (3)	Listes rouges		Note de risque (6)	Fréq. (7)
				France (4)	Bretagne (5)		
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	IV	Oui	VU	NT	3,5	4%
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	IV	Oui	NT	NT	3	23%
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	IV	Oui	NT	LC	3	50%
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus Nathusii</i>	IV	Oui	NT	NT	3,5	5%
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	IV	Oui	LC	LC	2,5	4%
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	IV	Oui	NT	LC	2,5	13%

(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 enregistrés sur le parc de Buléon.

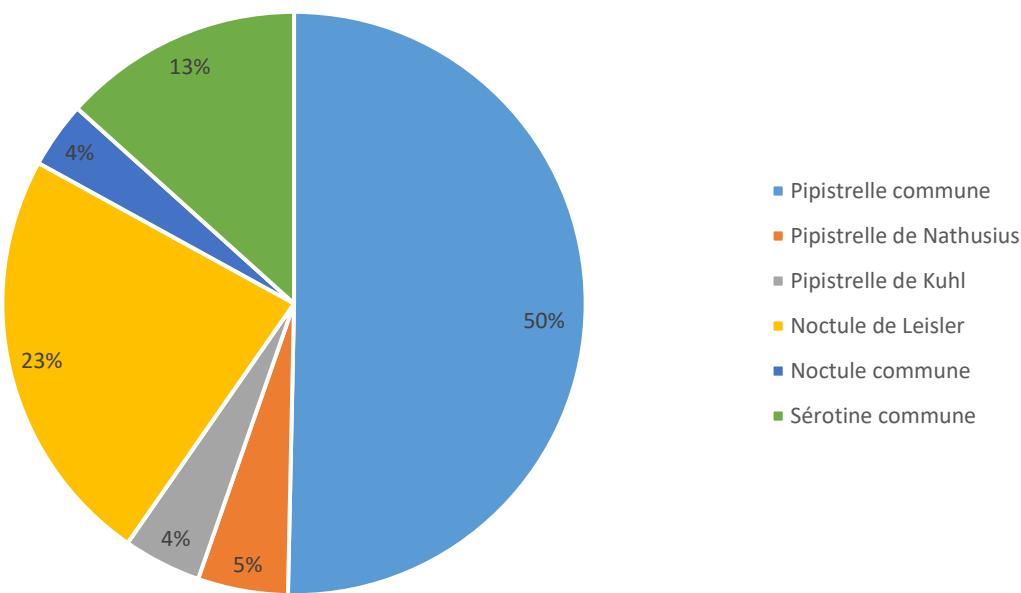
2.1.2 ACTIVITÉ DES CHAUVES-SOURIS

2.1.2.1 Proportion par espèce

L'activité enregistrée est largement dominée par le groupe des pipistrelles, avec un total de 60 % des contacts. Parmi ce groupe, 84 % des contacts correspondent à la pipistrelle commune, 8 % à la pipistrelle de Nathusius et 7 % à la pipistrelle de Kuhl.

Les activités de la sérotine commune (13 %), des noctules (27 %) sont proportionnellement moins importantes mais restent non négligeables à l'échelle du parc.

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



2.1.2.2 Répartition de la fréquentation au cours de la période étudiée

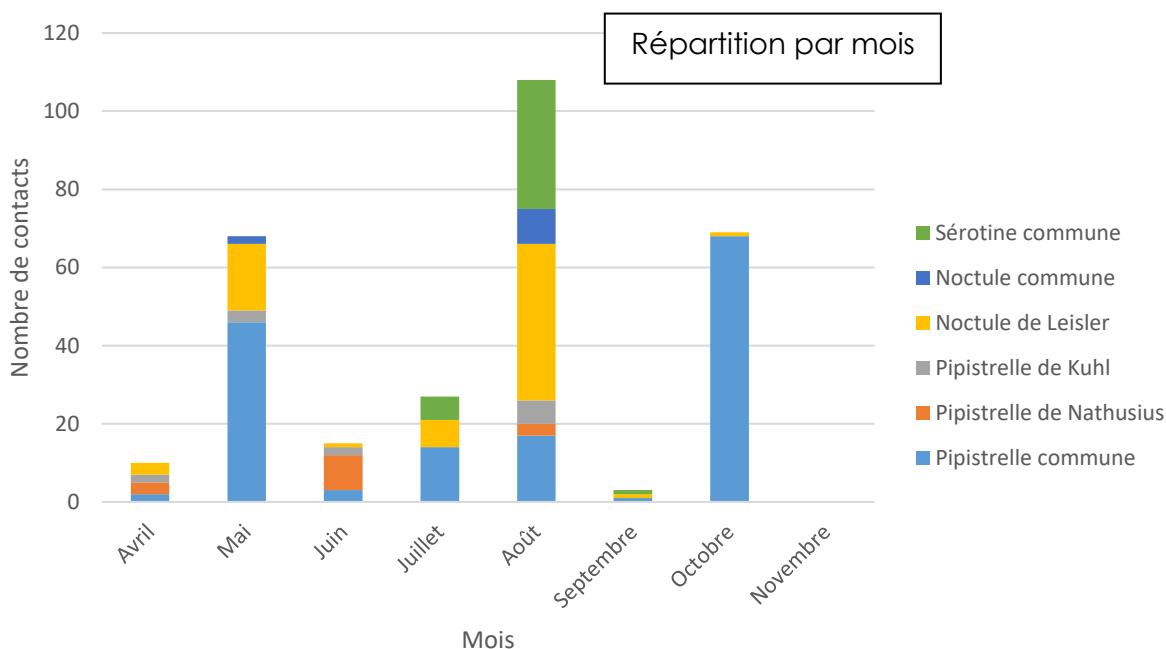
Les contacts ont lieu d'avril à octobre, avec un premier enregistrement en date du 13 avril et un dernier le 11 octobre (enregistrement du début avril jusqu'à mi-novembre). L'activité globale des chauves-souris est apparue très faible, avec 1,6 contacts par nuit en moyenne durant la période d'activité (CEREAIS, pers. com.).

Trois pics d'activité ont lieu, la plus élevée en août (36 % des contacts) et des pics secondaires plus modérés aux mois de mai et d'octobre (23 %). L'activité chute brutalement entre ces pics et devient faible en juillet (moins de 10 %), à très faible en avril, juin et septembre (moins de 5 %), puis nulle en novembre.

Cette répartition de l'activité est essentiellement marquée par le groupe des pipistrelles (commune et de Kuhl). En revanche, on remarque que certaines espèces sont davantage contactées au mois d'août, comme la sérotine commune et la noctule de Leisler.

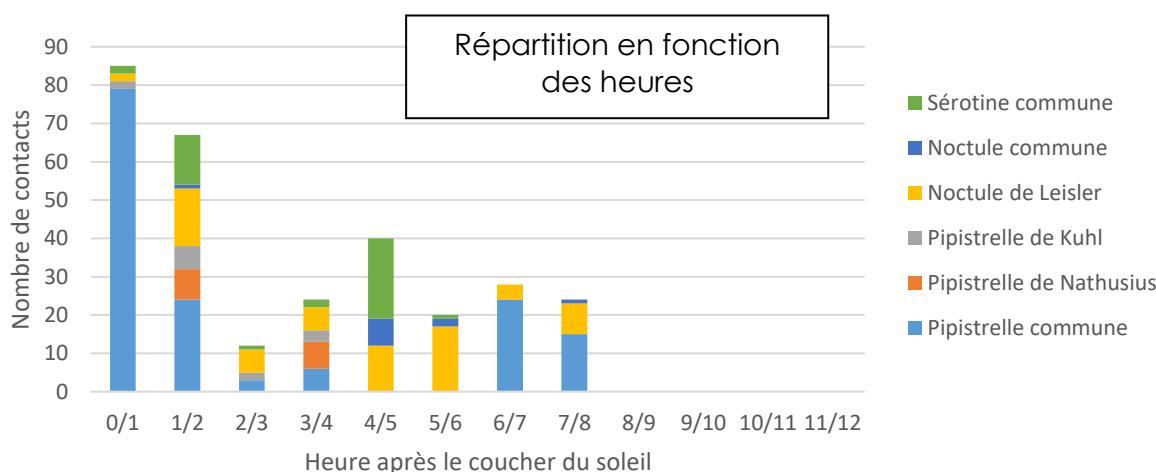
Sur le parc de Buléon, le pic d'activité le plus élevé est corrélé avec la diversité des espèces.

Selon le cycle biologique des chauves-souris, le mois d'août correspond à l'émancipation des jeunes, celui de mai à la mise bas et octobre, à la migration et aux déplacements vers les gîtes d'hiver.



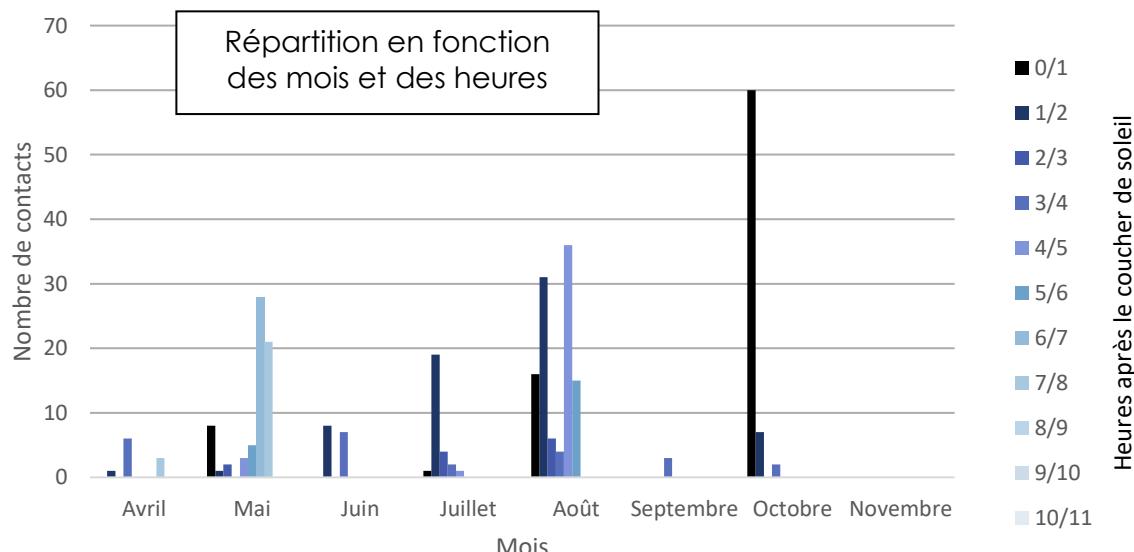
2.1.2.3 Répartition de la fréquentation en fonction des heures

L'analyse des données liées aux heures d'enregistrement permet de confirmer un résultat largement documenté dans la bibliographie, c'est-à-dire la présence d'un pic d'activité en début de nuit, en particulier lors des 2 premières heures après le coucher du soleil. L'activité des chiroptères diminue globalement jusqu'au lever du soleil. Une augmentation de l'activité est néanmoins observable entre 4 et 6 heures après le coucher du soleil, correspondant globalement au milieu de la nuit sur la période correspondante (5 à 4 heures avant le lever du soleil pour août).



2.1.2.4 Répartition de la fréquentation dans l'année

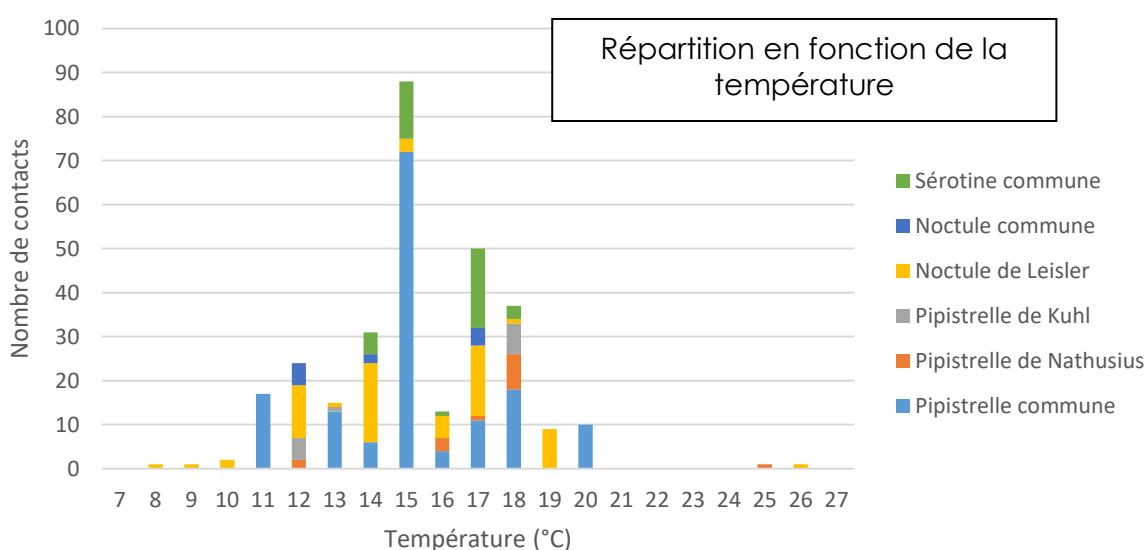
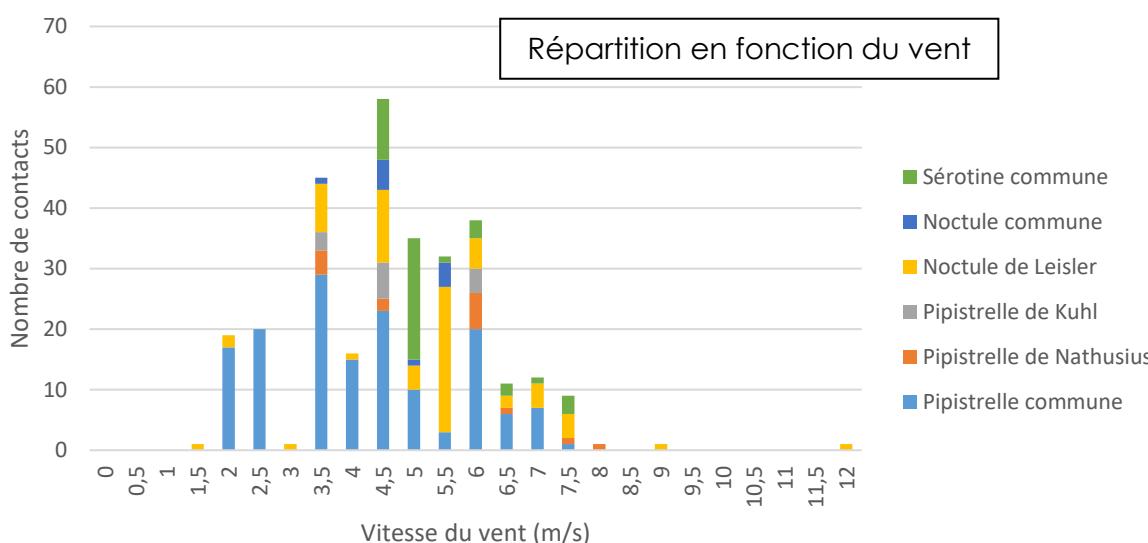
L'activité observée en altitude est notable aux mois de mai, août et octobre et de moindre importance en avril, juin et septembre. La grande majorité des activités se concentrent en début de nuit (63 % des contacts lors des 4 premières heures). Par opposition, les activités en fin de nuit sont particulièrement faibles (23 % les 4 dernières heures), hormis durant les pics d'activité du mois de mai et d'août où l'activité des chauves-souris se prolonge durant la nuit.



