

Parc éolien de Buléon (56)
Suivi environnemental post-implantation
(2021-2023)
- Bilan Année 2023 -



SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET MÉTHODOLOGIE.....	5
1.1	OBJET DE LA MISSION.....	6
1.2	CONTEXTE	8
1.2.1	Situation.....	8
1.2.2	Contexte écologique.....	11
1.2.3	Occupation des sols.....	12
1.2.1	Données bibliographiques.....	14
1.3	RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PARC EOLIEN	15
1.3.1	Caractéristiques du parc et des éoliennes	15
1.3.2	Mesures de bridage	16
1.4	PRESENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI	17
2	RÉSULTATS	22
2.1	SUIVI DE LA FREQUENTATION DU PARC PAR LES CHAUVES-SOURIS.....	23
2.1.1	Espèces contactées.....	23
2.1.1	Analyse de l'activité.....	24
2.2	SUIVIS DE LA FREQUENTATION DU PARC PAR LES RAPACES DIURNES.....	29
2.3	SUIVI DE LA MORTALITE	30
2.3.1	Analyse générale	30
2.3.2	Les espèces constatées (plumées / cadavres)	31
2.3.3	Interprétation	35
2.3.1	Calculs de la mortalité estimée	37
3	BILAN ET PERSPECTIVES	43
3.1	SYNTHESE DES SUIVIS MENES SUR 3 ANS SUR LE PARC DE BULEON	44
3.2	PRESCRIPTIONS POUR 2024	51
4	ANNEXES	53

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 et d'un recensement de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris au pied des éoliennes. Le protocole précise les périodes de l'année et la fréquence des prospections à mener en fonction des enjeux identifiés lors des études préalables.

La méthodologie utilisée pour la présente étude prend en compte les données issues de l'étude d'impact. À savoir, la présence de plusieurs espèces nicheuses à proximité du parc, dont la buse variable (niveau de sensibilité 2), et d'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). La méthodologie proposée est donc issue du croisement entre le protocole ministériel en vigueur et les exigences de l'arrêté préfectoral d'autorisation du parc (arrêté du 12 octobre 2015).

La présente mission s'inscrit donc 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).

Pour rappel, les suivis menés depuis la mise en service du parc (en 2021) a mis en évidence la mortalité de 15 chauves-souris (de 3 espèces différentes) et de 12 oiseaux (de 5 espèces différentes) en 2021, d'aucune chauve-souris et de 9 oiseaux en 2022 (de 7 espèces différentes). L'impact était donc considéré important la 1^{ère} année et en nette diminution la 2^{ème} année, notamment pour l'impact sur les chauves-souris.

D'avril 2021 à octobre 2022, ce parc a fait l'objet de bridages nocturnes par seuils, adaptés aux conditions météorologiques, conformément aux engagements repris

dans l'arrêté d'autorisation ICPE. Ce bridage a évolué en fonction des résultats de suivis menés en 2021, puis en 2022, sur la base du croisement entre les données des enregistreurs en altitude, les données météorologiques et les observations de mortalité au sol.

Le présent rapport rend compte du suivi mené en 2023, correspondant à la troisième et dernière année de suivi du parc de Buléon, conformément à l'arrêté préfectoral.

1.2 CONTEXTE

1.2.1 SITUATION

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 d'un positionnement des aérogénérateurs de part et d'autre de la RN 24.

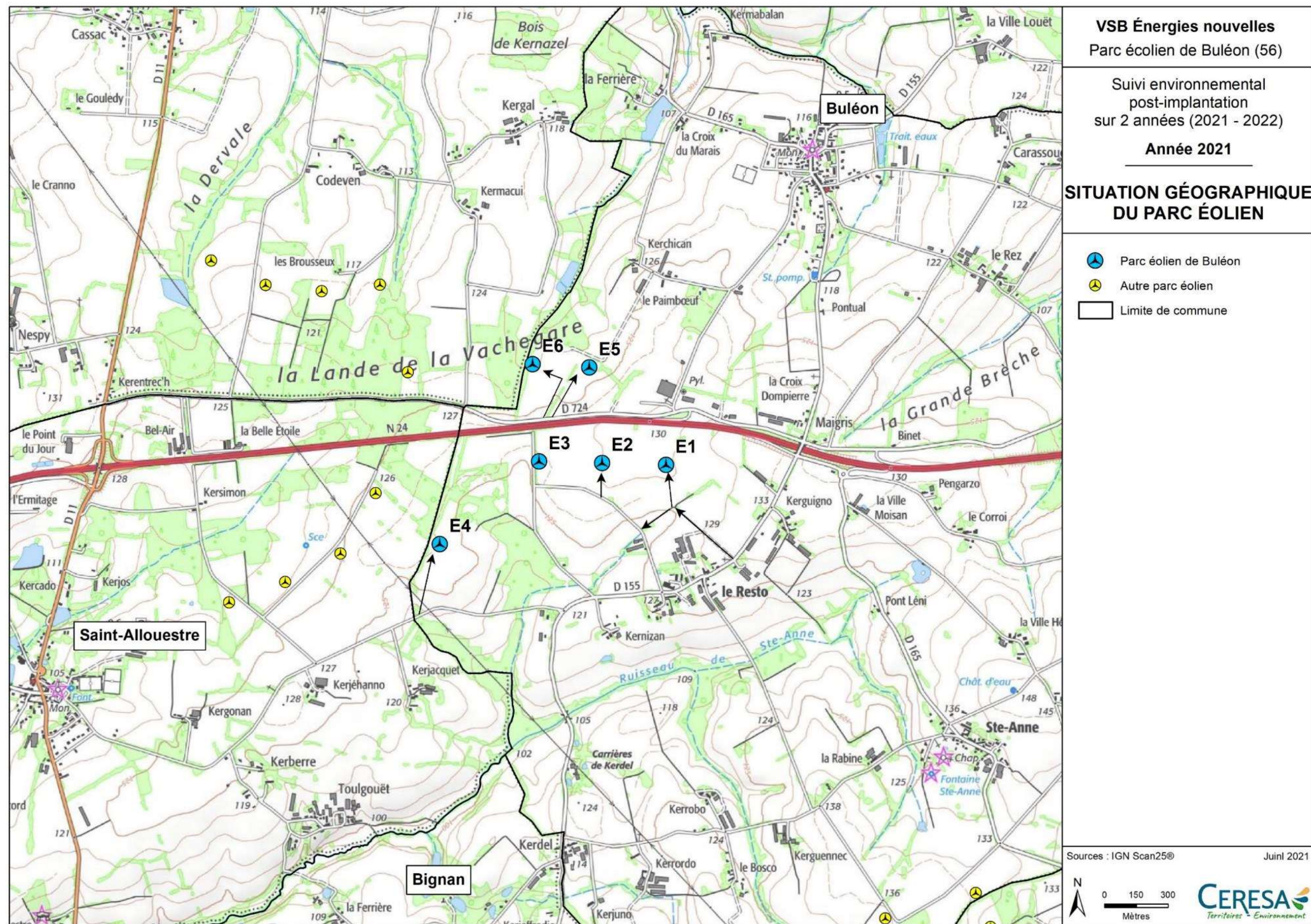
Le paysage est localement dominé par les milieux ouverts essentiellement composés de grandes cultures et de prairies, avec présence de petits vallons boisés au sud et à l'est.