2.1.2.5 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'arrondi au multiple de 0,5 (cf. chapitre 1.4.1).

L'analyse de l'activité des chauves-souris selon les données météorologiques confirme les tendances connues de la bibliographie. Les chiroptères sont effectivement plus actifs en dessous de 6 m/s et au-dessus de 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 (12 % des contacts). Par ailleurs, les vents les plus forts enregistrés atteignent les 12 m/s (1 contact). Deuxièmement, les premiers contacts ont lieu à partir de 8°C.



⁽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.

Synthèse 2022 de la fréquentation du parc par la chauve-souris

Les principaux éléments à retenir sont :

- L'activité globale des chauves-souris à hauteur de nacelle est très faible, avec un total de 300 contacts entre avril et octobre, soit une moyenne de 1,6 contacts par nuit en période d'activité ;
- Le niveau de fréquentation du parc en altitude par les chauves-souris est plus élevé en août (3,5 contacts par nuit en moyenne), et dans une moindre mesure en octobre (2,2 contacts par nuit). L'activité est beaucoup plus faible pour les autres mois (moins de 1 contact par nuit). Par ailleurs, aucune activité n'a été enregistrée durant le mois de novembre ;
- L'analyse du nombre de contacts selon les données météorologiques montre une activité jusqu'à 6 m/s et très faible au-dessus, ceci pour une température supérieure à 11°C ;
- 6 espèces au total ont été identifiées, dont 5 espèces présentant un statut de sensibilité sur les listes rouges nationale et/ou régionale et une espèce moins commune dans la région (noctule de Leisler) ;
- Les pipistrelles (commune, de Natusius et de Kuhl) dominent communément les relevés ;
- On observe une plus grande diversité d'espèces en période de pré-hivernation ;
- Les chauves-souris sont plus actives les 2 premières heures 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, à l'exception de mai et d'août ;
- Durant le mois de mai et d'août, l'activité des chauves-souris à tendance à se prolonger tout au long de la nuit (33 % des contacts) ;
- Pour les autres mois, les chauves-souris fréquentent le parc en altitude uniquement en début de nuit (100% des contacts).

2.1.2.6 Analyse interannuelle

L'activité enregistrée des chauves-souris en 2022 est cohérente avec celle de l'année précédente (281 en 2021 puis 300 en 2022).

De manière générale, la diversité des chauves-souris fréquentant le site est quasiment identique d'une année sur l'autre. En effet, seule une espèce différentielle a été contacté entre les deux années de suivi (pipistrelle de Natusius).

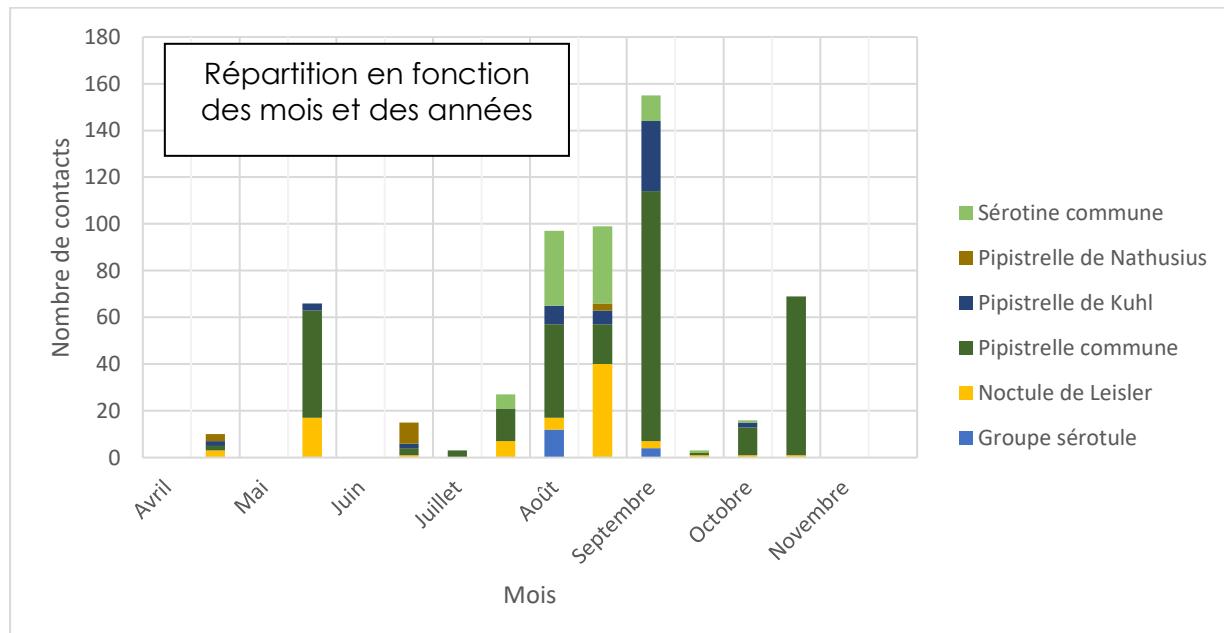
En général, l'activité est croissante du printemps jusqu'au pic de fin d'été (août ou septembre selon les années). Par contre, la plus grande activité se concentre plus tardivement en 2021 (septembre pour 2021 et août en 2022). Alors qu'un seul pic est enregistré en 2021 (septembre), trois pics sont observés en 2022 (mai, août puis octobre).

Les activités enregistrées en août sont proportionnelles d'une année sur l'autre (+/- 100 contacts) et les derniers enregistrements ont systématiquement lieu en octobre.

Par ailleurs, l'activité est plus élevée durant les 2 premières heures de la nuit avec une légère augmentation en milieu de nuit pour les périodes de fortes activités (en août 2022 et septembre 2021).

La relation entre activité et conditions météorologiques sont également similaires entre les deux années de suivi. En moyenne, 97 % des contacts sont obtenus en dessous de 7,5 m/s et au-dessus de 11°C.

Les conditions d'activité en altitude observées en 2022 sont donc cohérentes avec ce qui avait été observé en 2021. Par conséquent, les conditions de bridage par seuils mis en place en 2022 restent d'actualité.



2.2 SUIVI SPÉCIFIQUE : ACTIVITÉ DES RAPACES DIURNES

Les prospections concernant l'observation du comportement des rapaces diurnes (recherche de buse variable essentiellement) a permis d'effectuer 13 observations (cf. fiches d'activité des rapaces diurnes en annexe).

Comme l'année précédente, la principale espèce contactée sur et aux abords du parc est la buse variable. Cette espèce est fréquemment rencontrée (1 visite sur 2), en rotation en altitude, en transit et parfois en chasse sur un perchoir (bordure de route, ballot de paille, etc.), à l'affût des rongeurs.

Un autre rapace diurne est également observé à proximité du parc de Buléon. Un faucon crécerelle profite occasionnellement des zones ouvertes et cultivées à proximité du parc pour chasser ses proies.

Durant l'ensemble de la période de suivi comme en période de reproduction, la présence des rapaces se concentre autour de l'éolienne n° 4 (45 % en moyenne) et de l'éolienne n° 6 (28 %). Ils sont occasionnellement observés à proximité des autres éoliennes du parc hormis l'éolienne n° 1.

Lors des observations, ces espèces sont systématiquement représentées par un seul individu.

Ce suivi sera reconduit en 2023 et permettra de préciser les potentiels enjeux en particulier durant la période de reproduction.

Statut des rapaces diurnes observés sur le parc éolien de Buléon

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Oiseau (1)	Protection nationale (2)	Listes rouges		Niveau de sensibilité (5)
				France (3)	Bretagne (4)	
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	-	Oui	LC	LC	2
Faucon crécerelle	<i>Columba palumbus</i>	-	Oui	NT	LC	3

(1) Directive européenne Oiseaux (2009/147/CE).

(2) 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.

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

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

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

2.3 SUIVI DE LA MORTALITÉ

2.3.1 ANALYSE GÉNÉRALE

Au total, 9 cadavres et/ou plumées ont été observés entre avril et octobre 2022, comprenant 6 espèces différentes. Le martinet noir et la buse variable constituent les espèces les plus impactées du parc (2 cadavres par espèce). Les autres espèces (faucon crécerelle, chardonneret élégant, pigeon biset, pigeon ramier et goéland argenté) ont été observées à une occasion.

Contrairement à l'année précédente, aucune mortalité de chauve-souris n'a été observée.

Synthèse du suivi et mortalités constatées

Date	Cadavre-plumée	Localisation	Remarques
15/4/2022	RAS	-	-
22/4/2022	Buse variable	E 4	Partiellement décomposé
	Faucon crécerelle	E 5	Décomposé
29/4/2022	RAS	-	-
6/5/2022	Buse variable	E 1	Décomposé
12/5/2022	Chardonneret élégant	E 3	Partiellement décomposé
19/5/2022	RAS	-	-
25/5/2022	Martinet noir	E 5	Partiellement décomposé
31/5/2022	RAS	-	-
8/6/2022	RAS	-	-
14/6/2022	Pigeon biset	E 3	Partiellement décomposé et prédaté
20/6/2022	RAS	-	-
28/6/2022	Martinet noir	E 3	Partiellement décomposé
4/7/2022	RAS	-	-
12/7/2022	RAS	-	-
19/7/2022	RAS	-	-
26/7/2022	RAS	-	-
3/8/2022	Pigeon ramier	E 1	Plumée (pas de cadavre)
10/8/2022	RAS	-	-
16/8/2022	RAS	-	-
22/8/2022	RAS	-	-
29/8/2022	RAS	-	-
5/9/2022	RAS	-	-
13/9/2022	RAS	-	-
20/9/2022	RAS	-	-
27/9/2022	RAS	-	-
4/10/2022	Goéland argenté	E 2	Jeune individu décomposé
11/10/2022	RAS	-	-
19/10/2022	RAS	-	-
26/10/2022	RAS	-	-

2.3.2 MORTALITÉS CONSTATÉES

Au total, 8 cadavres et 1 plumée de 7 espèces différentes ont été identifiées au pied des éoliennes (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 **martinet noir** (*Apus apus*) est l'une des espèces la plus impactée en 2022 par le parc de Buléon, avec 2 cadavres notés entre mai et juin 2022.

Cette espèce est adaptée à une vie quasi-intégralement en vol. Dans nos régions, cette espèce migratrice est présente d'avril à août. Elle est généralement fréquente dans les zones urbaines, où elle niche. Capable de parcourir d'importantes distances, elle peut aller chercher sa nourriture loin du nid et peut à la fois voler à de basses altitudes, pour son alimentation, mais également à des altitudes particulièrement élevées, lors de son sommeil (jusqu'à 3 000 m⁽¹⁾).



Cadavre d'un martinet noir
(28/06/2022)



Cadavre d'une buse variable
(22/04/2022)



Cadavre prédaté d'un pigeon biset
(14/06/2022)

La **buse variable** (*Chloris chloris*) a également été observée à deux reprises, entre avril et mai 2022.

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.

Le **pigeon biset** (*Columba livia*) a été trouvé en juin. Cette espèce urbaine fréquente principalement les villes et villages et nichent dans les cavités, les toits et les terrasses des bâtiments. Comme pour l'espèce suivante, le pigeon biset peut fréquenter les secteurs cultivés pour s'y alimenter.

⁽¹⁾ Article de Gilbert Blaising (2007), disponible sur : <https://www.oiseaux.net/dossiers/gilbert.blaising/le.martinet.noir.html>

Un **pigeon ramier** (*Columba palumbus*) a été observé prédaté en août 2022.

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
 (03/08/2022)

Le **faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*) a été observé en avril, en période de migration prénuptiale.

Cette espèce principalement sédentaire fréquente tous les milieux ouverts à semi-ouverts aussi bien pour y nicher que pour y chasser. Ce rapace diurne est généralement observé aux abords du parc en chasse, au sol ou sur un perchoir.



Plumée de faucon crécerelle
 (22/04/2022)

Le **chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*) a été trouvé en mai.

Ce passereau particulièrement coloré est un nicheur et un migrateur partiel assez commun dans nos régions. Il apprécie les milieux semi-ouverts et fréquente des milieux variés comme les lisières, les clairières, les plantations, le bocage et les milieux anthropiques (bord de route, parc, jardin, etc.).



Cadavre de chardonnet élégant
 (12/05/2022)

Le **goéland argenté** ou goéland gris (*Larus argentatus*) a été relevé le 9 mai 2022.

Cet oiseau de mer est très commun en Bretagne. Il peut faire des déplacements importants à la recherche de nourriture, mais il est généralement sédentaire dans la région, contrairement aux goélands bruns qui sont de grands migrants (Bretagne Vivante).



Cadavre de goéland argenté
 (4/10/2022)

2.3.3 ANALYSE

Les principales espèces impactées par l'activité éolienne du parc de Buléon sont le martinet noir (2 cadavres) et la buse variable (2 cadavres). Les 5 autres espèces (faucon crécerelle, chardonneret élégant, pigeon biset, pigeon ramier et goéland argenté) ont été observées à une seule reprise.

D'après une étude de la LPO⁽¹⁾ et les analyses de Tobias Dürr (2017), le martinet noir est la deuxième espèce avifaune la plus impactée par les parcs éoliens de France. Cette espèce est principalement impacté en période d'envol des jeunes et de migration (de mi-juillet à mi-août). Durant cette période, ces oiseaux fréquentent des milieux variés les exposant ainsi à davantage de dangers.

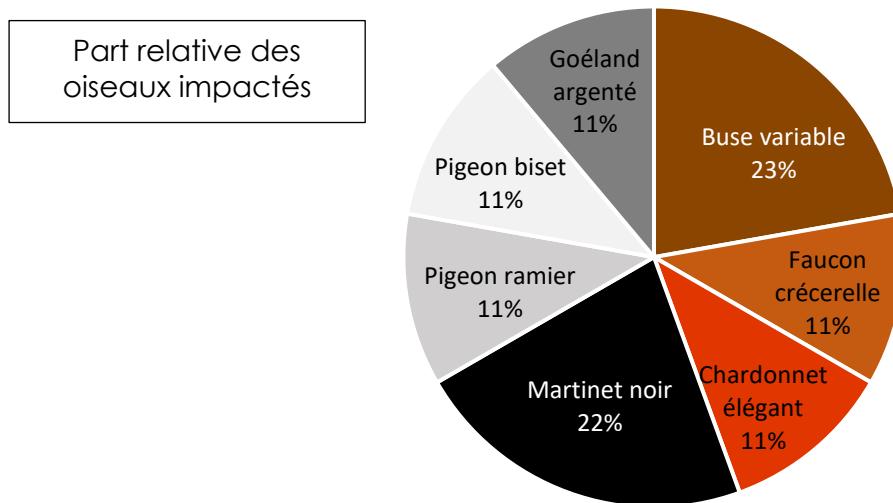
Le faucon crécerelle constitue la troisième espèce la plus retrouvée sous les éoliennes françaises. Sédentaire, il est généralement impacté de façon homogène sur toute l'année. Les mortalités sont néanmoins plus fréquentes durant la période migratoire, en automne.

La buse variable est le rapace le plus abondant en Bretagne et également parmi les plus impactés par les éoliennes de France (6^{ème} espèce la plus impactée) et d'Europe, en particulier au moment de la migration de septembre.

Les columbiformes, du fait de la forte mortalité du pigeon biset et du pigeon ramier, sont représentés parmi les ordres les plus impactés. Le pigeon biset figure parmi la 8^{ème} espèce et pour le pigeon ramier, la 9^{ème} espèce la plus touchée en France, en particulier dans les milieux ouverts tel que les champs.

Les laridés (mouettes, goélands) sont également connus pour avoir une forte sensibilité à l'activité éolienne. Le goéland argenté figure notamment parmi les espèces les plus impactées et les plus retrouvées sous les éoliennes d'Europe, en particulier situées dans les plaines agricoles.

Les passeriformes (chardonneret élégant, alouettes, moineaux, etc.) représentent près de la moitié des cadavres retrouvés sous les éoliennes de France et sont donc de loin les plus impactés. Le chardonneret élégant figure parmi les espèces dont le nombre de mortalité constaté est faible. Cette espèce semble donc peu impactée par l'activité éolienne.



⁽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.

Statut des oiseaux observés (cadavres) sur le parc éolien de Buléon

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Oiseau (1)	Protection nationale (2)	Listes rouges		Niveau de sensibilité (5)	Effectif
				France (3)	Bretagne (4)		
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	-	Oui	NT	LC	1	2
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	-	Oui	LC	LC	2	2
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	An. II	-	LC	LC	1	1
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	An. II	-	DD	DD	1	1
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	-	Oui	NT	LC	3	1
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	-	Oui	VU	DD	0	1
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	An. II	Oui	NT	NA	3	1

Légende

Liste rouge : Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT), Préoccupation mineur (LC), Données insuffisantes (DD), Non applicable (NA).

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.

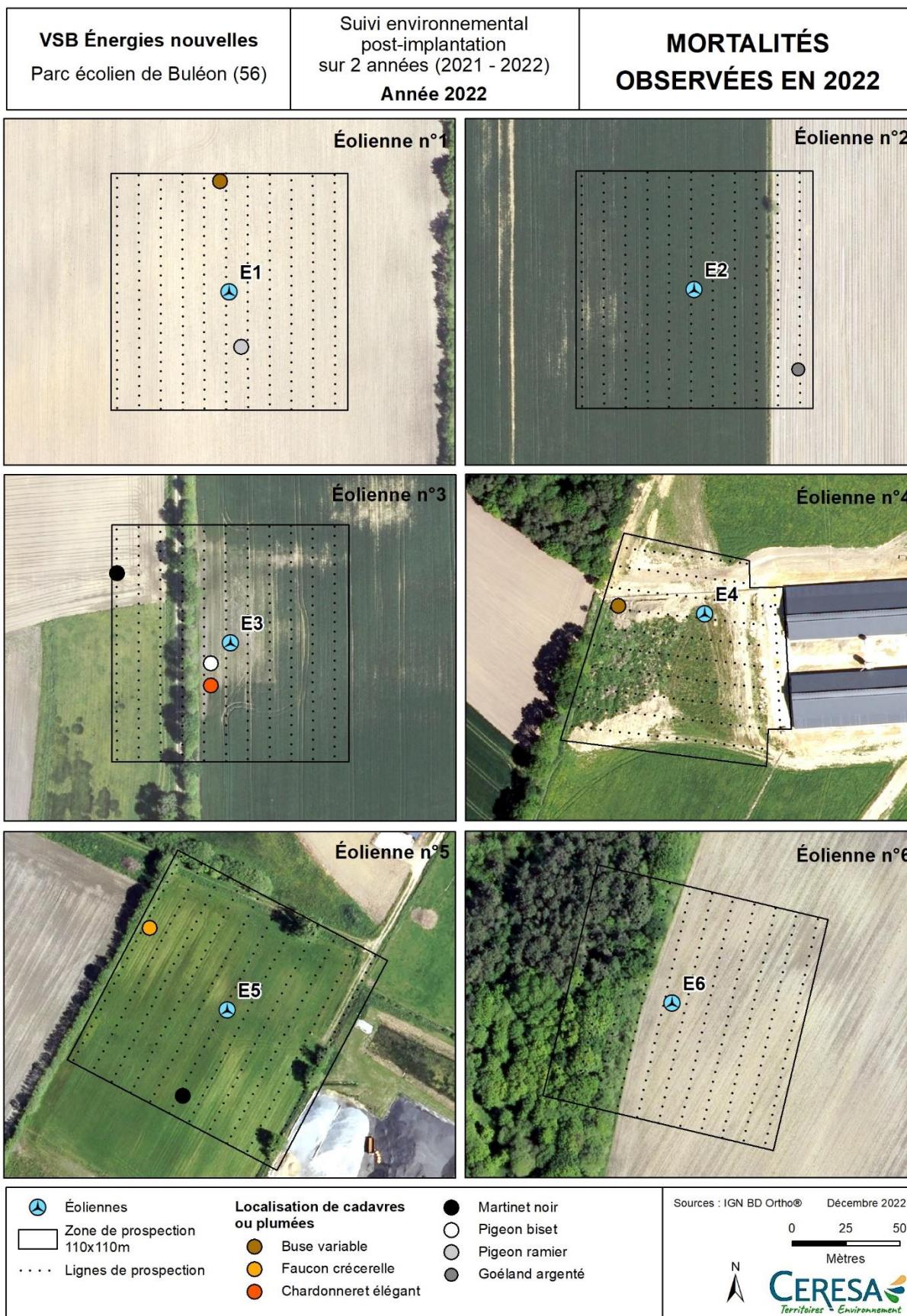
(1) Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux).

(2) Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

(3) Liste rouge des espèces menacées en France – Oiseaux de France métropolitaine, CN France, MNHN, LPO, SEO & ONCFS (2016).

(4) Liste rouge régionale & Responsabilité biologique régionale - Oiseaux nicheurs & Oiseaux migrateurs de Bretagne, Bretagne environnement, Bretagne Vivante, UICN France, L.P.O, G.E.O.C.A & O.N.F.S (2015).

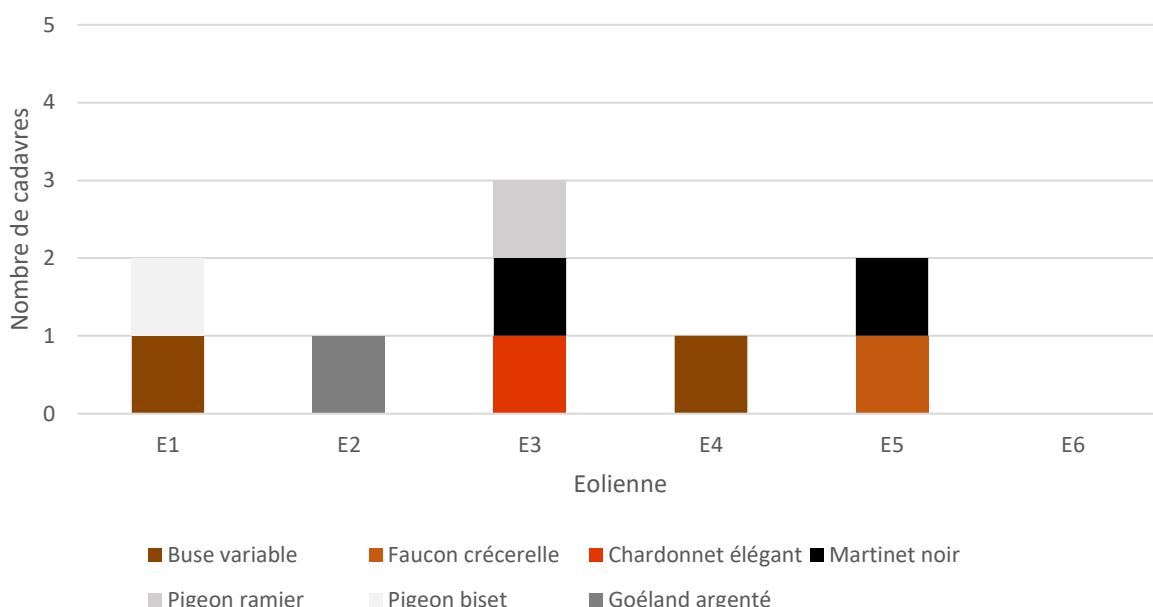
(5) Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – novembre 2015. 40 p.



2.3.4 RÉPARTITION DES CADAVRES

Hormis l'éolienne n°6, l'ensemble des éoliennes du parc ont généré de la mortalité en 2022, avec respectivement 1 à 3 cadavres (ou plumées) recensés pour chacune. L'éolienne ayant engendré le plus de mortalité est l'éolienne E3 (33 % des effectifs), suivi des éoliennes E1 et E5 (22 %) puis des éoliennes E2 et E4 (11 %).

Répartition des cadavres par éolienne



Les cadavres sont principalement trouvés sur les plateformes (44 %) et les cultures (22 %), et plus occasionnellement dans les prairies (22 %). En outre, malgré la période où les cultures sont plus difficilement prospectables (entre juin et octobre), le taux moyen de surface prospectée reste relativement élevé avec 45 % 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 environnants, il semble y avoir une corrélation entre la mortalité et l'environnement immédiat (présence de haie en particulier). En effet, les éoliennes E3, E4 et E5, où le taux de mortalité sont importants, sont également celles situées le plus à proximité des haies.

À noter cependant, que des cadavres ont également été observés en contexte agricole, comme l'éolienne E1 et E2. 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 Buléon

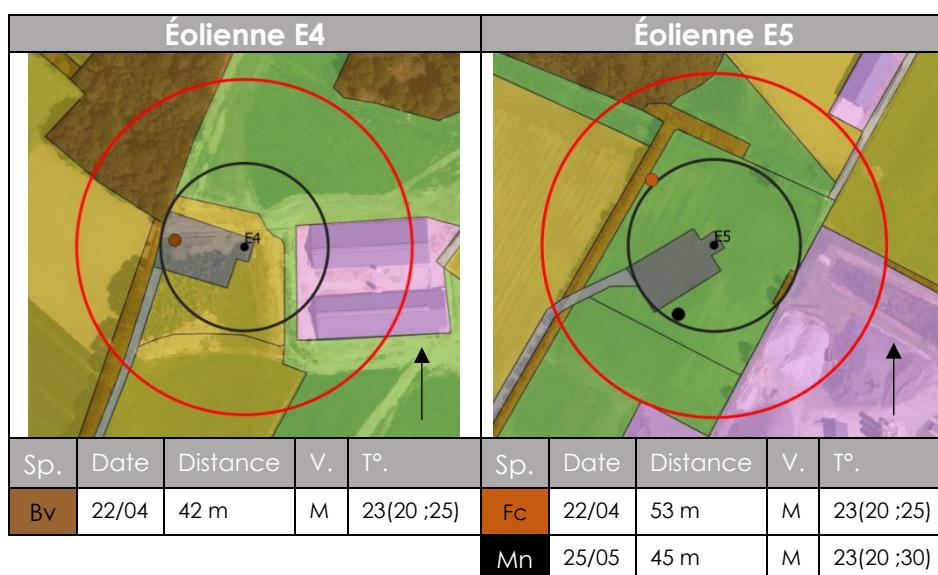
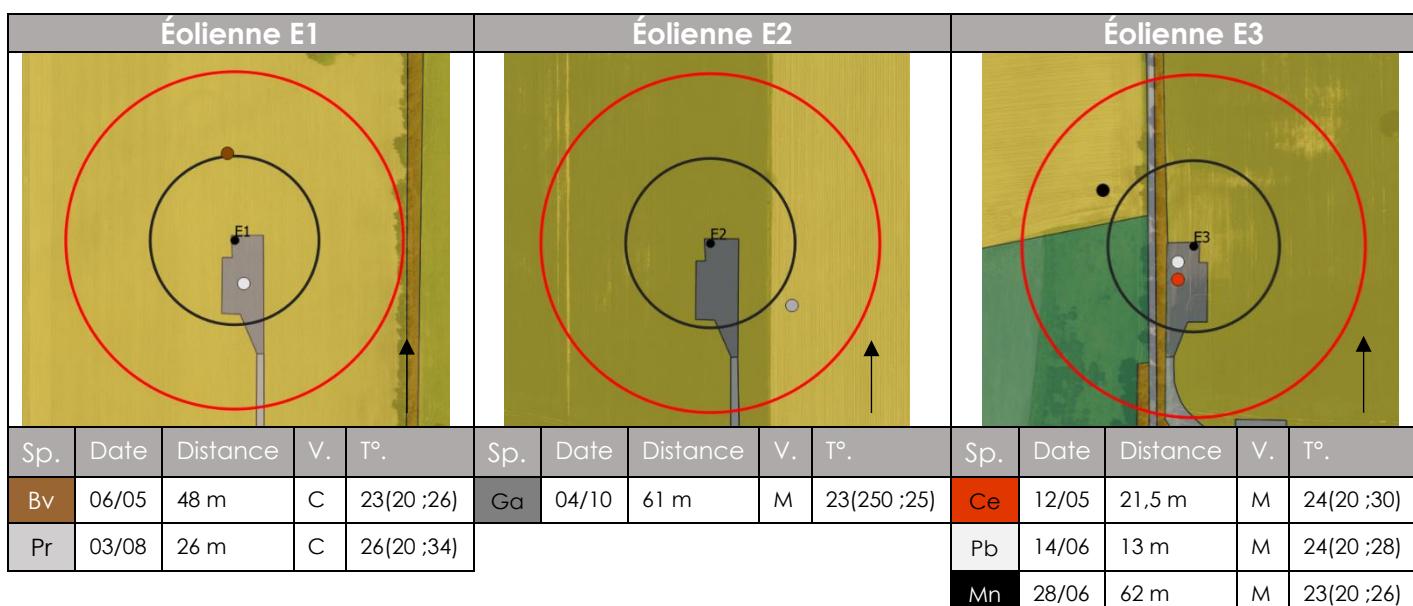
Contexte	Mixte	Culture à proximité immédiate de haie et/ou de boisement	Culture
Éolienne concernée	E3 et E5	E4 et E6	E1 et E2
Mortalité observée	5 oiseaux	1 oiseau	3 oiseaux

2.3.5 DISPERSION ET ORIENTATION DES CADAVRES

En moyenne, les cadavres ont été observés relativement éloignés des mâts et sont recensés à environ 42 mètres de l'éolienne. L'intervalle des distances observé entre les cadavres et le mât reste néanmoins classique et va de 13 mètres à 62 mètres.

La grande majorité des cadavres ont été repérés au Sud des éoliennes, durant des périodes de vents modérés (< 30 km/h) et de températures douces à élevées (> 20°C).