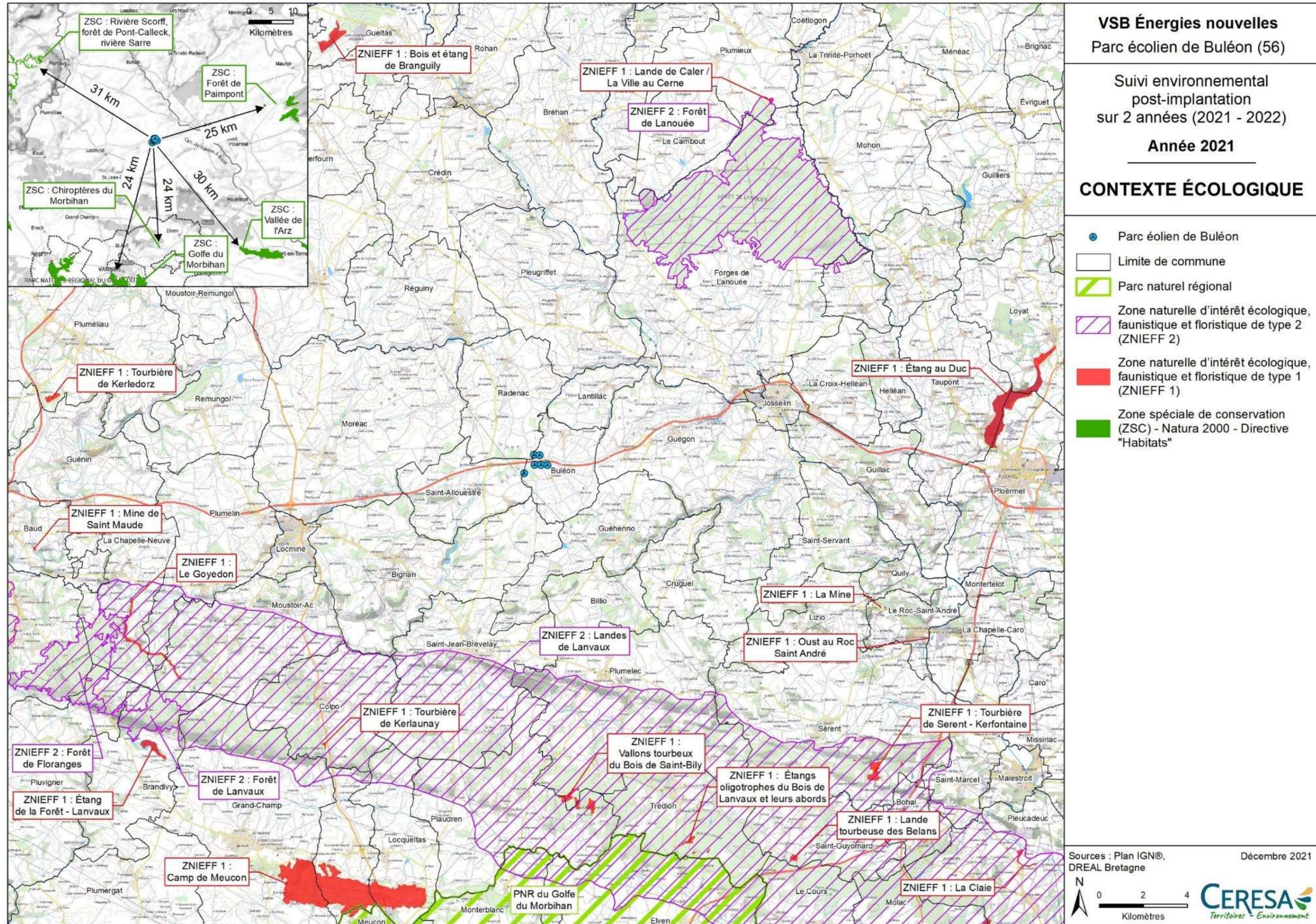
Les vallées les plus proches sont celles de la Claie et son affluent, correspondant au ruisseau de Saint-Anne (au sud-ouest), ainsi que celle du ruisseau de la Ville Oger qui alimente la section commune de l'Oust et du canal de Nantes à Brest (au nord-est du territoire).

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). Plusieurs petits boisements sont présents aux alentours du parc, interconnectés par quelques haies, formant un bocager résiduel principalement lié aux vallées du ruisseau de Saint-Anne, de Dervale et de la Claie.



Des paysages globalement « ouvert », associés aux grandes cultures céréalières





1.2.2 CONTEXTE ECOLOGIQUE (CF. CARTE CI-AVANT)

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 Kerledorz, 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). D'autres forêts sont également présentes dans un rayon d'une quinzaine de kilomètre à l'est du parc éolien (Crédin, Sérent, du Val d'Ouest, du Roc Saint-André, etc.).

Concernant le réseau Natura 2000, les sites d'importance communautaire sont très éloignés du parc étudié (plus de 25 km) et n'entretiennent pas de lien fonctionnel particulier avec les milieux présents autour des éoliennes de Buléon.

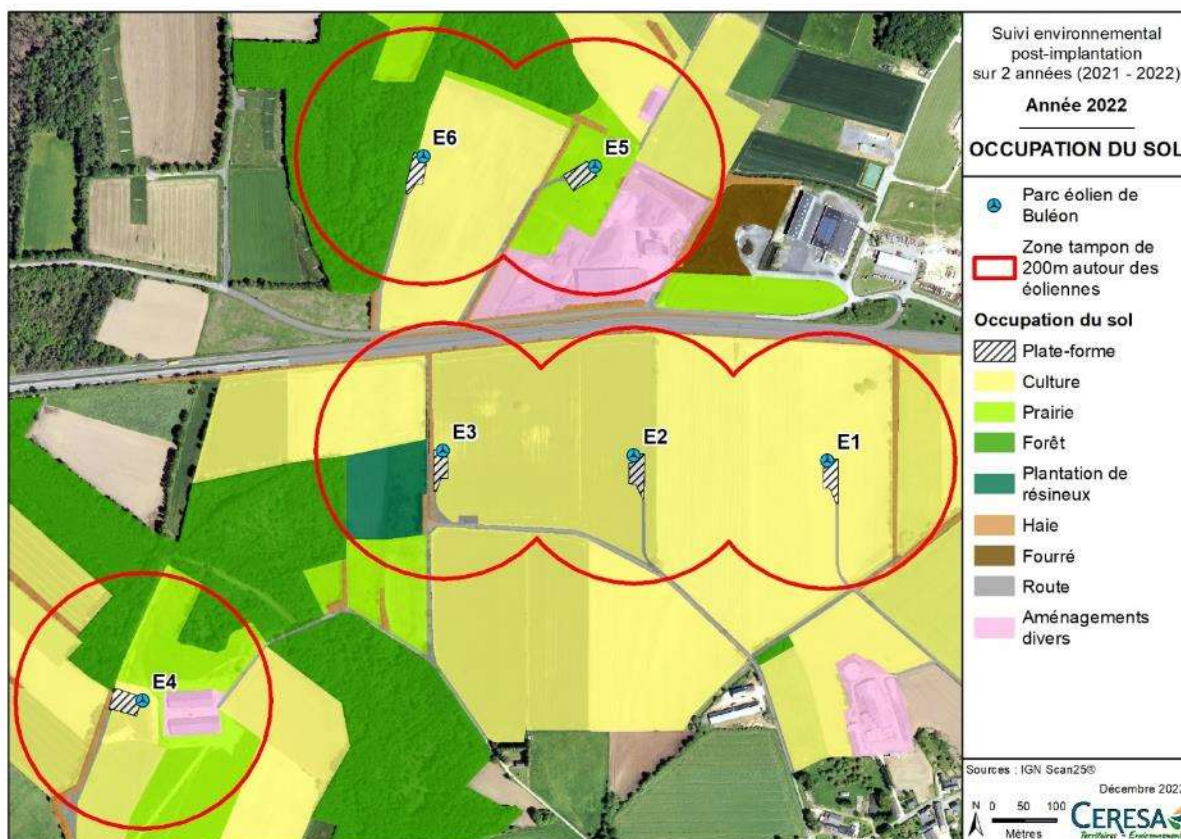
Par ailleurs, aucun espace faisant l'objet d'une protection réglementaire (arrêté de protection biotope, réserve naturelle régionale ou nationale, etc.) ou foncière (ENS) n'est présente à proximité du parc éolien.

La carte présentée ci-avant permet de mettre en évidence les zones d'intérêt écologique les plus proches, essentiellement situées au sud du parc éolien.

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

1.2.3 OCCUPATION DES SOLS

Les éoliennes étudiées se trouvent au sein d'un plateau dominé agricole, bordé à l'est par une « coulée » plus forestière (cf. extraits de carte ci-dessous). Les parcelles à caractère plus forestier sont principalement composées de chênaies, alors que les espaces agricoles sont menés en « grandes cultures » de céréales (maïs, blé, sarrasin) et ou en prairies temporaires.



À proximité des éoliennes (rayon de 200 m), une grande majorité de la surface est dédiée aux cultures (61,2 %) ou aux milieux forestiers (13,2 %), aux prairies (11,1 %) et milieux artificiels (route, plateforme et bâtiments, 9,7 %). Quelques haies se trouvent également à proximité de certains supports (E3, E4 et E5 principalement), mais constituent de faibles linéaires (2,2 %).

Habitats présents dans un rayon de 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 résineux de	83.311	1,74	2,52
Haies	84.4	1,49	2,17
Routes	86	1,92	2,78
Plates-formes	86	0,83	1,21
Aménagements divers	86.3	3,94	5,72
	86.5		
Total		68.89 ha	100 %

1.2.1 DONNEES 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 dans le cadre de l'étude d'impact ont mis en évidence une richesse ornithologique globalement moyenne en période de reproduction, avec divers 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 agricoles qui entourent le parc. Malgré des secteurs potentiellement favorables, aucun enjeu concernant les espèces hivernantes n'a été relevé ⁽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 couple de buse variable était présent dans les boisements proches de l'éolienne n°6 ⁽¹⁾ ; - Quelques oiseaux remarquables sont également 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⁾.

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

1.3 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PARC EOLIEN

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 CARACTERISTIQUES DU PARC ET DES EOLIENNES

Alignements des éoliennes :

- Deux axes d'alignement orientés est / ouest et comportant 2 (E5 et E6) et 3 éoliennes (E1, E2 et E3), espacées de 270 à 300 mètres ;
- Une éolienne seule, située au sud-ouest du parc (E4), espacée de plus de 600 m par rapport aux autres aérogénérateurs du parc.

Caractéristiques des éoliennes (modèles Vestas V110) :

- Hauteur du moyeu (nacelle) : 95 mètres ;
- Hauteur totale en bout de pale : 150 mètres ;
- Garde au sol (distance entre le sol et le bout des pales) : 40 m
- Nombre de pales : 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 : 25 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 :

Caractéristiques 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 du parc de Guéhenno. Les températures n'étant pas prises en compte, l'arrêt nocturne des machines couvrait toute la nuit. Cette mesure permettait de réduire au maximum, le risque d'impact sur les chauves-souris, en l'absence de données propres au parc de Buléon.