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



Légende :

Espèce		Date	Distance	Vitesse du vent (sur 3 jours) ⁽¹⁾		Température ⁽¹⁾
Mn	Martinet noir	JJ/MM	Distance en mètre, entre le cadavre et le mât de l'éolienne	C	Calme (0 à 12 km/h)	Température moyenne (minimale et maximale)
Pr	Pigeon ramier			M	Modéré (13 à 30 km/h)	
Pb	Pigeon biset			AF	Assez fort (31 à 75 km/h)	
Ga	Goéland argenté			F	Fort (>75 km/h)	
Ce	Chardonneret élégant					
Fc	Faucon crécerelle					
Bv	Buse variable					

2.3.6 RÉPARTITION DES CADAVRES EN FONCTION DES SAISONS

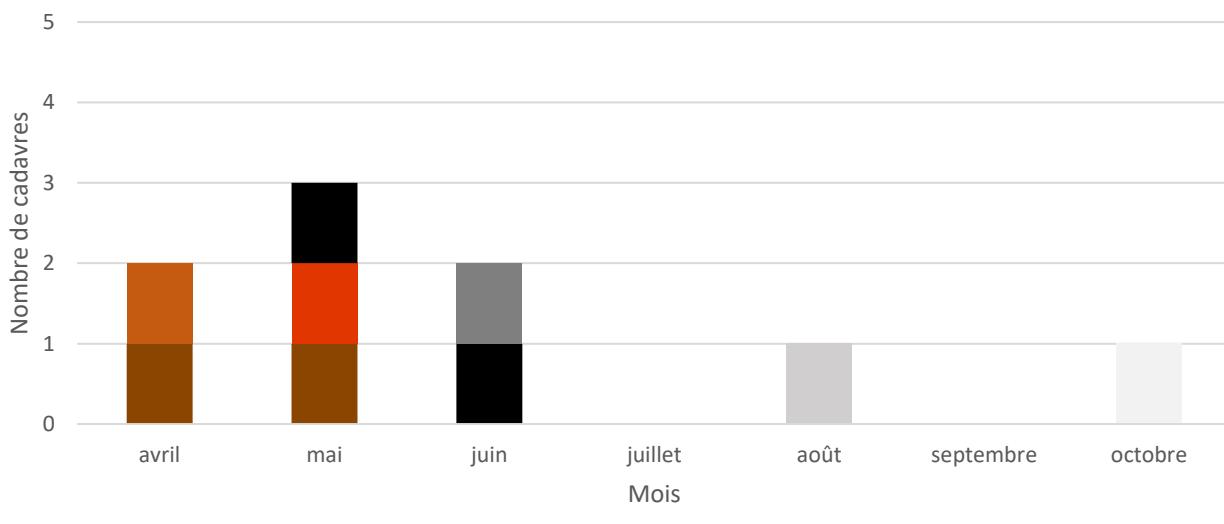
Les mortalités ont été observées principalement au printemps avec les 2/3 des effectifs trouvés. Le pic de mortalités des oiseaux est localisé au mois de mai (3 cadavres).

D'après la LPO (Marx, 2016), les impacts les plus élevés sont relevés au printemps-été et s'avèrent plus irréguliers sur les autres saisons.

En 2022, la répartition des impacts sont constatés sur trois périodes : du printemps jusqu'au début de l'été, en fin d'été puis en automne.

De manière classique, les périodes du printemps à l'automne peuvent apparaître plus impactantes du fait d'une forte activité de l'avifaune (périodes de reproduction et de migration).

Répartition des cadavres au cours de l'année 2022 sur le parc de Buléon



⁽¹⁾ Données météo VSB (72h avant la découverte du cadavre).

2.3.7 ANALYSE INTERANNUELLE

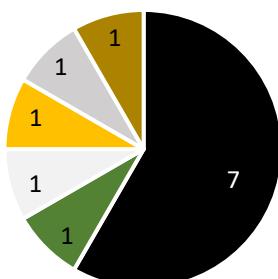
Au total, 36 cadavres/plumées ont été observés durant les 2 années de suivi (2020 à 2021), avec 21 oiseaux et 15 chauves-souris. Plus de la moitié (3/4) des impacts comptabilisés correspondent à l'année 2021 alors que le suivi a été initié plus tardivement dans l'année (à partir de juin).

L'espèce la plus impactée est la pipistrelle commune avec 12 cadavres en 2021, suivie de près par le martinet noir avec 9 cadavres cumulés. Les autres espèces, chauves-souris comme oiseaux, ont été observées à une ou deux reprises en 2 ans. En termes de proportion, 1/3 des espèces d'oiseau sont réobservées d'une année sur l'autre (martinet noir, pigeon biset et pigeon ramier). Par contre, aucune chauve-souris n'a pas été impactée en 2022.

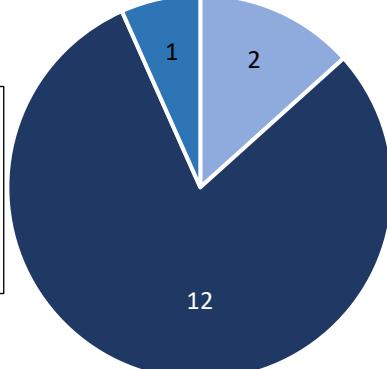
Part relative des espèces impactées (2021 – 2022)

2021

Oiseau

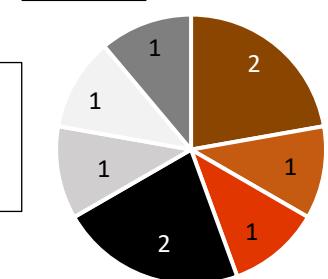


Chiroptère

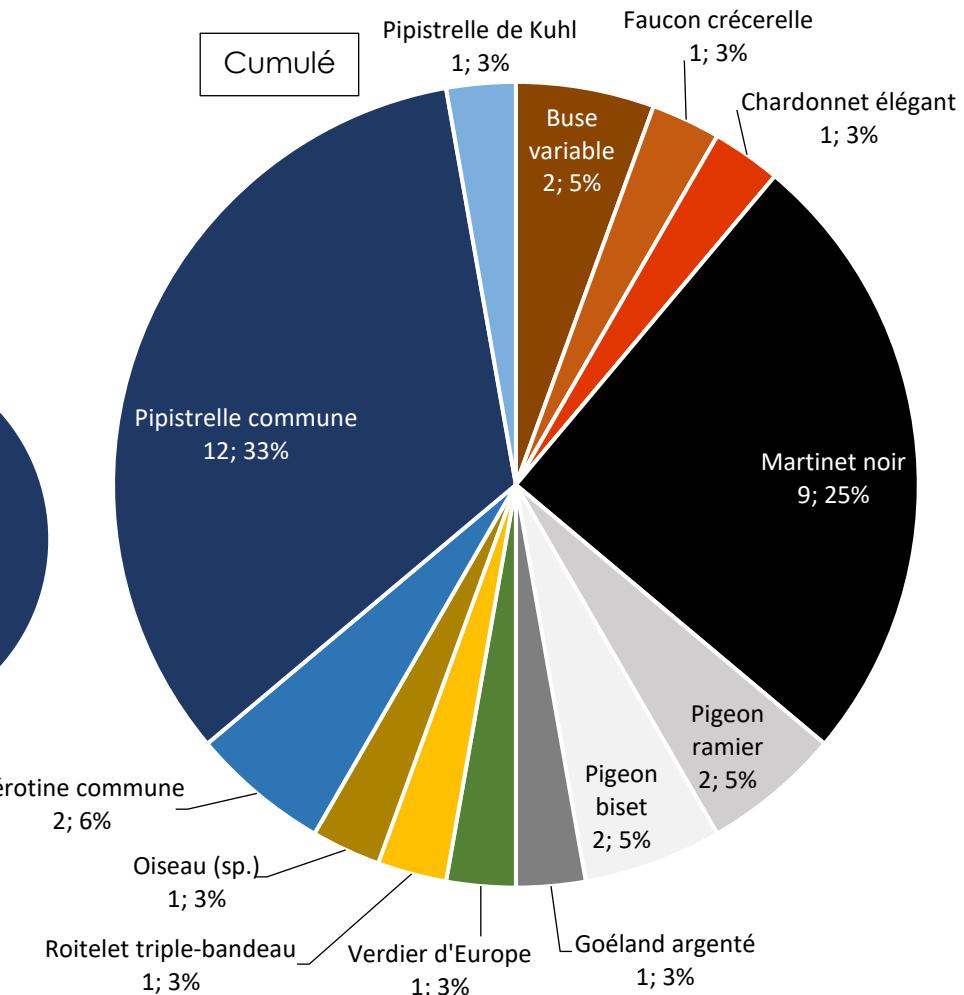


2022

Oiseau

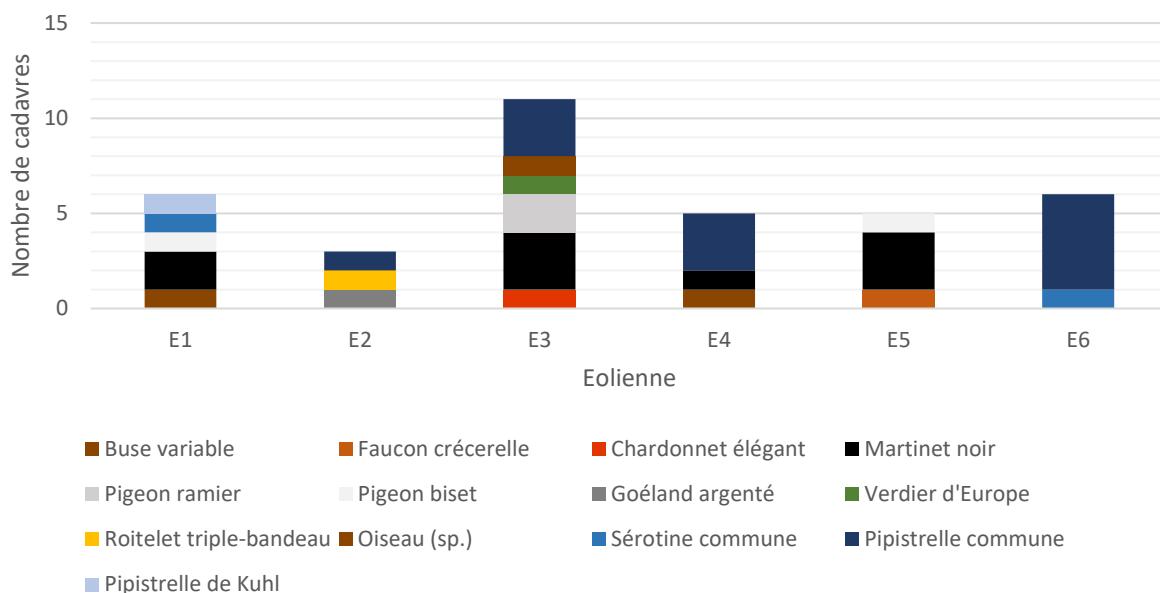


Cumulé

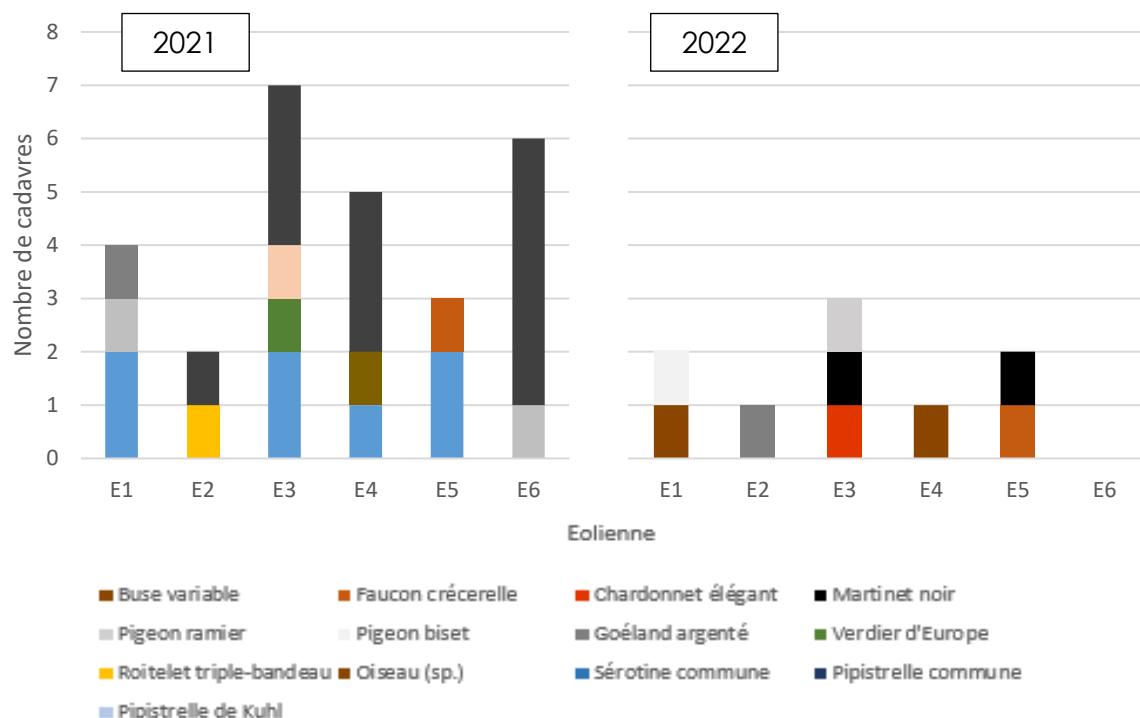


L'éolienne la plus impactante sur les 2 années cumulées est E3 (11 cadavres), suivi de E1 et E6 (6 cadavres), puis de E4 et E5 (5 cadavres). L'éolienne E2 est celle qui a générée le moins de mortalité avec 3 cadavres cumulés.

Répartition des cadavres par éolienne toutes années confondues (2021 – 2022)

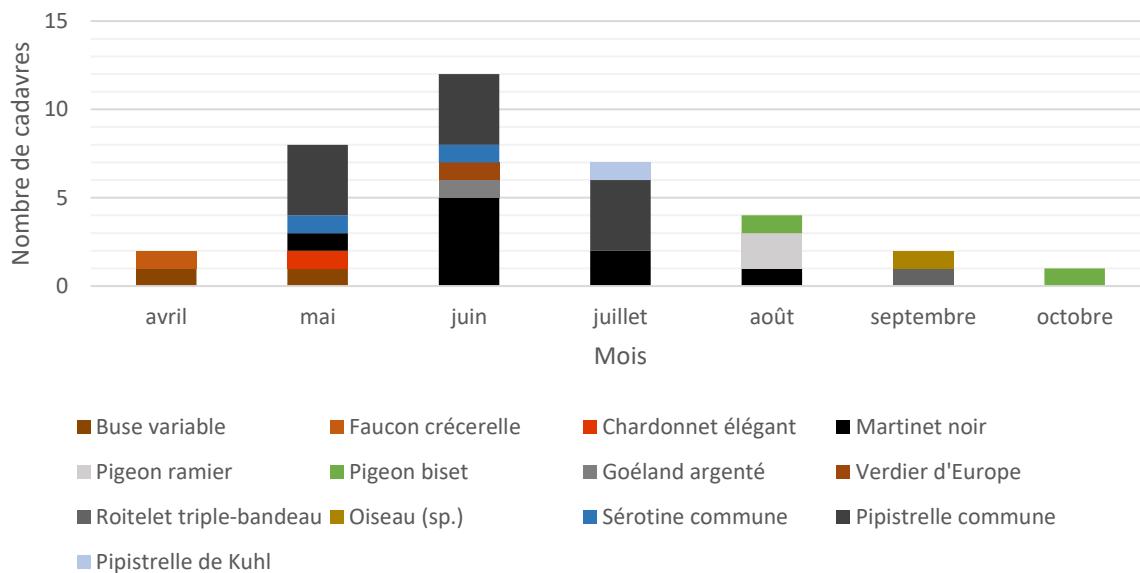


La comparaison des 2 années permet d'observer une variabilité interannuelle relativement notable entre 2021 et 2022. Par contre, les mortalités observées d'une éolienne à l'autre restent proportionnelles. En général, les éoliennes les impactantes en 2021 le sont également en 2022, et inversement. Hormis pour l'éolienne E 6 qui, en 2021 avait généré une forte mortalité, en particulier pour les chauves-souris (6 cadavres), alors qu'il n'en a pas généré en 2022.



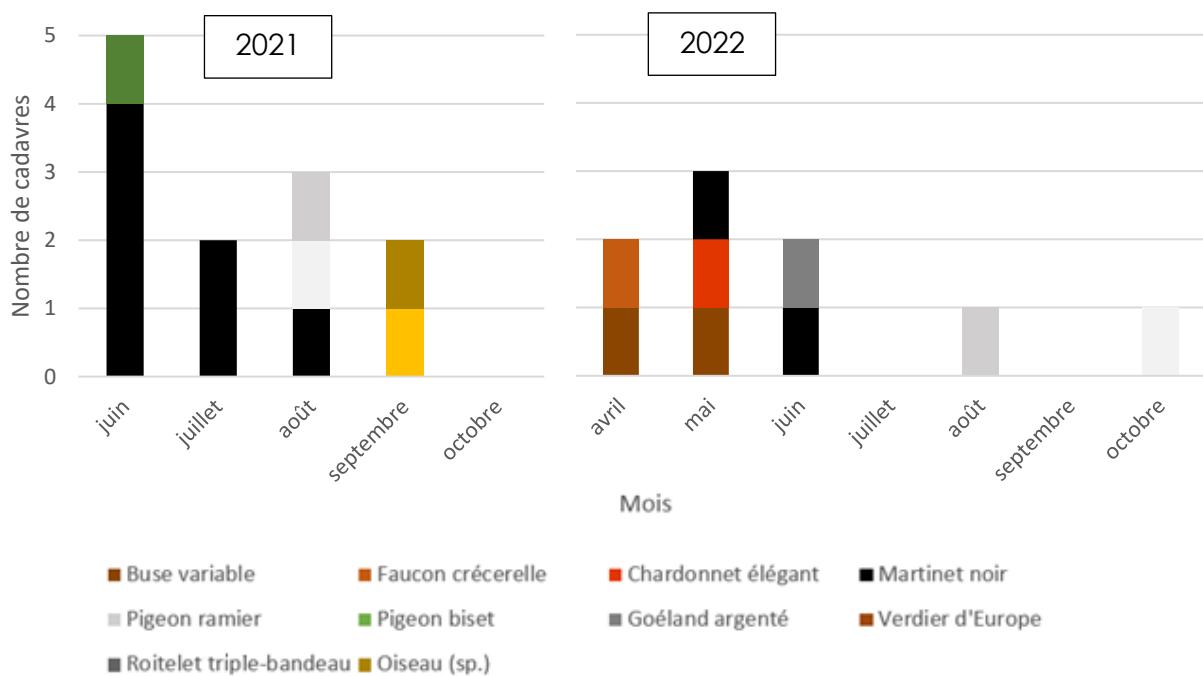
En cumulant les 2 années d'étude, on remarque que la mortalité observée augmente rapidement jusqu'à atteindre son pic au mois de juin et diminue ensuite progressivement jusqu'en automne.

Répartition des cadavres par mois toutes années confondues (2021 – 2022)

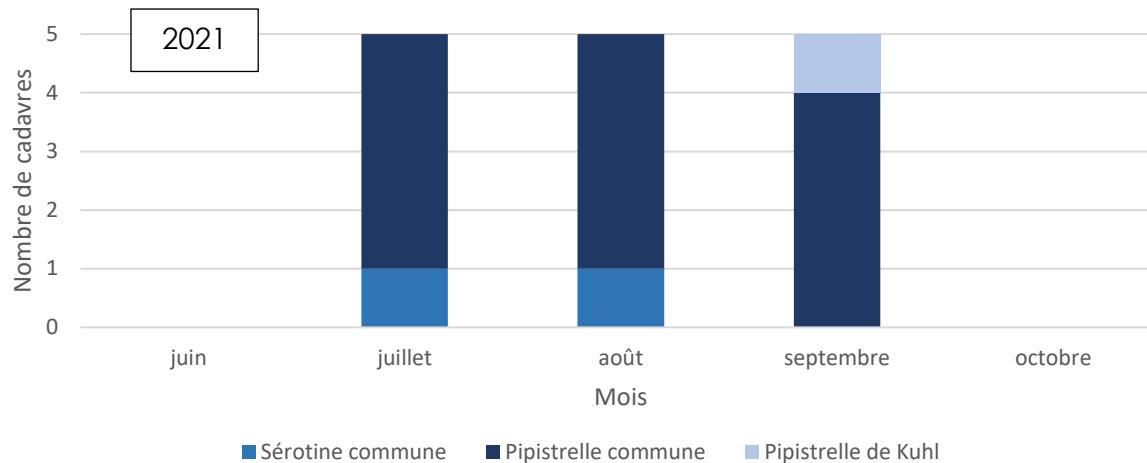


La comparaison des 2 années de suivi semble mettre en évidence certaines tendances. Jusqu'à présent, la mortalité des oiseaux a davantage avoir lieu entre le printemps et l'été (d'avril à septembre principalement), alors que celle des chauves-souris semble se concentrer uniquement durant l'été (de juillet à septembre).

Répartition des oiseaux (cadavres) par mois et par année (2021 – 2022)



Répartition des chauves-souris (cadavres) par mois et par année (2021 – 2022)



Dans l'état actuel des observations sur le parc de Buléon, il semble que les risques de mortalité des oiseaux soient plus marqués en mai-juin, durant la période de reproduction, et de manière générale, durant l'ensemble de la période de la nidification.

Concernant les chauves-souris, le risque de mortalité est plus élevé de juillet à septembre, en période de mise-bas, d'élevage des jeunes et de regroupement automnal.

Synthèse de la mortalité du parc sur les années 2021 et 2022

Les principaux éléments à retenir sont :

- La mise en marche des éoliennes ayant été tardive en 2021, l'analyse interannuelle est donc incomplète concernant le printemps ;
- Le nombre total de cadavre/plumée est de 36 individus dont 75 % la première année du suivi ;
- Ce suivi a permis d'identifier 12 espèces différentes au pied des éoliennes, dont 9 oiseaux et 3 chauves-souris ;
- Sur l'ensemble du suivi, les espèces les plus impactées ont été la pipistrelle commune (33 % des effectifs totaux) et le martinet noir (25 %) ;
- L'analyse du nombre de cadavres selon leur localisation montre que les éoliennes les plus impactantes sont l'éolienne E 3 (toutes années confondues) avec 31 % des effectifs totaux et l'éolienne E 6, spécifiquement pour les chauves-souris, avec 80 % des effectifs (mortalité uniquement observée en 2021) ;
- Les mortalités ont principalement lieu en périodes de vents modérés et de températures douces à élevées ;
- Un pic de mortalité est observé de juillet à septembre concernant les chauves-souris (100 % des effectifs), correspondant à la période de mise-bas, d'élevage des jeunes, de migration et de préparation à l'hibernage ;
- La mortalité des oiseaux est constatée durant la quasi-totalité du suivi, autrement-dit d'avril à octobre et un pic de mortalité est observé en juin, durant la période de reproduction de l'avifaune ;
- Les mortalités de 2022 sont apparues moins importantes qu'en 2021 (2021 n'ayant pas eu un suivi sur l'année complète) : les mortalités ont chuté et ce sur toutes les éoliennes, et aucune mortalité de chauve-souris n'a été constaté en 2022 ;
- La mise en place tardive du bridage en 2021 explique l'impact important du parc sur la biodiversité en 2021.

2.4 ESTIMATION DE LA MORTALITÉ

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 (cf. ci-dessous). Par contre, aucune mortalité de chauve-souris a été observée en 2022, ces calculs ne peuvent donc pas être appliqués à ce groupe taxonomique.

Impact estimé pour l'ensemble du parc
à partir des formules correctives (sur 7 mois de suivi)

	Paramètres									Formules N =			
	C	d	I	A	p _{brut}	p _{Jones}	p _{Huso}	†	t _m	Winkelmann	Erickson	Jones	Huso
Oiseaux	9	0,87	6,89	1,55	0,50	0,84	0,84	39,41	19,70	32,15	3,24	19,07	19,07

Légende :

N	Nombre estimé de cadavres
C	Nombre total de cadavres observés lors du suivi
d	Efficacité de l'observateur ou taux de détection
I	Durée de l'intervalle entre deux passages (en jours)
p _{brut}	Taux de prédation
p _{Jones}	Taux de prédation d'après la formule de Jones
p _{Huso}	Taux de prédation d'après la formule d'Huso
†	Intervalle effectif moyen
t _m	Temps moyen de disparition des cadavres (poussins) (en jours)

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.

2.4.1 ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LES OISEAUX

Dans le cadre du suivi mené en 2022, pour 9 cadavres trouvés, les formules estiment un impact corrigé de 3 cadavres avec la formule d'Erickson, de 19 cadavres pour les formules de Jones et Huso et de 32 cadavres pour la formule de Winkelmann.

Ces valeurs permettent d'estimer une moyenne de 18 cadavres pour 7 mois pour l'ensemble du parc, pour une médiane de 19 c / 7 mois, soit 3 cadavres/éolienne en moyenne et pour médiane.

À noter que selon Marc (2017), l'impact sur les oiseaux est globalement similaire sur l'année, la valeur observée sur 7 mois peut donc être augmentée proportionnellement afin d'estimer l'impact sur une année entière.

Le suivi de mortalité ayant été réalisé sur une durée 7 mois, l'impact annuel peut donc être estimé à **5 cadavres par éolienne et par an pour la moyenne comme pour la médiane**.

- Comparaison avec les données en France ⁽¹⁾

L'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 Buléon se situent donc dans l'intervalle des mortalités réelles estimées et parmi les moyennes des autres parcs français.

- Comparaison avec d'autres pays ⁽¹⁾

- **Canada**

Une étude de Bird Studies Canada estime que la mortalité aviaire imputable aux éoliennes est de l'ordre de 4,71 oiseaux par éolienne et par an entre le 1^{er} mai et le 31 octobre (intervalle de confiance de 95 % : $\pm 0,54$).

Une autre étude plus ancienne estime la mortalité moyenne à 8,2 oiseaux par éolienne et par an (Zimmerling, Pomeroy, d'Entremont, & Francis, 2013).

- **États-Unis**

L'étude la plus récente au moment de la publication du rapport en question, conclut que la mortalité directe causée par les éoliennes est comprise entre 3,15 et 7,35 oiseaux par an et par éolienne (moyenne 5,25).

Les estimations de mortalité concernant les oiseaux sur parc de Buléon sont donc inférieures aux estimations issues des parcs du Canada et des États-Unis.

⁽¹⁾ Source : MARX G., 2017.

- **Comparaison avec les conclusions de l'étude d'impact** ⁽¹⁾

Le volet de l'étude d'impact concernant l'avifaune conclut que l'implantation du parc concerneraient que des espèces communes susceptibles de voler haut, comme la buse variable. D'autres espèces comme le pigeon ramier, le verdier d'Europe et le faucon crécerelle sont notamment cités et connus à proximité du parc.

Au vu des espèces cités dans l'étude d'impact (passereaux, buse variable, etc.), les résultats du suivi de mortalité sont cohérents avec les prévisions de l'étude d'impact.

2.4.2 ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LES CHAUVES-SOURIS (RAPPEL)

Concernant les chiroptères, aucun cadavre n'a été trouvé en 2022. Les formules ne sont donc pas applicables pour ce groupe taxonomique.

Des mortalités ont toutefois été observées en 2021. Pour rappel, 15 cadavres avaient été trouvés sur le parc entre juin et octobre. Pour 15 cadavres réellement trouvés, les formules estimaient un impact corrigé de 5 cadavres/4 mois pour la formule d'Erickson, 33 c/7 mois pour les formules de Jones et Huso et 51 c/7 mois pour la formule de Winkelmann.

Ces valeurs permettaient d'estimer une moyenne de 31 cadavres /4 mois pour l'ensemble du parc, pour une médiane de 33 c/4 mois.

En 2021, l'estimation annuelle avaient été évaluée à 5 cadavres/ éolienne/an pour la moyenne et pour la médiane.

En moyenne pour les deux années de suivi (2021 et 2022), cet impact est donc estimé à **2,5 cadavres/ éolienne/an**.

- **Comparaison avec les données de l'Ouest de la France** ⁽²⁾

La mortalité des chauves-souris de juillet à septembre 2021 était cohérente avec les données compilées sur les parcs éoliens de l'Ouest de la France. Il apparaît en effet que les pipistrelles et la sérotine commune soient les plus impactées par la présence des parcs éoliens en Bretagne.

Le premier pic de mortalité situé au mois de juillet pouvait correspondre à la phase d'émancipation des jeunes. En août, le second pic était potentiellement lié à la recherche de partenaires sexuels. Enfin, le troisième pic situé en septembre correspondait à la recherche active de nourriture durant la période de regroupement automnal.

Durant cette dernière période, le nombre de mortalités était néanmoins particulièrement faible sur le parc de Buléon.

Les pics d'activités de ces trois espèces étaient sensiblement les mêmes et particulièrement marqués de juillet à octobre dans l'ouest de la France.

⁽¹⁾ FERRAND (2013). Projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune de Buléon (56) - Étude d'impact. 83 pages.

⁽²⁾ Source : GOISLOT-Ouest'Am, 2021 ; LE CAMPION-GMB, 2021.

- Comparaison avec les conclusions de l'étude d'impact⁽¹⁾**

Le volet de l'étude d'impact concernant les chauves-souris montrait qu'un très petit nombre d'individus de pipistrelle commune était présent sur le périmètre rapproché du parc. Il concluait notamment que l'implantation du parc devrait avoir un impact extrêmement faible, voire nul sur les chiroptères. Le parc ne devait donc 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, concernaient initialement une seule espèce, la pipistrelle commune.

Le fait d'avoir relevé un nombre important de mortalité chez les chauves-souris, dont trois espèces différentes, était alors éloigné des prévisions de l'étude d'impact.

Cependant, les différences de protocole de détection entre les relevés réalisés dans l'étude d'impact et ceux réalisés en 2021 ne permettent pas de transposer les conclusions de l'étude d'impact aux résultats du suivi post-implantation. En effet, l'effort de prospection étaient de deux sorties nocturnes dans le secteur des éoliennes E5 et E6, l'échantillonnage lors de l'étude d'impact ne semblait donc pas représentatif de l'ensemble du parc éolien. De plus, les protocoles avaient considérablement évolué depuis l'étude d'impact, avec l'augmentation des connaissances sur les chauves-souris et le matériel de détection.

2.4.3 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).