A partir de l'été 2022, les conditions de bridage ont été réévaluées, en se basant sur les premières données collectées en 2021 sur le parc de Buléon (cf. ci-dessous).

Conditions de bridage par seuil de Buléon en 2021 et 2022			
Période		Horaires	Conditions météorologiques
2021	Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	- Vent inférieur à 7 m/s ⁽¹⁾
2022	Avril - Juin	Bridage les 4 premières heures de la nuit	- Température supérieure à 10°C - Vent inférieur à 6 m/s ⁽²⁾
	Juillet	Bridage les 4 premières heures de la nuit	
	Août	Bridage étendu à toute la nuit	
	Septembre	Bridage étendu à toute la nuit	
	Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	

Légende

- (1) Seuil garantissant une couverture de 90 % des contacts de chauves-souris sur Guehenno, transposé pour Buléon.
(2) Basé sur les données de Buléon relevées en 2021.

En 2023, le bridage a été de nouveau adapté, afin de prendre en compte les observations de 2022, 1^{ère} année disposant d'observations en altitude croisées avec les données météo sur l'ensemble de la saison d'activité des chauves-souris (avril-octobre).

Conditions de bridage par seuil de Buléon en 2023		
Période ⁽¹⁾	Bridage	
	Horaires	Conditions météorologiques
Avril -juillet	Bridage les 4 premières heures de la nuit	- Température supérieure à 12°C ⁽¹⁾ - Vent inférieur à 5,5 m/s ⁽²⁾
Août - Septembre	Bridage étendu sur toute la nuit	
Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit	

Légende

- (1) Seuil garantissant une couverture de 94 % des contacts de chauves-souris en altitude.
(2) Seuil permettant de couvrir 84% des contacts.

1.4 PRESENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI

Le dispositif de suivi environnemental du parc éolien s'appuie sur 2 approches :

- 1 suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris au sol ;
- Un suivi de l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle.

Les 2 approches sont complémentaires. Elles permettent de définir les dispositifs nécessaires pour préserver la faune volante (oiseaux et chauves-souris).

A noter que dans le cadre du suivi du parc éolien de Buléon, un recensement complémentaire de l'activité des rapaces autour du parc est également réalisé, sur demande de l'arrêté préfectoral, au regard de la présence régulière de buses constatée lors de l'état initial.

1.4.1 SUIVI DE LA MORTALITE

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

Suivant le protocole ministériel de 2018, ce suivi doit comporter :

- 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 pré-nuptiale), ces périodes devront également être intégrées.

Du fait de l'absence d'enjeu identifié en période inter nuptiale lors de l'étude d'impact, et conformément aux exigences de l'arrêté préfectoral en date du 12 octobre 2015, le suivi de mortalité a été mené, à raison **d'1 passage par semaine entre avril et octobre** (cf. annexe 3).

Le parc ayant été mis en service en juin 2021, le suivi n'a été que partiel la 1^{ère} année. Le suivi a donc été prolongé d'une année, en 2023 (l'arrêté préfectoral prévoyait un suivi sur 2 ans).

La recherche de cadavres est menée autour de chaque aérogénérateur (6 éoliennes pour le du parc de Buléon), conformément au protocole ministériel.

Le protocole de prospection consiste à parcourir un carré centré sur l'éolienne. La hauteur du rotor étant à 110 mètres, les carrés prospectés ont été calés sur 55 m de part et d'autre de chaque éolienne. La surface prospectée est donc d'environ 1,2 ha par éolienne.

Chaque « carré » est prospecté lentement (2 à 3 km/h), suivant des transects distants d'environ 10 m.

Le temps de prospection pour chaque support est d'environ 30 à 40 minutes.

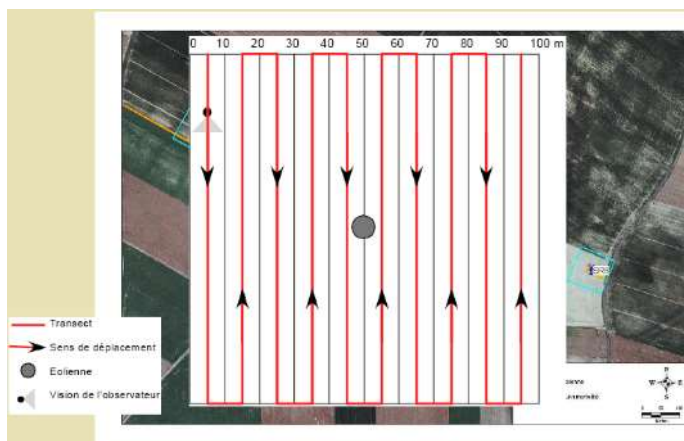


Schéma théorique de prospection - Source : Vienne Nature

Les visites sont effectuées le matin, lorsque la luminosité est suffisante pour permettre une recherche efficace.

Le suivi de mortalité est systématiquement accompagné par un relevé de l'occupation du sol (type et hauteur de végétation) permettant à l'opérateur d'évaluer la surface « réellement » prospectée lors de chaque visite. Ces « surfaces estimées » permettent de définir un coefficient de correction de surface, utilisé dans les calculs d'estimation de mortalité annuelle (cf. *chapitre 1.4.4*).

Les cadavres collectés sont identifiés sur place et systématiquement pris en photo. A noter que chaque cadavre de chauves-souris est par ailleurs envoyé à l'anses, dans le cadre de son programme d'épidémiologie-surveillance et de recherche sur la rage.

1.4.2 SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS EN ALTITUDE

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

Le suivi en nacelle a été réalisé sur le **support N° 3**, correspondant à une éolienne globalement située au centre du parc et présentant un environnement représentatif du contexte local (grandes cultures et assez proches d'une haie).

Un enregistreur (de type Batlogger) a été installé le 31 mars 2023. Suite au constat de problèmes d'enregistrements (données saturées en parasites), le dispositif Batlogger a été remplacé le 29/06/2023, par un SM4Bat. Le système d'enregistrement est resté en place sur la nacelle N°3 jusqu'au 31 octobre 2023.

Problème méthodologique rencontré : Les informations transmises par le Batlogger semblaient correctes jusqu'en juin (quelques dizaines de contacts par nuits). C'est seulement à partir de juin que les informations transmises par le Batlogger ont commencé à alerter l'opérateur sur un probable dysfonctionnement de l'appareil (plusieurs centaines, voire milliers de contacts ressortaient par nuit), ce qui explique que l'appareil n'a été changé que tardivement. Malgré une recherche fine de signaux au milieu des parasites, il n'a pas été possible d'extraire de données fiables de contacts de chauves-souris sur la période avril-juin 2023.

Le micro est placé sous la nacelle, orienté vers le bas, conformément aux recommandations de la SFEPM.

Les données d'activité des chauves-souris (contacts d'ultrasons) sont enregistrées en format horaire GMT+1. Elles sont croisées avec les données météorologiques relevées sur le parc par l'opérateur, permettant ainsi, d'analyser l'activité des chiroptères en altitude, en fonction des conditions météorologiques.

Nota : Les données concernant les vitesses de vent et les températures sont arrondies au 0,5 près.

1.4.3 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES RAPACES DIURNES

Conformément aux exigences de 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.

Il s'agit de relever, en parallèle des visites de mortalité, la présence de rapaces sur et à proximité du parc (rayon visuel de 300 à 500 m environ), en relevant la distance d'observation par rapport à l'éolienne la plus proche, la hauteur de vol et le comportement de l'oiseau (chasse, transit, rotation sur place,...). Une recherche de l'emplacement d'éventuels nids est mené, en cas de présence de couple présentant des comportements reproducteurs.

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

1.4.4 SUIVIS COMPLEMENTAIRES ET CALCULS D'ESTIMATION DE MORTALITE ANNUELLE

Pour alimenter les calculs d'estimation de la mortalité annuelle (cf. chapitre 1.4.1), des relevés complémentaires sont effectués. Ils se basent sur la réalisation de tests de prédation, permettant d'évaluer la vitesse de disparition des cadavres et de tests d'efficacité de l'opérateur en charge des relevés, conformément au protocole ministériel de 2018 (cf. relevés en annexe 2).

- **Test de persistance des cadavres**

Deux tests de persistance des cadavres ont été réalisés en juin, puis en août 2023, selon le protocole suivant :

- dispersion de 3 à 4 cadavres par éolienne (21 souris en juin et 21 poussins en août) ;
- suivi de la persistance du cadavre par réalisation de passages réguliers : retour le lendemain du jour de la dispersion, puis 2 visites par semaine jusqu'à 14 jours après la dispersion.

Ces tests de persistance 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.

Les résultats des tests réalisés en 2023 sont présentés en annexe.