	C	W	E	J	H	Oiseaux		Chiroptères	
						Moyenne	Médiane	Moyenne	Médiane
Éolienne 1	2	7,15	0,36	4,24	4,22	3,99	4,23	-	-
Éolienne 2	1	3,57	0,18	2,12	2,11	2,00	2,11	-	-
Éolienne 3	3	10,72	0,54	6,36	6,32	5,99	8,46	-	-
Éolienne 4	1	3,57	0,18	2,12	2,11	2,00	2,11	-	-
Éolienne 5	2	7,15	0,36	4,24	4,22	3,99	4,23	-	-
Éolienne 6	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Légende : C : nombre de cadavre ; W : Winkelmann ; E : Erickson ; J : Jones ; H : Huso

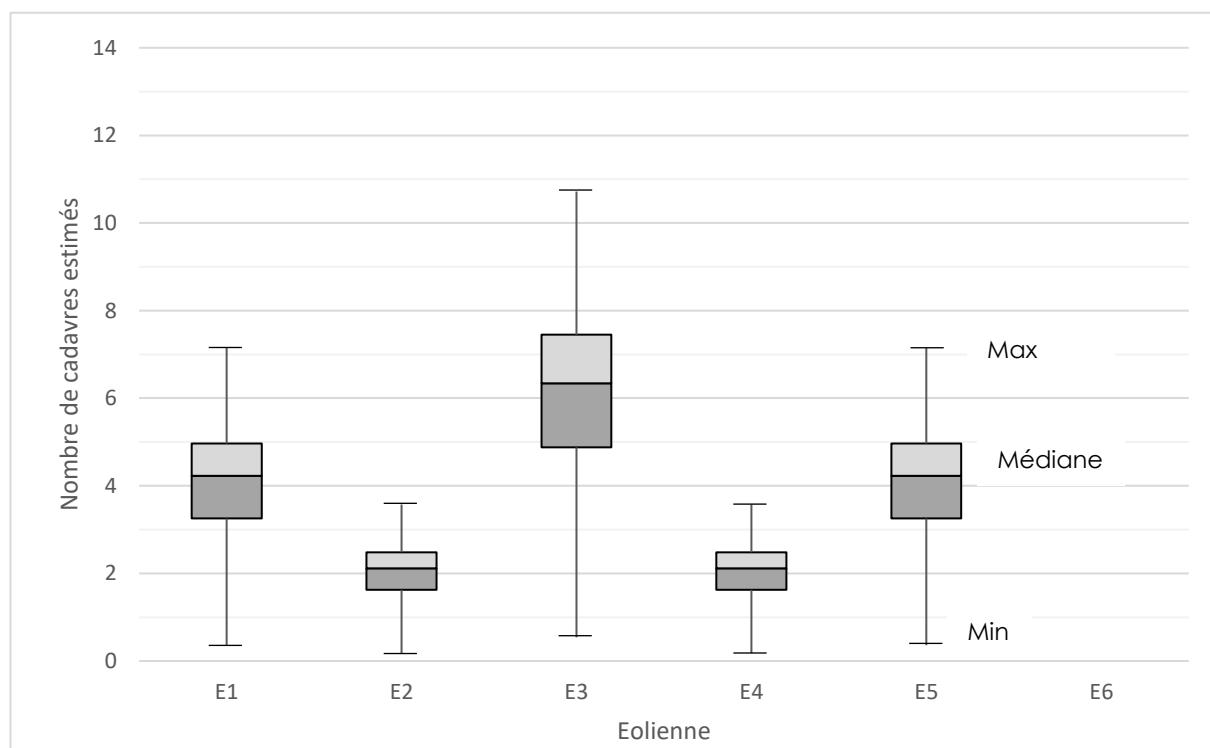
⁽¹⁾ FERRAND (2013). Projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune de Buléon (56) - Étude d'impact. 83 pages.

D'après les formules corrigées, une éolienne du parc de Buléon génère entre 0 et 11 cadavres d'oiseaux en 7 mois.

L'éolienne la plus impactante en 2022 pour l'avifaune (E3), a généré une moyenne de 6 c/7 mois (médiane de 8 c/7 mois), soit 14 c / an en moyenne selon Marc, 2017 (LPO).

De la même manière, les deuxièmes éoliennes les plus impactantes du parc impact (E1 et E5) ont engendré 4 c/7 mois (médiane de 7), soit 7 c/an.

Écart type entre les moyennes et les médianes estimées par éolienne
 – Cadavres Oiseaux –



Ces résultats mettent en évidence que ce sont les éoliennes E3 puis E1 et E6 sont les plus impactantes.

Troisième partie

SYNTHÈSE

3.1 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX

En 2022, 9 oiseaux de 7 espèces différentes ont été impactés (8 mortalités et 2 plumées/prédatées) entre avril et octobre. La période la plus impactante semble être le printemps (mai principalement), avec 3 cadavres observés mais des cas de mortalité sont observés durant l'ensemble du suivi (d'avril à octobre).

Les oiseaux les plus impactés sont le martinet noir et la buse variable, avec 22 % des cadavres relevés (2 cadavres sur la période). Les autres espèces concernées par la mortalité en 2022 ont été observées à une seule reprise (pigeon ramier, pigeon biset, faucon crécerelle, chardonneret élégant et goéland argenté).

Cinq éoliennes sur six ont généré de la mortalité d'oiseaux en 2022. Les cadavres ont majoritairement été trouvés aux pieds des éoliennes E 3, E 1 et E 5. La plus impactante d'entre elle (E 3) a généré 2 mortalités en 2022. Il est possible d'établir une corrélation entre l'occupation du sol et le nombre de cadavres, car les éoliennes E1, E3 et E5 sont également les plus proches des haies. Par contre, les éoliennes à proximité des boisements ne semblent pas davantage impacter les oiseaux que celles situées en zones cultivées. L'éolienne E6, par exemple, est située en bordure de boisement et n'a généré aucune mortalité d'oiseau en 2022.

Les calculs de la mortalité annuelle estimée (moyenne et médiane des 4 formules appliquées), indiquent une mortalité moyenne estimée de 3 cadavres par éolienne entre avril et octobre, soit proportionnellement de 5 cadavres par éolienne et par an pour le parc de Buléon en 2022.

Une étude réalisée par la LPO en 2016 (MARX G., 2016. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015), met en évidence une mortalité estimée entre 0 et 27 oiseaux impactés par éolienne et par an, soit une moyenne de 4 à 7 oiseaux par éolienne et par an (médiane de 3,5 à 4,5). D'après cette même étude, les parcs situés aux Etats-Unis impactent entre 3 et 7 oiseaux par an et par éolienne. Au Canada, cette moyenne est estimée entre 5 et 8 oiseaux par an et par éolienne.

Les valeurs ainsi obtenues sur le parc de Buléon se situent donc dans l'intervalle des mortalités estimées et sont comprises dans les moyennes estimatives des parcs français, des Etats-Unis et sont dans les moyennes basses des parcs du Canada.

En comparaison avec le précédent suivi, les mortalités de 2022 sont relativement plus faibles, avec 9 cadavres comptabilisés sur l'ensemble du suivi en 2022 contre 12 cadavres d'oiseaux en 2021 (sur seulement 5 mois d'observations). De plus, aucune mortalité de chauve-souris n'a été recensé en 2022. Par conséquent, en 2022, la mortalité a donc réduit par rapport à 2021 en plus de constituer 1 année entière de suivi et de référence.

Pour rappel, la dernière version du bridage par seuil est effective depuis le 1^{er} avril 2022. La relative baisse de la mortalité semble donc partiellement valider l'efficacité du bridage mis en place sur le parc de Buléon.

3.2 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS

- **Mortalité**

En 2022, aucune chauve-souris n'a été observée aux pieds des éoliennes.

L'année précédente, en 2021, 15 chauves-souris avaient été impactées entre avril et octobre. Les périodes les plus impactantes correspondent à la fin de la période de mise-bas, à celle de l'émancipation des jeunes et de migration (de juillet à septembre).

L'impact sur les chauves-souris a concerné trois espèces : la pipistrelle commune avec 12 cadavres (80 % des effectifs, soit 12 cadavres), la pipistrelle de Kuhl (1 cadavre) et la sérotine commune (2 cadavres).

La majorité des cadavres ont été trouvés au pied de l'éolienne E6 (40 % des effectifs). Seule l'éolienne E5 n'avait donc pas généré de mortalité. Une corrélation limitée semblait exister entre la mortalité de chauves-souris et le contexte environnant, notamment la proximité des boisements. Mais l'éolienne E6 se trouve effectivement proche d'une lisière boisée (moins de 30 m).

Sur 2 ans, les calculs de la mortalité annuelle estimée indiquent une mortalité moyenne et médiane estimées à 2,5 cadavres par éolienne et par an pour le parc de Buléon. Nous manquons de référentiel concernant l'impact moyen des parcs français sur les chauves-souris pour pouvoir comparer l'impact du parc de Buléon sur les chauves-souris. Cependant, ce nombre semble relativement élevé et reste supérieur aux observations faites par CERESA sur les autres parcs en Bretagne (14 parcs suivis depuis 2014).

Pour rappel, le bridage de éoliennes par seuil est effectif depuis le 08 octobre 2021. Aucune mortalité n'a depuis lors été observée et semble donc valider l'efficacité du bridage mis en place sur le parc de Buléon.

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

Le croisement des données enregistrées en altitude (à hauteur de nacelle) des deux années de suivi avec les observations de mortalité de l'année précédente met en évidence que :

- Les espèces impactées en 2021 étaient, par ordre décroissant, la pipistrelle commune, la sérotine commune puis la pipistrelle de Kuhl. Ces espèces sont également les espèces les plus contactées en altitude (88 % des contacts en 2021 et 67 % en 2022) ;
- les périodes de mortalité étaient globalement corrélées avec le pic d'activité enregistré en altitude (août et septembre) ;
- les conditions météorologiques en cas de mortalité étaient cohérentes avec celles enregistrées lors des activités en altitude ;
- Aucune mortalité n'a été observée en 2022, malgré le constat d'une activité similaire d'une année sur l'autre. En effet, en 2021, l'activité des chauves-souris a été moyenne (3 contacts/nuit) et la mortalité relativement élevée (15 cadavres trouvés), alors qu'en 2022, l'activité a été faible (1,6 contacts/nuit) et la mortalité nulle.
- l'importance relative de l'activité en altitude peut être reliée au contexte environnant, représenté essentiellement par une mosaïque de milieux ouverts et fermés, propices à l'activité de chasse des chauves-souris ;
- l'absence de mortalité depuis la mise en place d'un dispositif de bridage laisse présager une bonne efficacité du bridage par seuil mis en place dès la première année de mise en exploitation du parc, en particulier lors des 4 premières heures après le coucher du soleil ;

Remarque : La différence de protocole mis en œuvre entre l'étude d'impact et le suivi à hauteur de nacelle mené depuis la mise en route du parc, ne permet pas de pouvoir mener une analyse comparative de la fréquentation du site par les chauves-souris depuis l'installation des éoliennes.

3.3 RECOMMANDATIONS

Les résultats obtenus mettent en évidence que l'activité du parc éolien de Buléon engendre un impact dans les moyennes observées des autres parcs de France, du Canada et des Etats-Unis pour les oiseaux (estimation de 8 à 3 cadavres par éolienne et par an). Concernant les chauves-souris et depuis la mise en place du bridage par seuil, aucune mortalité de chauves-souris n'a été observée. Ce constat reste donc inférieur aux moyennes des autres parcs connus et suivis par CERESA.

Entre 2021 et 2022, le parc est surtout impactant pour la pipistrelle commune et le martinet noir qui constituent les deux principales espèces concernées par l'activité du parc.

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

- **Faible à très faible pour la pipistrelle de Kuhl et la sérotine commune** (1 à 2 cadavres découverts en 2021). La mortalité constatée ne remet pas pour autant en cause la préservation de la population locale. Les enregistrements ont montré que ces espèces étaient représentées par des populations locales non négligeables (respectivement 14 et 16 % des contacts en 2021). L'absence d'impact depuis la mise en place d'un bridage spécifique permet de confirmer le maintien du dispositif de bridage.
- **Faible à très faible pour les oiseaux protégés**, hors martinet noir (1 cadavre de chardonneret élégant, faucon crécerelle, goéland argenté, roitelet à triple bandeau et verdier d'Europe sur les deux années de suivi). La mortalité constatée ne remet cependant pas en cause la préservation de ces espèces au niveau local.
- **Moyen pour le martinet noir** (9 cadavres découverts en 2 ans). Le prolongement des mesures de suivi semble donc nécessaire pour vérifier l'impact de l'activité du parc éolien sur cette espèce.
- **Moyen pour la pipistrelle commune** (12 cadavres découverts en 2021). Aucun nouveau cas n'a été observé en 2022, ce qui semble mettre en évidence l'efficacité du dispositif de bridage par seuil.

3.3.1 MAINTIEN DU DISPOSITIF DE PROTECTION DES ESPÈCES

Un bridage par seuil est effectif depuis la première année de fonctionnement du parc (octobre 2021) et adapté selon les données locales (Buléon et Guéhenno, 2021). Le suivi environnemental réalisé durant l'évolution de ces mesures permet de comparer et de conclure sur l'efficacité du système de bridage établit sur le parc de Buléon.

La mise en place du dispositif de bridage par seuil a montré son efficacité pour réduire tout impact sur les chauves-souris (15 chauves-souris en 2021 et nul en 2022). L'absence de mortalité de chauves-souris malgré l'activité à hauteur de nacelle permet donc de démontrer que le paramétrage du bridage par seuil garantit la réduction voire l'absence d'impact sur ce groupe taxonomique.

En parallèle, la diminution du nombre de mortalité entre 2021 et 2022 informe que le bridage par seuil semble moyennement fonctionnel sur l'avifaune dont elle n'était de toute façon pas la cible principale.

- **Adaptation des conditions de bridage par seuil**

L'absence de mortalité chez les chauves-souris depuis la mise en place du bridage et l'analyse des données collectées en 2022 permettent de redéfinir les seuils de tolérance. Ainsi, les conditions de bridage retenues par le porteur de projet sont celles proposées ci-dessous.

Conditions de bridage par seuil (selon les données 2021 et 2022 cumulées)
--

Période ⁽¹⁾	Bridage	
	Horaires	Conditions météorologiques
Avril - Juillet	Bridage les 4 premières heures de la nuit	
Août- Septembre	Bridage étendu à toute la nuit	<ul style="list-style-type: none"> - Température supérieure à 12°C ⁽¹⁾ - Vent inférieur à 5,5 m/s ⁽²⁾ - Absence de précipitations
Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	

Légende

⁽¹⁾ Seuil garantissant une couverture de 94 % des contacts de chauves-souris.

⁽²⁾ Seuil de 84% des contacts.

Ce bridage par seuil sera effectif à compter d'avril 2023.

En cas de la mise en place d'un bridage par seuil génératrice d'une perte de production trop importante, le système de bridage pourra être réévalué et potentiellement couplé à un système de détection.

3.3.2 POURSUITES DES ÉTUDES

Du fait de la mise en service tardive du parc en 2021, les données de mortalité, d'activité des chiroptères et des rapaces diurnes sont manquantes durant le printemps de la première année. Le suivi d'activité et de mortalité seront donc prolongés d'une année et seront bien déclenchés dès début avril et se prolongeront jusqu'à fin octobre. Ils permettront alors de préciser les potentiels enjeux en période de reproduction de l'avifaune et plus particulièrement des rapaces diurnes, ainsi que la période de mise-bas des chiroptères.

Les suivis seront comparés avec les résultats obtenus depuis 2021 pour valider ou non ces constats et si besoin, pour réadapter les mesures.

ANNEXES

- Annexe 1 : Screenshot des SCADA**

BULEON France /

Name	Include	TurbineID	Select all
Avril-juin	<input checked="" type="checkbox"/>	E1	
	<input checked="" type="checkbox"/>	E2	
	<input checked="" type="checkbox"/>	E3	
	<input checked="" type="checkbox"/>	E4	
	<input checked="" type="checkbox"/>	E5	
	<input checked="" type="checkbox"/>	E6	

New

Avril-juin
 Bridage les 4 premières heures de la nuit
 Temperature > 10°C

Start date
End date
Yearly recurring

2022-04-01
2022-06-30

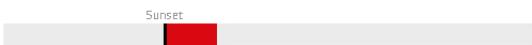
Time

Pause time
Sunset offset

Sunset offset
0 mins

Release time
Sunset offset

Sunset offset
240 mins

Sunset


Wind speed

Max. stop wind speed
Min. start wind speed

6 m/s
6.2 m/s

0
6
20

Temperature

Min. stop temperature
Max. start temperature

10.2 °C
10 °C

0
10
30

BULEON France /

Name	Include	TurbineID	Select all
Avril-juin	<input checked="" type="checkbox"/>	E1	
Juillet	<input checked="" type="checkbox"/>	E2	
Aout_septembre	<input checked="" type="checkbox"/>	E3	
Octobre	<input checked="" type="checkbox"/>	E4	
	<input checked="" type="checkbox"/>	E5	
	<input checked="" type="checkbox"/>	E6	

New

Start date: 2022-08-01 End date: 2022-09-30 Yearly recurring:

Pause time
Sunset offset

Sunset offset
0 mins

Release time
Sunrise offset

Sunrise offset
0 mins

Sunset
Sunrise


Wind speed

Max. stop wind speed
Min. start wind speed

6 m/s
6.2 m/s

0
6
20

Temperature

Min. stop temperature
Max. start temperature

10.2 °C
10 °C

0
10
30

Precipitation

No rain sensors available

Rain sensor enabled

BULEON France

Name	Include	Turbine ID	Select all
Avril-juin	<input checked="" type="checkbox"/>	E1	
Juillet	<input checked="" type="checkbox"/>	E2	
Aout_02_septembre	<input checked="" type="checkbox"/>	E3	
01-oct_31-oct	<input checked="" type="checkbox"/>	E4	
03-sept_15-sept	<input checked="" type="checkbox"/>	E5	
16-sept_30-sept	<input checked="" type="checkbox"/>	E6	

New

Name*
03-sept_15-sept

Description
special setup for 2 weeks

Start date 2022-09-03

End date 2022-09-15

Yearly recurring

Name*
03-sept_15-sept

Description
special setup for 2 weeks

Start date 2022-09-03

End date 2022-09-15

Yearly recurring

Time

Pausetime	Sunset offset
Sunset offset	0 mins
Release time	Sunrise offset
Sunrise offset	0 mins

Sunset Sunrise

Wind speed

Max. stop wind speed	Min. start wind speed
5 m/s	5.2 m/s

0 5 20

Temperature

Min. stop temperature	Max. start temperature
10.2 °C	10 °C

0 10 30

BULEON France

Name	Include	Turbine ID	Select all
Avril-juin	<input checked="" type="checkbox"/>	E1	
Juillet	<input checked="" type="checkbox"/>	E2	
Aout_02_septembre	<input checked="" type="checkbox"/>	E3	
01-oct_31-oct	<input checked="" type="checkbox"/>	E4	
03-sept_15-sept	<input checked="" type="checkbox"/>	E5	
16-sept_30-sept	<input checked="" type="checkbox"/>	E6	

New

Name*
01-oct_31-oct

Description
Bridge les 4 premières heures de la nuit
Temperature > 10°C

Start date 2022-10-01

End date 2022-10-31

Yearly recurring

Name*
01-oct_31-oct

Description
Bridge les 4 premières heures de la nuit
Temperature > 10°C

Start date 2022-10-01

End date 2022-10-31

Yearly recurring

Time

Pause time	Sunset offset
Sunset offset	0 mins
Release time	Sunset offset
Sunset offset	240 mins

Sunset

Wind speed

Max. stop wind speed	Min. start wind speed
6 m/s	6.2 m/s

0 6 20

Temperature

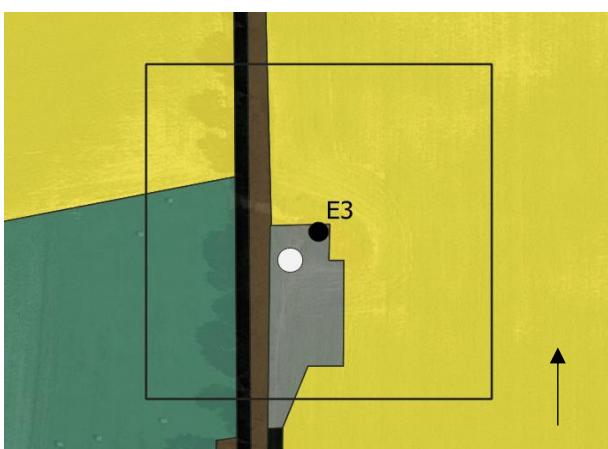
Min. stop temperature	Max. start temperature
10.2 °C	10 °C

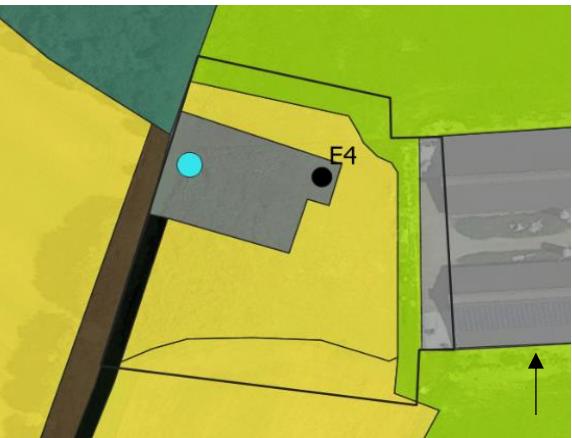
0 10 30

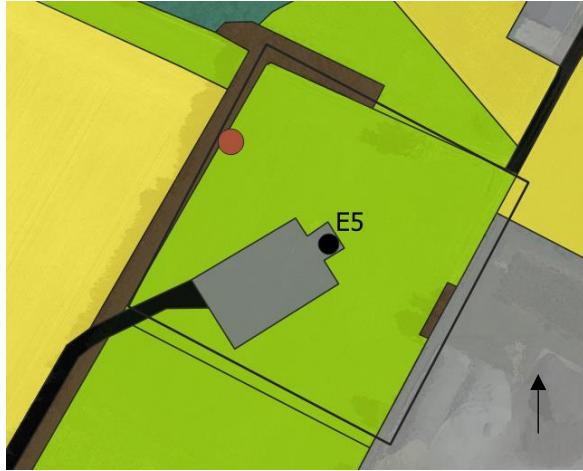
- Annexe 2 : Tableau brut des suivis d'activité des rapaces diurnes**

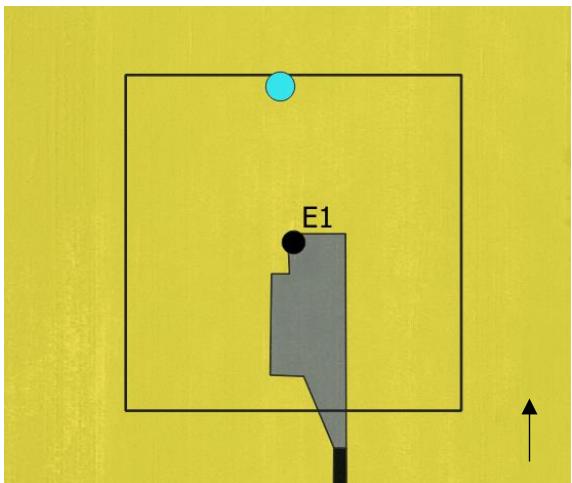
Date+A1:J15	Heure	Météo	Espèce	Opérateur	Eolienne	Nbr individus	Type vol	hauteur vol /Eolienne	situation/parc
xx/xx/yyyy	xx:xx	Couverture nuage, pluie, T°, vent	Nom vernaculaire	Nom	N° eol concernée	x	transit, chasse, ascendants, rotation altitude, parade, déplacement local	Au-dessus/Au-dessous/ A hauteur de pales (estimation en mètres)	Sur le parc / A côté du parc / Au loin
15/04/2022	9h05	soleil, vent nul, 12°C	Buse variable	SDP	E2	1	transit	Au-dessous	sur le parc (200 m)
15/04/2022	9h55	soleil, vent nul, 12°C	Buse variable	SDP	E4	1	rotation ascendant + transit	à hauteur des pales	sur le parc (200 m)
06/05/2022	8h45	soleil, vent nul, 11°C	Buse variable	ALP	E6	1	transit	Au-dessous	sur le parc (200 m)
06/05/2022	9h00	soleil, vent nul, 11°C	Faucon crécerelle	ALP	E6	1	Au sol	Au-dessous	à côté du parc (300 m)
12/05/2022	9h00	Soleil, vent moyen, 10°C	Buse variable	MM	E6	1	Déplacement local	Au-dessous	sur le parc (200 m)
12/05/2022	11h00	Soleil, vent moyen, 10°C	Buse variable	MM	E4	1	rotation altitude	Au-dessous	à côté du parc (300 m)
19/05/2022	10h00	Variable, vent moyen, 17°C	Buse variable	JM	E3	1	rotation + transit	à hauteur des pales	à côté du parc (300 m)
04/07/2022	11h50	Soleil, vent faible, 19°C	Buse variable	SdP	E4	1	Inconnu (chant uniquement)	Inconnu	à côté du parc (300 m)
10/08/2022	9h10	Soleil, vent moyen, 23°C	Buse variable	SdP	E5	1	Déplacement local (fuite)	Au-dessous	Sur le parc (50 m)
10/08/2022	9h47	Soleil, vent moyen, 23°C	Buse variable	SdP	E4	1	Déplacement local (fuite)	Au-dessous	Sur le parc (150 m)
05/09/2022	10h14	Pluie, vent moyen, 18°C	Buse variable	SdP	E4	1	Déplacement local	Au-dessous	sur le parc (200 m)
20/09/2022	10h20	soleil, vent faible, 13°C	Buse variable	SdP	E4	1	Chasse	Au-dessous	sur le parc (200 m)
04/10/2022	10h35	Pluie, 13°, vent faible	Buse variable	SdP	E2	1	Fuite	Au-dessous	à côté du parc (300 m)

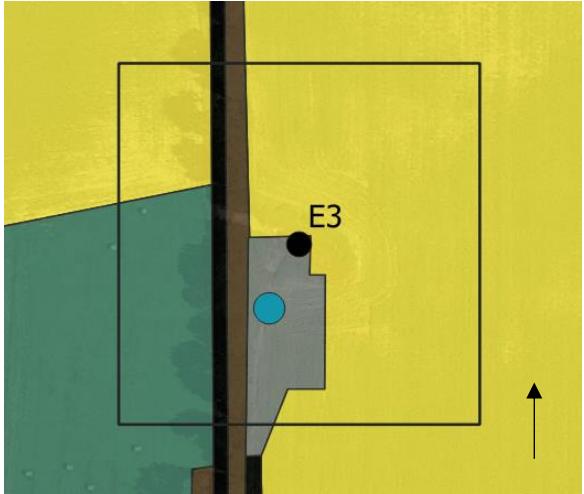
- Annexe 3 : Fiches de suivi de mortalité**

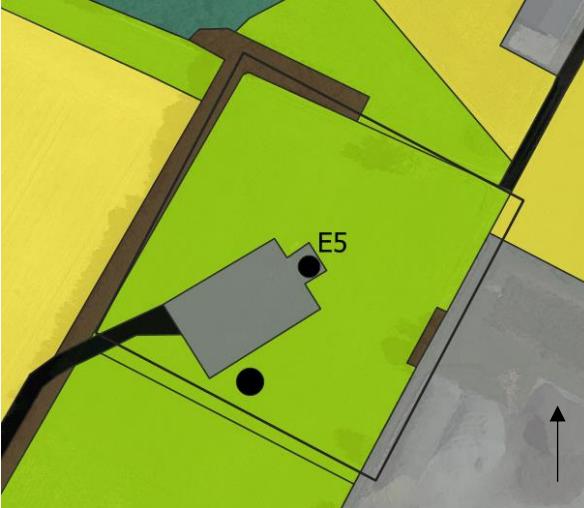
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
14-06-2022	E3	13 mètres	X L93 : 275175.3 Y L93 : 6773215.0	Anne-Lise POEYS	Plateforme		
Espèce	État			Cause présumée			
Pigeon biset	Cadavre partiellement décomposé et prédaté			Collision puis prédation			
Photographie			Carte				
							

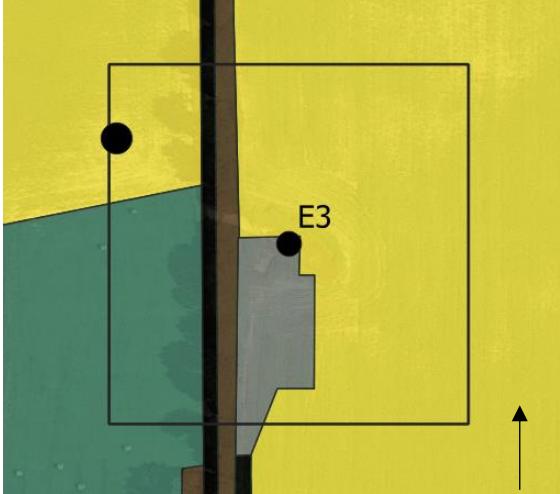
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
22-04-2022	E4	42 mètres	X L93 : 274673.2 Y L93 : 6772837.7	Clémence LESAULE	Plateforme		
Espèce	État			Cause présumée			
Buse variable	Cadavre frais			Collision			
Photographie			Carte				
							

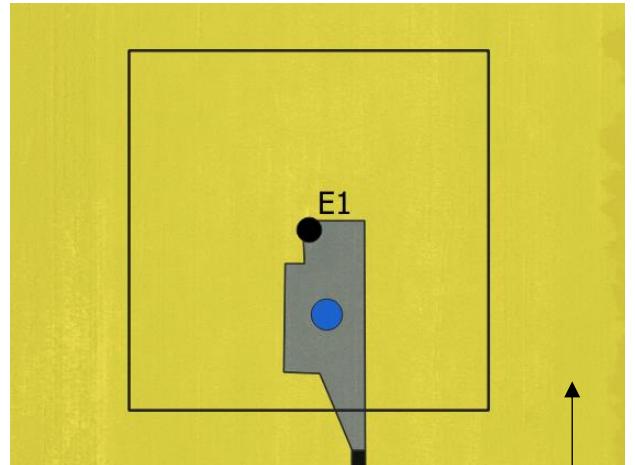
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
22-04-2022	E5	53 mètres	X L93 : 275386.4 Y L93 : 6773707.2	Clémence LESAULE	Prairie		
Espèce	État			Cause présumée			
Faucon crécerelle	Cadavre décomposé			Collision			
Photographie			Carte				
							