- **tests d'efficacité de l'opérateur**

Deux séries de tests d'efficacité ont été menées durant le suivi 2023 (en juin, puis en août), sur la base du protocole suivant :

- un 1^{er} opérateur disperse 3 à 5 leurres (cf. exemples ci-contre) par éolienne, de tailles et de couleurs variées, afin de simuler différentes tailles et couleurs d'oiseaux et de chauves-souris ;
- l'opérateur en charge du suivi applique le protocole de recherche habituel de cadavres et relève, en parallèle, les leurres retrouvés ;
- Un coefficient de détectabilité est calculé par comparaison entre le nombre de leurres retrouvés et le nombre déposé (coefficient « d » dans les calculs d'estimations).



Exemple de leurres utilisés

Les résultats des tests réalisés en 2023 sont présentés en annexe.

• Estimation de la mortalité

Les calculs d'estimation de la mortalité permettent de « corriger » les biais liés à l'efficacité de l'observateur, au taux de prédation en fonction des caractéristiques d'un site (proximité de lisières, etc.) et à la récurrence plus ou moins régulière des passages de prospection. Ces estimations permettent en outre de pouvoir effectuer des comparaisons entre différents sites étudiés. La SFEPM recommande de croiser plusieurs méthodes, afin de prendre également en compte la variabilité entre ces dernières. Conformément au protocole ministériel de 2018, les formules suivantes ont été prises en compte dans la présente étude.

Formule de Winkelmann (1989) :

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

- **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 quand l'ensemble de la surface a été prospectée)

Formule d'Erickson (2000) :

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

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

Formules de Jones et Huso :

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

- **p_{Huso}** = $tm*[1-\exp(-\text{Min}(I/\hat{I})/tm)]/I$
- **p_{Jones}** = $\exp(-0,5*I/tm)$
- **e** (coefficient correcteur moyen de l'intervalle) = $(\text{Min } I : \hat{I})/I$
- **\hat{I}** (intervalle effectif moyen) = $-\log(0,01)*tm$

En pratique, nous avons utilisé l'outil eolapp, mis à disposition par le Centre d'Ecologie Fonctionnelle & Evolutive du CNRS pour effectuer les calculs estimatifs (source : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>), ce qui permet d'éviter toute erreur dans les calculs.

Deuxième partie

RÉSULTATS

2.1 SUIVI DE LA FREQUENTATION DU PARC PAR LES CHAUVES-SOURIS

Rappelons que ce suivi s'appuie sur les enregistrements réalisés en altitude, au niveau de la nacelle E3. Rappelons que suite à un problème d'enregistreur, les données analysées ne correspondent qu'à la période fin juin - fin octobre.

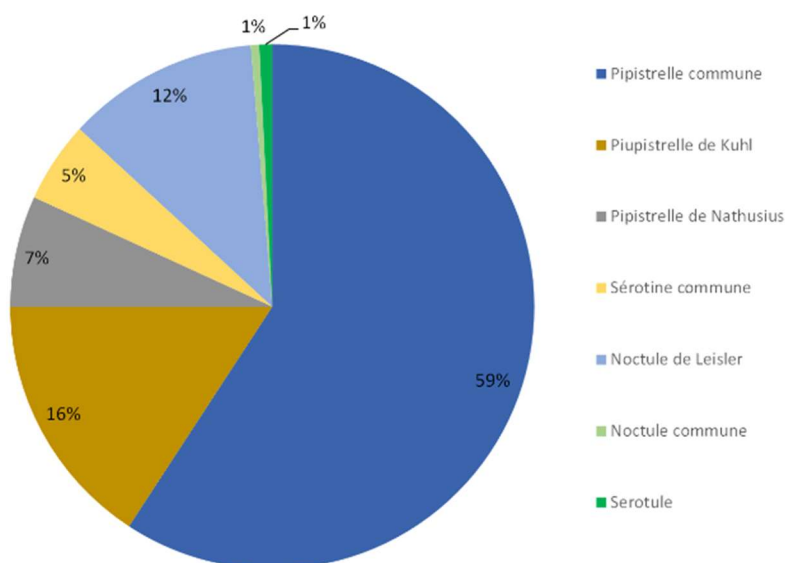
2.1.1 ESPECES CONTACTEES

Les enregistrements réalisés en 2023 ont permis d'identifier 6 espèces de chauves-souris, sur les 22 connues en Bretagne, ce qui représente une diversité assez faible, mais classique pour des contacts en altitude. Pour information, la « serotule » correspond aux signaux non identifiables entre les sérotines et les noctules. Le contexte plutôt ouvert (grandes cultures) et le peu de milieux boisés à proximité de l'éolienne E3 (1 haie), explique très certainement ce faible niveau de diversité.

Comme les années précédentes, on retrouve en altitude, les espèces habituelles de pipistrelles, dominées par la pipistrelle commune (près de 60% des contacts), suivi par des effectifs plus faibles de pipistrelles de Kuhl (16 %). Viennent ensuite les espèces connues pour voler en altitude lors de leurs déplacements, notamment en période de migration, comme la pipistrelle de Nathusius et la noctule de Leisler qui représente un pourcentage assez important (12 % des contacts). Les autres espèces contactées sont plus anecdotiques (1% à 5 % des contacts pour la noctule commune et la sérotine commune). Rappelons toutefois que le micro est orienté vers le bas depuis la nacelle, il est donc possible que certains contacts correspondent à des animaux ne volant pas forcément à hauteur de pales, pour les espèces qui émettent des cris assez « puissants » (pipistrelles, noctules et sérotines notamment).

Diversité observée en % du nombre de contacts
(période d'activité Juillet-octobre)

Diversité observée en nombre de contacts
(toutes saisons confondues)



Statut des chauves-souris contactées sur le parc éolien de Buléon en 2023

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats	Protection nationale	Listes rouges		Note de risque	Ratio
				France	Bretagne		
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	DHIV	Art.2	NT	LC	3	59 %
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	DHIV	Art.2	LC	LC	2,5	16 %
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	DHIV	Art.2	NT	NT	3,5	7 %
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	DHIV	Art.2	NT	LC	2,5	5 %
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	DHIV	Art.2	NT	NT	3	12 %
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	DHIV	Art.2	VU	NT	3,5	< 1 %

Directive Habitats : Directives européennes habitats, faune, flore (92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992), **DHII** : Espèce dont la conservation peut nécessiter la désignation d'une ZSC ; **DHIV** : Espèce nécessitant une protection stricte

Protection nationale : Arrêté du **23 avril 2007**, modifié (maj 17 mars 2019) fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur le territoire national – **Art2** : Statut de protection des individus et de leurs aires de repos et sites de reproduction

Listes rouges : MNHN/UICN consultation janvier 2024

LC : préoccupation mineure, **NT** : quasi-menacée, **Vu** : vulnérable, **EN** : en danger, **CR** : en danger critique, **NE** : non évalué **DD** : Données insuffisantes

Note de risque : Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2015).

Ratio : Pourcentage de contacts sur le site de Buléon en 2023

NB : La « sérotine » ne figure pas dans le tableau car il s'agit des signaux non identifiables entre les sérotines et les noctules

2.1.1 ANALYSE DE L'ACTIVITE

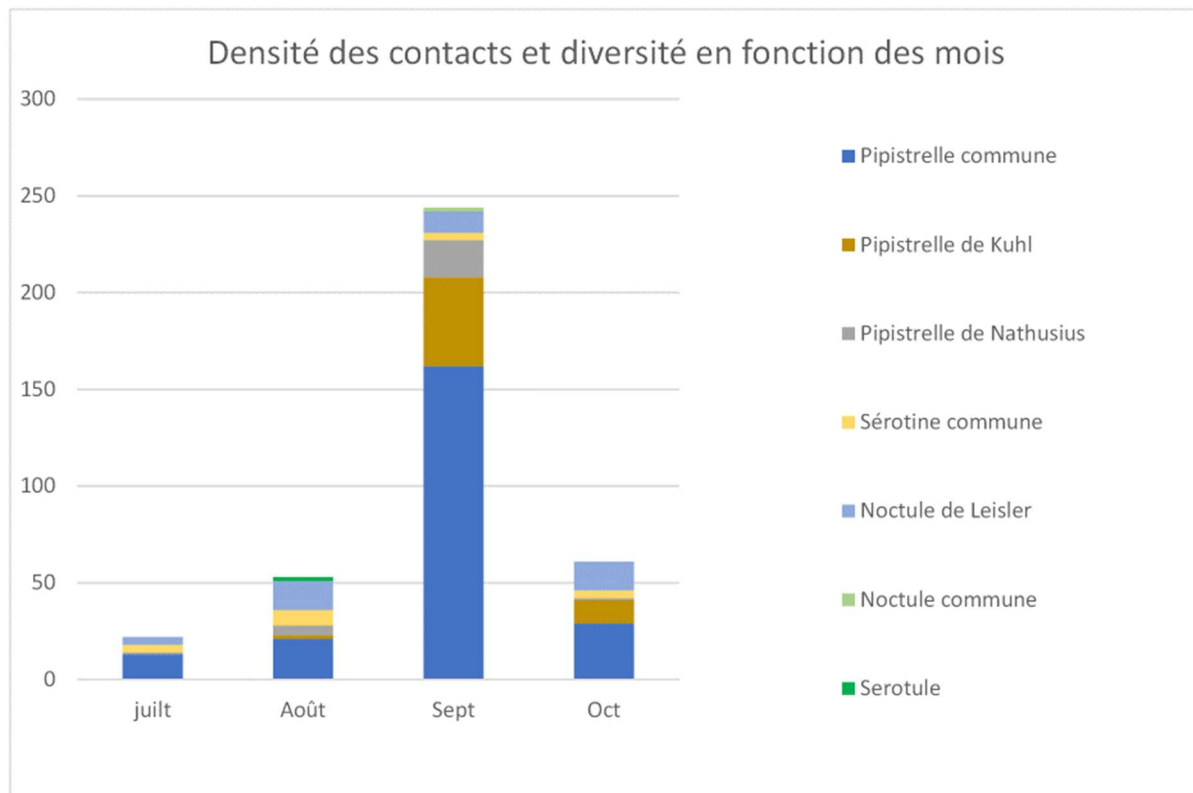
L'analyse des données enregistrées, croisées avec les informations fournies par l'opérateur éolien (données SCADA) permettent d'étudier la répartition des contacts en fonction de différents facteurs (période de l'année, températures et vitesses des vents notamment).

• Répartition de la fréquentation par les chauves-souris en altitude au cours de la période étudiée

Entre juillet et octobre 2023, moins de 380 contacts ont été enregistrés en altitude (après avoir retiré les parasites), ce qui apparaît assez classique, mais nettement inférieur au nombre de contacts enregistré sur le parc de Guehenno, situé à proximité (2300 contacts sur l'ensemble de la saison d'activité : avril – octobre). Ces effectifs apparaissent également faibles, par rapport à ce que l'on peut enregistrer habituellement à hauteur d'arbres (il est assez fréquent d'avoir plus de 500 contacts sur une seule nuit).

Même si nous ne disposons pas des contacts sur l'ensemble de la saison (cf. introduction du chapitre), La répartition des contacts n'apparaît pas homogène en fonction des mois. En effet, le mois de septembre, est classiquement plus « actif » que les autres mois (près de 65 % des contacts), notamment du fait d'une activité de migration qui se traduit souvent par des vols plus fréquents en altitude.

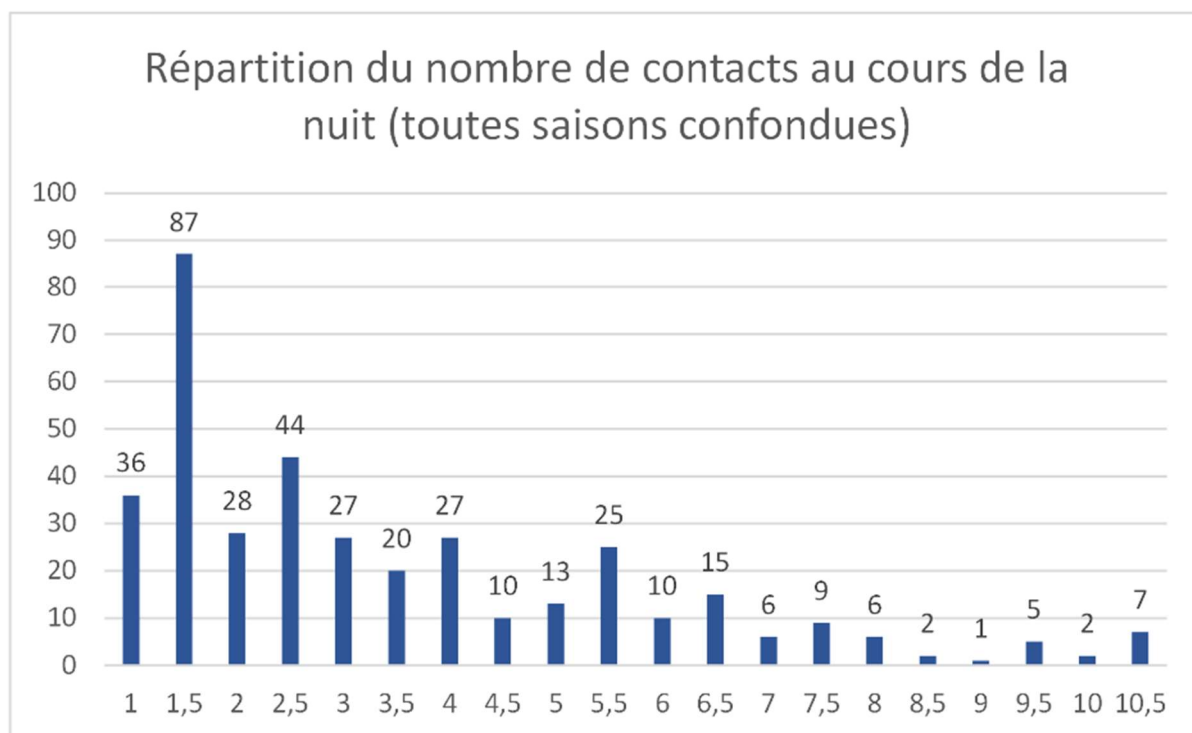
C'est également sur septembre que l'on retrouve des densités plus importantes d'espèces considérées migratrices, comme les noctules et la pipistrelle de Nathusius.



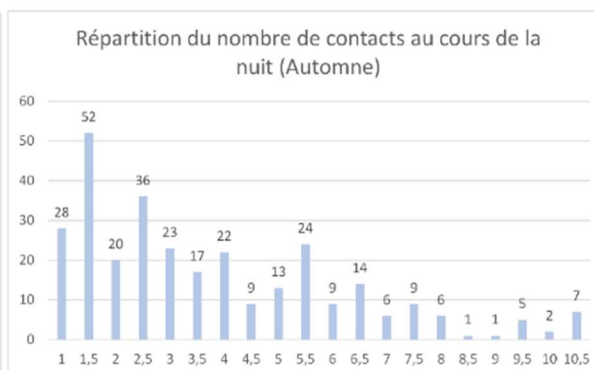
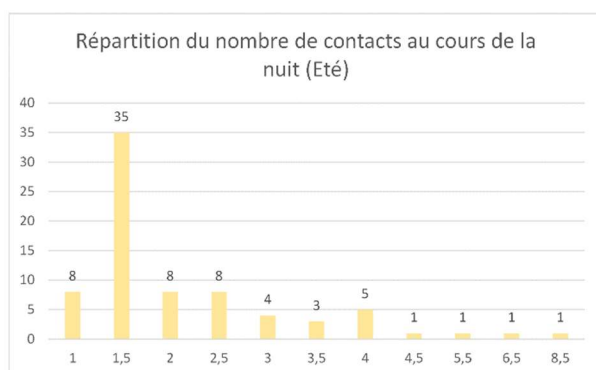
• Répartition de la fréquentation en fonction des heures

Le niveau d'activité des chauves-souris en fonction de la durée après le coucher du soleil confirme un niveau d'activité plus important en début de nuit (pic classique vers 1h30 après le coucher du soleil), pour décroître assez rapidement après 2h00, puis progressivement sur le reste de la nuit, avec un léger regain entre 5h30 et 6h30 après le coucher du soleil (reprise d'activité en fin de nuit).

Les 4 premières heures de la nuit couvrent près de 70 % des contacts. Il faut atteindre les 7 premières heures, après le coucher du soleil, pour obtenir 90% des contacts.