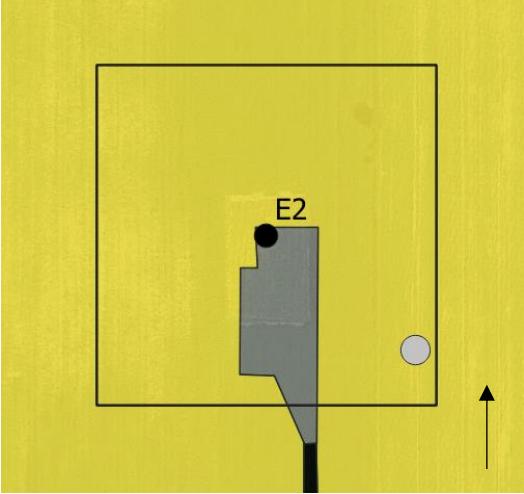
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
06-05-2022	E1	52 mètres	X L93 : 275780.9 Y L93 : 6773259.4	Anne-Lise POEYS	Labour		
Espèce	État			Cause présumée			
Buse variable	Cadavre décomposé			Collision			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
15-05-2022	E3	22 mètres	X L93 : 275175.9 Y L93 : 6773205.1	Morgane MERCELLE	Plateforme		
Espèce	État		Cause présumée				
Chardonneret élégant	Cadavre partiellement décomposé		Collision				
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
25-05-2022	E5	45 mètres	X L93 : 275401.6 Y L93 : 6773628.8	Anne GADBY	Prairie		
Espèce	État		Cause présumée				
Martinet noir	Cadavre frais		Collision				
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
28-06-2022	E3	62 mètres	X L93 : 275131.7 Y L93 : 6773257.8	Anne-Lise POEYS	Labour		
Espèce	État			Cause présumée			
Martinet noir	Cadavre frais			Collision			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
03-08-2022	E1	26 mètres	X L93 : 275790.4 Y L93 : 6773182.8	Jordan MAROSQUENE	Plateforme		
Espèce	État			Cause présumée			
Pigeon ramier	Plumée			Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)			
Photographie			Carte				
							

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ							
Parc éolien de Buléon (56)							
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale		
04-10-2022	E2	61 mètres	X L93 : 275530.7 Y L93 : 6773180.7	Sissilia DE PARSCAU	Culture		
Espèce	État		Cause présumée				
Goéland argenté	Fragment (plumes et fragment de cadavre)		Collision puis prédateur au sol ou simple prédateur (potentiellement non liée aux éoliennes)				
Photographie			Carte				
							

• **Annexe 4 : Tableau brut des suivis de mortalités des oiseaux et des chauves-souris**

BULEON 2022																																
Date	Opérateur	Météo			Heure début	Eolienne N° 1					Eolienne N° 2					Eolienne N° 3																
		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						
15/4/2022	Sdp	Ensoleillé	12	Nul	8h30	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	850	4,5	plate-forme	150	5	Labours	600	4	plate-forme	150	5	Prairies	150	3			
22/4/2022	LC	Ensoleillé	12	Faible	8h40	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	600	4	plate-forme	150	5	Prairies	150	3			
29/4/2022	JM	Couvert	10	Moyen	8h30	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	600	4	plate-forme	150	5	Prairies	150	3			
6/5/2022	ALP	Ensoleillé	11	Nul	8h30	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	600	4	plate-forme	150	5	Prairies	150	1			
12/5/2022	MM	Ensoleillé	10	Moyen	8h30	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	850	4	plate-forme	150	5	Labours	600	4	plate-forme	150	5	Prairies	150	0			
19/5/2022	JM	Variable	10	Moyen	8h30	plate-forme	150	5	Labours	850	3	plate-forme	150	5	Labours	850	3	plate-forme	150	5	Labours	600	3	plate-forme	150	5	Prairies	150	0			
25/5/2022	Ag	Ensoleillé	12	Moyen	8h45	plate-forme	150	5	Mais	850	4	plate-forme	150	5	Mais	850	4	plate-forme	150	5	Mais	600	4	plate-forme	150	5	Prairies	150	0			
31/5/2022	Sdp	Ensoleillé	16	Faible	9h	plate-forme	150	5	Mais	850	5	plate-forme	150	5	Mais	850	5	plate-forme	150	5	Mais	550	5	plate-forme	150	5	Prairies	120	0,5			
8/6/2022	ALP	Variable	15	Faible	8h45	plate-forme	150	5	Mais	850	4	plate-forme	150	5	Mais	850	5	plate-forme	150	5	Mais	450	5	plate-forme	150	5	Prairies	140	0,5			
14/6/2022	MM	Ensoleillé	11	Moyen	8h15	plate-forme	150	5	Mais	850	4	plate-forme	150	5	Mais	850	5	plate-forme	150	5	Mais	450	5	plate-forme	150	5	Prairies	140	0,5			
20/6/2022	Ag	Couvert	17	Nul	8h30	plate-forme	150	5	Mais	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	3	Mais	200	1	plate-forme	150	5	Mais	450	4	plate-forme	150	5	Prairies	140	2
28/6/2022	ALP	Ensoleillé	14	Faible	8h45	plate-forme	150	5	Mais	850	1	plate-forme	150	5	Mais	750	3	Mais	100	0,5	plate-forme	150	5	Mais	450	4	plate-forme	150	5	Prairies	140	2
4/7/2022	Sdp	Ensoleillé	19	Moyen	11h40	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	750	3	Mais	100	0	plate-forme	150	5	Mais	450	4	plate-forme	150	5	Prairies	140	1,5
12/7/2022	Ag	Ensoleillé	18 - 25	Moyen	8h45	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	750	2	Mais	100	0	plate-forme	150	5	Mais	450	2	plate-forme	150	5	Prairies	140	1,5
19/7/2022	MM	Ensoleillé	23-29	Nul	8h10	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	300	0	Mais	150	2	plate-forme	150	5	Prairies	140	1
26/7/2022	LC	Ensoleillé	18	Faible	9h	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	375	0	Mais	75	2	plate-forme	150	5	Prairies	140	1
3/8/2022	JM	Ensoleillé	20	Moyen	8h40	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	2			
10/8/2022	Sdp	Ensoleillé	20	Moyen	8h50	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	2			
16/8/2022	Sdp	Ensoleillé	20	Moyen	8h50	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	2			
22/8/2022	ALP	Couvert	17	Nul	8h30	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	1			
29/8/2022	MM	Ensoleillé	17-24	Fort	8h30	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	1			
5/9/2022	Sdp	Pluvieux	18°C	Moyen	9h30	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	1,5			
13/9/2022	MM	Couvert	18	Moyen	8h30	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	850	0	plate-forme	150	5	Mais	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	1			
20/9/2022	Sdp	Ensoleillé	9	Faible	8h40	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	1,5			
27/9/2022	Sdp	Variable	12	Fort	8h50	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	1,5			
4/10/2022	Sdp	Pluvieux	13	Faible	8h40	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	1,5			
11/10/2022	Sdp	Ensoleillé	11	Moyen	8h30	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	450	0	plate-forme	150	5	Prairies	140	1,5			
19/10/2022	Sdp	Couvert	15	Fort	8h30	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme														

Eolienne N° 4										Eolienne N° 5										Eolienne N° 6										Mortalité	Remarque
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	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib		
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Prairies	700	2,5	plate-forme	150	5	Prairies	650	3,5	Prairies	200	2	plate-forme	150	5	Labours	650	3,5	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Prairies	700	2,5	plate-forme	150	5	Prairies	650	3,5	Prairies	200	2	plate-forme	150	5	Labours	650	3,5	foret	200	1,5	E4 : 1 Buse variable E5 : 1 Faucon crécerelle	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Prairies	700	2,5	plate-forme	150	5	Prairies	650	3,5	Prairies	200	2	plate-forme	150	5	Labours	650	3,5	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Prairies	700	2,5	plate-forme	150	5	Prairies	850	1				plate-forme	150	5	Labours	650	4	foret	200	1,5	E1 : 1 Buse variable	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Prairies	700	2	plate-forme	150	5	Prairies	850	4				plate-forme	150	5	Labours	650	4	foret	200	1,5	E3 : 1 Chardonneret élégant	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Prairies	700	2	plate-forme	150	5	Prairies	850	4				plate-forme	150	5	Labours	650	4	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Labours	700	4	plate-forme	150	5	Prairies	850	4				plate-forme	150	5	Mais	650	4	foret	200	1,5	E5 : 1 Martinet noir	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Labours	700	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4				plate-forme	150	5	Mais	650	5	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Autres céréales	750	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3				plate-forme	150	5	Mais	650	5	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Autres céréales	750	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3				plate-forme	150	5	Mais	650	5	foret	200	1,5	E3 : 1 Pigeon biset	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	150	5	Autres céréales	750	4	plate-forme	150	5	Prairies	850	3				plate-forme	150	5	Mais	650	3	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0,5	plate-forme	150	5	Prairies	850	1,5				plate-forme	150	5	Mais	650	1,5	foret	200	1,5	E3 : 1 Martinet noir	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	1,5				plate-forme	150	5	Mais	650	1,5	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	1,5				plate-forme	150	5	Mais	650	1,5	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	1,5				plate-forme	150	5	Mais	650	1,5	foret	200	1,5	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	1,5				plate-forme	150	5	Mais	650	1,5	foret	200	1,5	E1 : 1 plumée Pigeon ramier (prédateur)	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	1,5				plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	1,5				plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	1,5				plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	2				plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	550	3	Prairies	300	0,5	plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	550	3	Prairies	300	1	plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	600	3	Prairies	250	1	plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	600	3	Prairies	250	1	plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	3				plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	0	plate-forme	150	5	Prairies	850	3				plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Autres céréales	750	2,5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3				plate-forme	150	5	Mais	650	0	foret	200	2	E2 : 1 Goéland argenté (juv)	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Labours	750	2,5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3				plate-forme	150	5	Labours	650	5	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Labours	750	2,5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4				plate-forme	150	5	Labours	650	5	foret	200	2	RAS	RAS			
plate-forme	150	5	Sol nu	100	5	Labours	750	2,5	plate-forme	150	5	Prairies	850	2,5				plate-forme	150	5	Labours	650	5	foret	200	2	RAS	RAS			

- **Annexe 5 : Tests d'efficacité des observateurs (d)**

Date	Test n°	Leurre déposé	Leurre retrouvé	Coef. correcteur d
14/06/2022	1	29	25	0,862
16/08/2022	2	26	23	0,885
Total	2	55	48	-
Moyenne	-	27,5	24	0,873

- **Annexe 6 : Tests de persistance des cadavres (p et tm)**

Test 1								Tm
Date	14/06/22	15/06/22	17/06/22	20/06/22	22/06/22	24/06/22	28/06/22	
Éolienne	Dépôt	obs	obs	p	obs	obs	obs	
E1	4	3	2	0,5	1	1	1	11,75
E2	4	4	4	1	4	4	4	42
E3	4	4	4	1	4	4	3	36
E4	4	4	3	0,75	3	3	2	25,75
E5	4	4	4	1	4	4	4	42
E6	4	4	4	1	4	4	4	42
Total	24	23	21	-	20	20	18	199,5
Moyenne	-	-	-	0,83	-	-	-	33,25
Intervalle totale (jrs)	0	1	3		6	8	10	
Intervalle inter. (jrs)	0	1	2		3	2	2	
Test 2								Tm
Date	16/08/22	17/07/22	19/08/22	22/08/22	24/08/22	26/08/22	29/08/22	
Éolienne	Dépôt	obs	obs	p	obs	obs	obs	
E1	4	4	3	0,75	0	0	0	3,25
E2	4	4	1	0,25	0	0	0	1,75
E3	4	4	1	0,25	1	1	1	7,75
E4	5	4	1	0,2	1	1	1	6,2
E5	4	1	1	0,25	1	1	1	7
E6	4	4	1	0,25	1	1	1	11
Total	25	21	8	-	4	4	3	36,95
Moyenne	-	-	-	0,32	-	-	-	6,16
Intervalle totale (jrs)	0	1	3		6	8	10	
Intervalle inter. (jrs)	0	1	2		3	2	2	

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.

	Durée de persistance des cadavres (tm)	Taux de prédatation (p) pour j+3
Test 1	33,25	0,83
Test 2	6,16	0,32
Moyenne	19,70	0,60

- Annexe 7 : Correcteur surfacique (A)**

Prospection	Sr																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
E1	8 300	8 300	8 300	8 300	8 300	6600	8300	10000	8300	8300	6600	3200	1500	1500	1500	1500	1500	1500
E2	9 150	8 300	8 300	8 300	8 300	6600	8300	10000	10000	10000	6200	6100	6000	6000	1500	1500	1500	1500
E3	8200	8200	8200	7600	7300	6100	8500	8920	8740	8740	8060	8060	7920	5720	4480	4480	3420	3420
E4	6500	6500	6500	6500	5800	5800	10000	10000	10000	10000	8600	3700	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E5	6850	6850	6850	3200	8300	8300	8300	8300	6600	6600	6600	4050	4050	4050	3200	3200	4050	4050
E6	6650	6650	6650	7300	7300	7300	8600	8600	8600	6000	4050	4050	4050	2100	2100	2300	2300	2300
Total réel	45650	44800	44800	41200	45300	40700	52000	55820	52240	49640	40110	29160	26520	22370	15780	15780	15770	15770
Total théorique (12 100 m ² /éolienne)	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600
Moyenne	7 608	7 461	7 467	6 867	7 550	6 783	8 667	9 303	8 707	8 273	6 685	4 860	4 420	3 728	2 630	2 630	2 628	2 628
A	1,5497																	

Prospection	Sr (suite)											
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
E1	1500	1500	1500	1500	1500	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
E2	1500	1500	1500	1500	1500	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
E3	3420	3380	3380	3520	3380	9020	9020	9020	9020	9020	2920	
E4	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	6500	6500	6500	6500	
E5	4050	4900	5100	5600	5600	5600	6600	6600	6600	8300	5750	
E6	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	
Total réel	15770	16580	16780	17420	17280	39920	32420	35920	44420	46120	37470	
Total théorique (12 100 m ² /éolienne)	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	72 600	
Moyenne	2 628	2 763	2 797	2 903	2 880	6 653	5 403	5 987	7 403	7 687	6 245	
A	1,5497											

Légende :

Sr : Surface réellement prospectée

A : Correcteur surfacique

Annexe 8 : Écart type des valeurs estimées

	Oiseaux						Chiroptères					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Min	0,36	0,18	0,54	0,18	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Premier quartile	3,25	1,63	4,88	1,63	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Médiane	4,23	2,11	6,34	2,11	4,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Troisième quartile	4,97	2,48	7,45	2,48	4,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	7,15	3,57	10,72	3,57	7,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Annexe 9 : Synthèse par mois des données d'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle (2021 et 2022)

Analyse des données d'activité des chauves-souris			
Période	Activité ⁽¹⁾	2021	2022
Avril	1,7 %	Absence de données	Activité faible les 4 premières heures
Mai	11,7 %	Absence de données	Activité moyenne toute la nuit
Juin	2,6 %	Absence de données	Activité faible les 2 premières heures
Juil.	5,2 %	Activité très faible les 3 premières heures de la nuit	Activité moyenne les 4 premières heures
Août	35,69 %	Activité forte les 2 premières heures et faible le reste de la nuit	Activité très forte toute la nuit
Sept.	28,6 %	Activité très forte toute la nuit	Activité très faible les 4 premières heures
Oct.	14,6 %	Activité moyenne les 4 premières heures	Activité forte les 4 premières heures
Nov.	0,0 %	Absence d'activité	Absence d'activité

Légende

(1) Activités enregistrées et cumulées (2021 et 2022)

Annexe 10 : Synthèse des données météorologiques enregistrées en lien avec l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle (2021 et 2022)

Analyse des données météorologiques			
Vents	Activité ⁽¹⁾	Température	Activité ⁽¹⁾
≥ 6 m/s	15,49 %	≤10°C	0,00 %
≥ 6,5 m/s	8,26 %	≤11°C	2,93 %
≥ 7 m/s	6,02 %	≤12°C	5,34 %
≥ 7,5 m/s	3,10 %	≤13°C	9,29 %
≥ 8 m/s	0,69 %	≤14°C	12,05 %
≥ 8,5 m/s	0,34 %	≤15°C	29,26 %

Légende

(1) Activités enregistrées et cumulées (2021 et 2022)