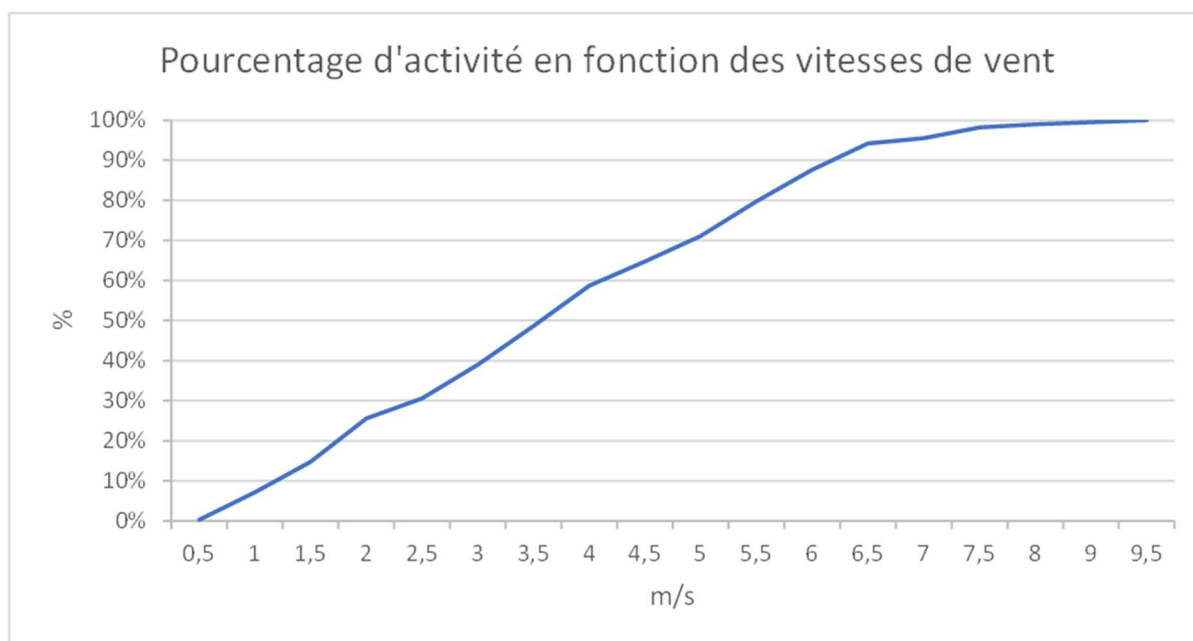
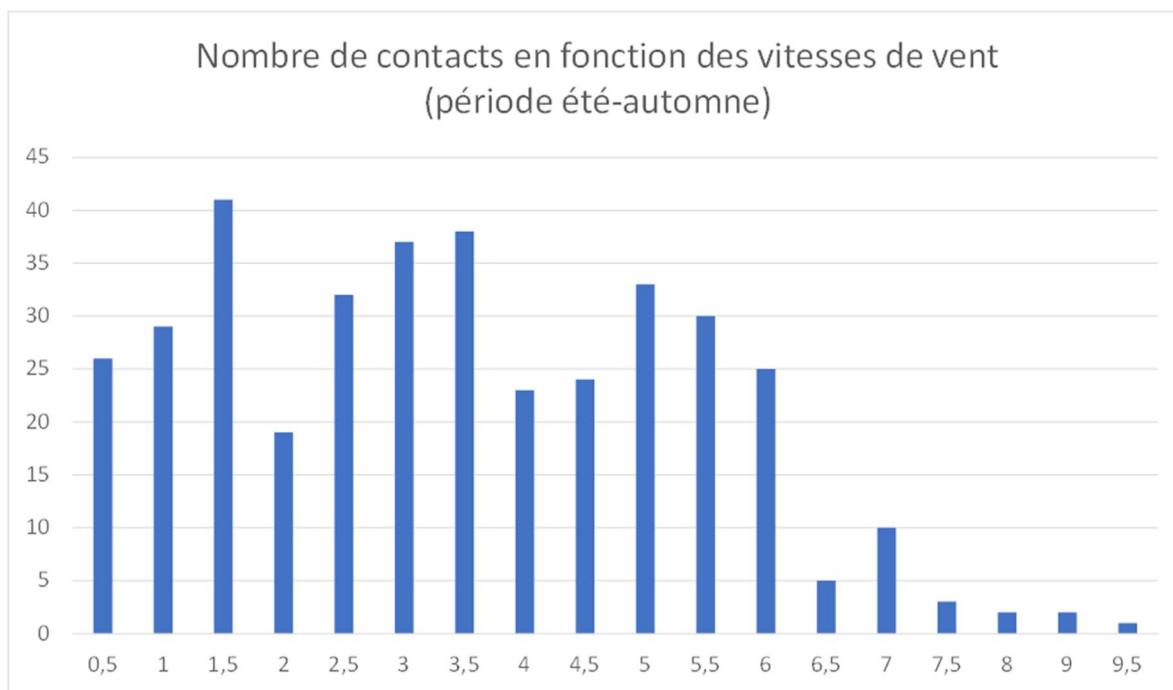
L'activité semble répartie différemment en fonction des saisons, avec un pic vraiment marqué en début de nuit en été (réduction forte de l'activité à partir de 2h00 après le coucher du soleil), alors que la diminution d'activité apparaît plus « régulière » et davantage répartie sur l'ensemble de la nuit après l'été (cf. graphiques ci-dessous).



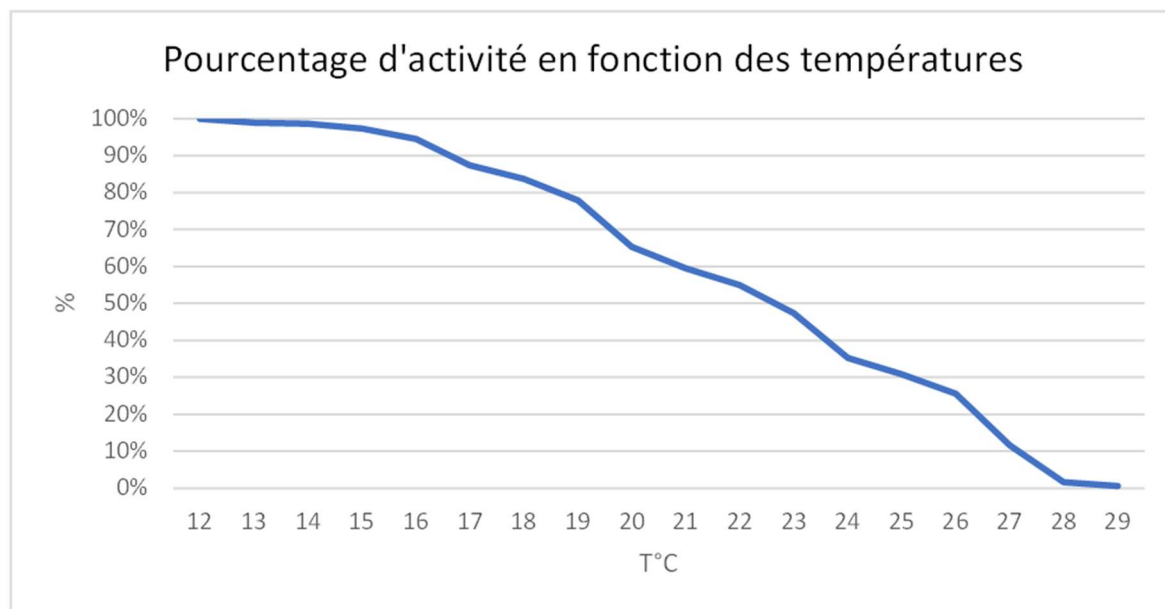
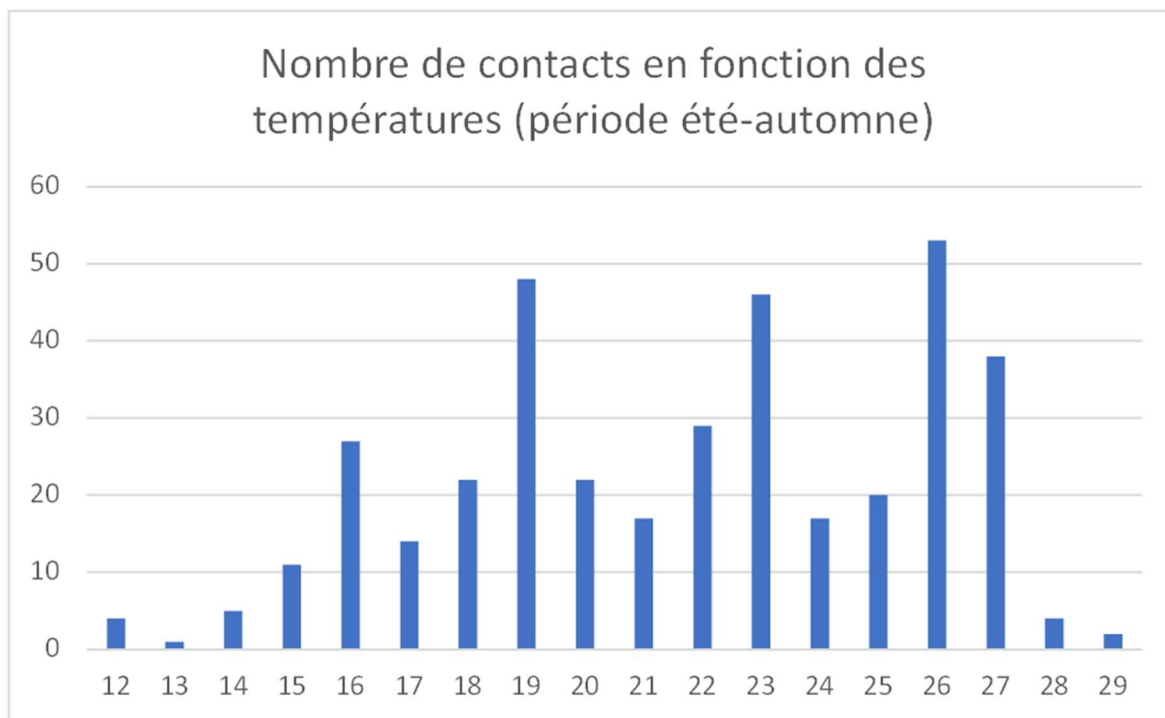
• **Répartition de la fréquentation en fonction des conditions météorologiques (vent et températures)**

L'analyse de l'activité des chauves-souris, sur la base des données météorologiques enregistrées au niveau de la nacelle E3 (données SCADA transmises par l'opérateur), permettent de confirmer les tendances décrites dans la bibliographie, à savoir (cf. graphiques ci-dessous) :

- Pour les vents : une baisse marquée de l'activité des chauves-souris au-dessus de 6 m/s (moins de 10 % des contacts) et il n'y a plus aucun contact au-dessus de 9,5 m/s.



- Pour les températures : 95% des contacts de chauve-souris se répartissent au-dessus de 16°C. Ce constat ne prend cependant pas en compte les données avec des températures inférieures à 12°C (problème d'enregistreur sur la période avril-juin). Par ailleurs, le mois d'octobre a été globalement chaud cette année.



2.2 SUIVIS DE LA FREQUENTATION DU PARC PAR LES RAPACES DIURNES

Sur la base des exigences de l'arrêté préfectoral d'autorisation du parc, un dispositif de suivi de la présence de rapaces diurnes a été mis en place, en parallèle des suivis de mortalité. Ce suivi a consisté à relever toutes observations de faucons et de buse variable, afin de disposer d'informations sur la présence de ces espèces et leur comportement sur et à proximité du parc.

A noter que les données relevées portent principalement sur la buse variable (espèce ciblée par le suivi), les faucons n'ont été recherchés et notés que de façon plus opportunistes (espèces plus « fugaces »).

Ainsi, la buse variable a été observée à 21 reprises (+ 1 contact de faucon crécerelle), sur les 33 journées de suivi réalisées (cf. *tableau en annexe 1*).

La buse est notamment bien cantonnée dans le secteur de E4, avec des observations régulières sur l'ensemble de la période, dont 1 couple présent en fin de période de reproduction (début août).

Elle a également été observée assez régulièrement dans le secteur de E5 / E6. Ces éoliennes ont en commun, la présence d'un boisement à proximité.

On relèvera donc que malgré la présence régulière de la buse variable sur le parc, et notamment d'un couple (nicheur potentiel) à proximité immédiate de E4, il n'y a eu aucune collision, alors que les buses tournaient de façon assez régulière sur les parties du parc proches de boisements.

A l'inverse, le faucon crécerelle a été peu observé lors du suivi, alors qu'un cadavre a été retrouvé près de l'éolienne E1.



2.3 SUIVI DE LA MORTALITE

2.3.1 ANALYSE GENERALE


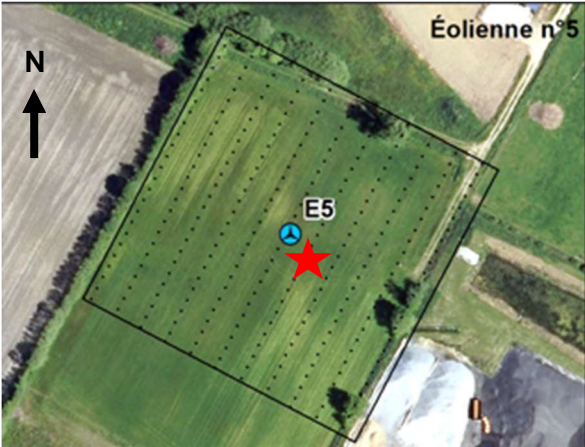
Le suivi a été mené de début avril à fin octobre, à raison d'un passage par semaine, conformément aux exigences de l'arrêté préfectoral d'autorisation ICPE et au protocole ministériel en vigueur (cf. chapitre 1.4).


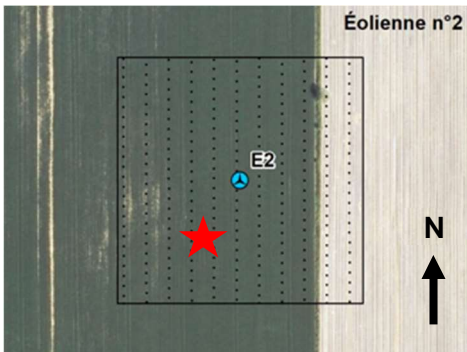
Au total, **7 cadavres et/ ou plumées** ont été repérées lors du suivi 2023. Les observations concernent **6 cadavres/plumées d'oiseaux** (2 pigeons ramier, 1 alouette des champs, 1 corneille noire, 1 martinet noir et 1 faucon crécerelle) et **1 cadavre de chauve-souris** (1 pipistrelle commune).


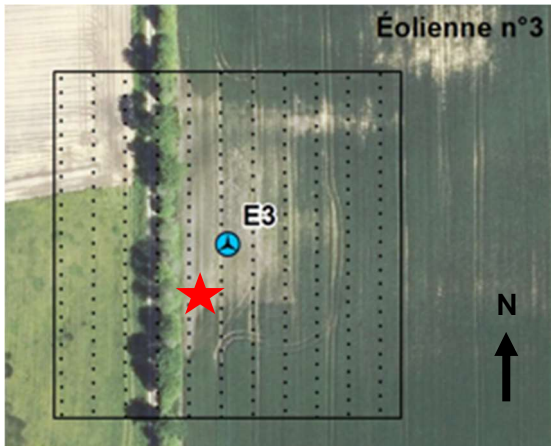
Synthèse du suivi et mortalités constatées (cf. tableau brut en annexe 3)


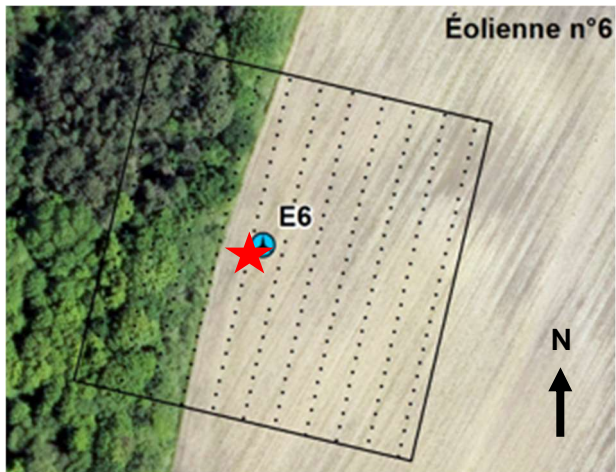
Date	Cadavre	Plumée	Localisation
3/4/2023			
13/4/2023			
20/4/2023			
25/4/2023			
2/5/2023			
9/5/2023			
15/5/2023			
22/5/2023			
30/5/2023		Pigeon ramier	E5
9/6/2023			
14/6/2023	Martinet noir	Alouette des champs Corneille noire	E2 E3 E6
21/6/2023			
28/6/2023			
5/7/2023			
11/7/2023			
18/7/2023			
27/7/2023			
3/8/2023			
9/8/2023	Faucon crécerelle		E1
16/8/2023			
22/8/2023			
30/8/2023			
7/9/2023			
15/9/2023	Pipistrelle commune		E6
22/9/2023			
26/9/2023		Pigeon ramier	E1
3/10/2023			
9/10/2023			
17/10/2023			


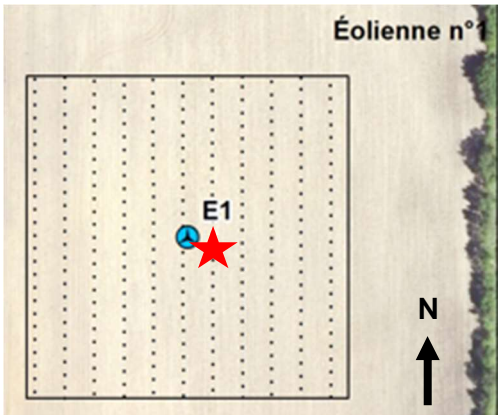
2.3.2 LES ESPECES CONSTATEES (PLUMES / CADAVRES)


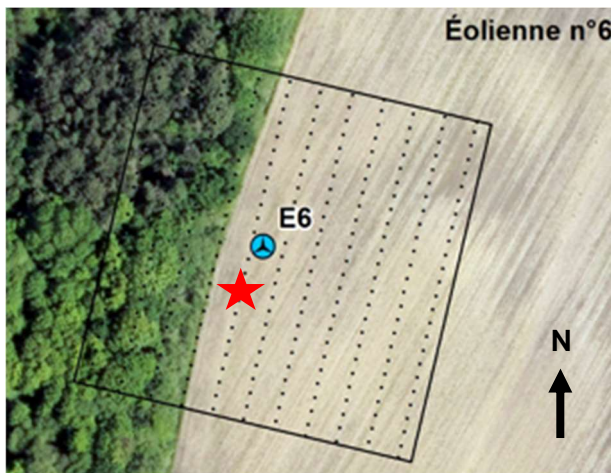
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ - Parc éolien de Buléon (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance / mât	Coordonnées	Nom du prospecteur	Couverture végétale
30/05/23	E5	15 mètres	X L93 : 275412.7 Y L93 : 6773650.1	H. Dallemagne	Prairie
Espèce		État		Cause présumée	
Pigeon ramier		Plumes		Collision probable + prédation	
Photographie			Carte		
					
Commentaire			Grosse quantité de plumes à proximité de l'éolienne = Collision probable + prédation		


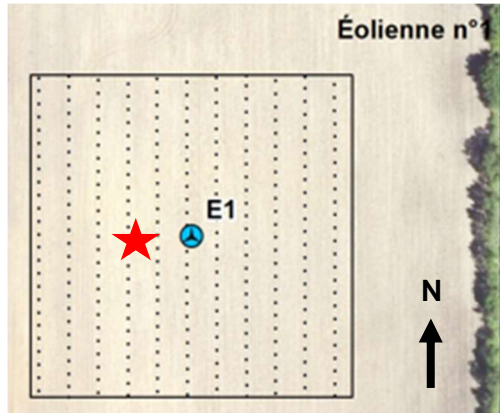
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ - Parc éolien de Buléon (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance / mât	Coordonnées	Nom du prospecteur	Couverture végétale
14/06/23	E2	31 mètres	X L93 : 275469.3 Y L93 : 6773176.7	H. Dallemagne	Bord Plateforme
Espèce		État		Cause présumée	
Alouette des champs		Plumée		Collision possible	
Photographie			Carte		
					
Commentaire			Morceau de cadavre trouvé à proximité de la zone nidification = collision possible + prédation		

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ - Parc éolien de Buléon (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance / mât	Coordonnées	Nom du prospecteur	Couverture végétale
14/06/23	E3	34 mètres	X L93 : 275175.4 Y L93 : 6773196.7	H. Dallemagne	Plateforme
Espèce		État		Cause présumée	
Corneille noire		Plumée		Collision probable	
Photographie			Carte		
					
Commentaire			Aile « arrachée » = collision probable		

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ - Parc éolien de Buléon (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance / mât	Coordonnées	Nom du prospecteur	Couverture végétale
14/06/23	E6	3 mètres	X L93 : 275149.1 Y L93 : 6773682.9	H. Dallemagne	Plateforme
Espèce		État		Cause présumée	
Martinet noir		Cadavre		Collision probable	
Photographie			Carte		
					
Commentaire			Cadavre frais, pas de traumatisme apparent		

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ - Parc éolien de Buléon (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance / mât	Coordonnées	Nom du prospecteur	Couverture végétale
09/08/23	E1	15 mètres	X L93 : 275800.21 Y L93 : 6773201.1	H. Dallemagne	chaumes
Espèce		État		Cause présumée	
Faucon crécerelle		Cadavre		Collision probable	
Photographie			Carte		
					
Commentaire			Cadavre ancien (repéré après coupe du blé)†		

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ - Parc éolien de Buléon (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance / mât	Coordonnées	Nom du prospecteur	Couverture végétale
15/09/23	E6	20 mètres	X L93 : 275151.2 Y L93 : 6773665.6	H. Dallemagne	Plateforme
Espèce		État		Cause présumée	
Pipistrelle commune		Cadavre		Barotraumatisme probable	
Photographie			Carte		
					
Commentaire			Cadavre frais, absence de traumatisme visible		

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ - Parc éolien de Buléon (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance / mât	Coordonnées	Nom du prospecteur	Couverture végétale
26/09/23	E1	25 mètres	X L93 : 275757.6 Y L93 : 6773188.5	H. Dallemagne	Chaumes
Espèce		État		Cause présumée	
Pigeon ramier		Plumée		Collision probable + prédation	
Photographie			Carte		
					
Commentaire			Plumes+chair, à proximité de l'éolienne = Collision probable + prédation		

2.3.3 INTERPRETATION

Les espèces impactées correspondent à la faune commune de nos espaces agricoles. Il s'agit principalement d'espèces liées aux milieux ouverts (pigeons, corneille noire, alouette des champs et, dans une moindre mesure faucon crécerelle) ou à des espèces de « haut vol » (martinet noir). Une seule chauve-souris a été impactée, sur une éolienne située à proximité d'un espace boisé (E6).

A noter que pour l'alouette des champs, elle avait été repérée nicheuse sur le bord de la plateforme depuis 2 à 3 semaines. Il est donc possible que le cadavre retrouvé corresponde davantage à une prédation qu'à une collision. Une prédation après avoir été impacté par l'éolienne E2 n'est cependant pas à exclure.

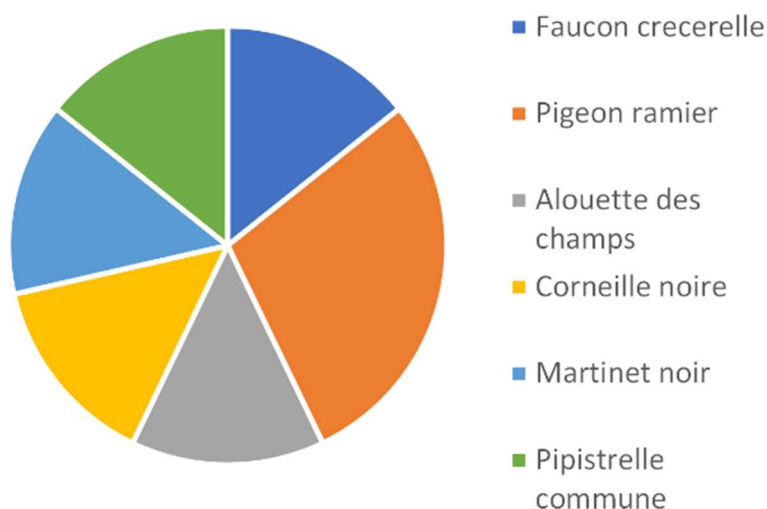
On relèvera comme en 2022, qu'aucun cadavre de buse variable n'a été relevé, alors que cette dernière reste bien présente autour du parc (*cf. chapitre 2.2*). Ces oiseaux semblent ici repérer suffisamment les supports pour éviter les collisions.

Les données relevées ne permettent pas de mettre en évidence d'éolienne impactant davantage la faune volante que les autres. En effet, chaque éolienne a provoqué entre 1 et 2 collisions sur la saison (sauf E4).

Il n'a pas été noté non plus, d'effet de saisonnalité. En effet, les cadavres se répartissent de façon globalement homogène entre mai et septembre.

On relèvera par ailleurs, que l'observation d'un cadavre de chauve-souris n'a pas de corrélation particulière avec un éventuel dysfonctionnement du dispositif de bridage. En effet, le bridage était actif au moment de la collision avec la pipistrelle en septembre 2023.

Part relative des espèces impactées en 2023



Statut des espèces impactées (plumées/cadavres) en 2023

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive eur ⁽¹⁾	Protection nationale ⁽²⁾	Listes rouges ⁽³⁾		Niveau de sensibilité aux éoliennes ⁽⁴⁾	Mortalité constatée 2023
				France	Bretagne		
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	-	Art.3	NT	LC	3	1
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	-	-	LC	LC	1	2
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	AnI	Art.3	NT	DD	0	1
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	-	-	LC	LC	0	1
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	-	Art.3	NT	LC	1	1
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV	Art. 2	NT	NA	3	1

Légende

(1) Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) & Directive habitat, faune, flore (92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992) – An I : Espèce pour lesquelles des mesures de protection des habitats peuvent être prises. An IV : Espèce pouvant bénéficier d'une protection stricte.

(2) Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Arrêté du 23 avril 2007 (modifié) fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

(3) Liste rouge nationale et régionale – critères UICN (MNH/UICN – consultation Janvier 2024)

Statut : Quasi menacée (**NT**), Préoccupation mineur (**LC**), Données insuffisantes (**DD**), Non applicable (**NA**).

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

• **Corrélation entre conditions météorologiques et observation de cadavres**

L'analyse des conditions météo de la veille de la découverte des différents cadavres/plumées met en évidence des conditions météorologiques assez venteuses et des températures assez chaudes pour les mortalités de mai et juin. En revanche, les vents étaient faibles pour les mortalités de septembre. Notons cependant que la mortalité n'est pas forcément intervenue la veille, notamment pour les plumées et les cadavres (non frais). Cette analyse ne peut donc être qu'indicative pour les oiseaux. Pour les chauves-souris en revanche, les cadavres étaient frais. L'analyse des conditions météorologiques de la veille apparaît donc pertinente.

Synthèse des conditions météo la veille (ou la nuit) de la découverte des cadavres

Date / espèces (cadavres/plumées)	Météo de la veille
30/05/23 – plumée pigeon ramier	Ciel dégagé, T° de saison 22°C, vent avec rafales jusqu'à 50-60 km/h dans les terres
14/06/23 – plumées corneille noire et alouette des champs et cadavre martinet noir	Variable, ciel devenant plus dégagé au cours de la journée, T° chaudes jusqu'à 27°C en journée, vent moyen (jusqu'à 40 km/h)
09/08/23 – cadavre faucon crécerelle	Non significatif (cadavre ancien)
15/09/2023 – cadavre pipistrelle commune	Ciel dégagé, T° douces (environ 24°C), vent faible
26/09/23 – plumée pigeon ramier	Ciel variable, T° douces (environ 22°C), vent faible

- **Répartition des cadavres en fonction des saisons**

Les cadavres d'oiseaux découverts se répartissent entre mai et septembre, sans réellement mettre en évidence de période plus impactante, en dehors d'un événement ponctuel le 14 juin, où 3 cadavres d'oiseaux ont été découverts le même jour.

Le cadavre de chauves-souris a quant à lui, été noté en septembre, période connue pour générer le plus d'impact sur ce groupe d'espèces (période de migration et d'émancipation des jeunes).

- **Corrélation entre Mortalité constatée et activité des chauves-souris en altitude**

Le seul cadavre de chauves-souris retrouvé au pied de l'éoliennes E6 a été relevé le 15 septembre 2023, correspondant à la période de migration et d'émancipation des jeunes.

Si on considère les 2 nuits précédant la découverte du cadavre (ce dernier étant frais, on peut considérer que la mortalité était récente), on remarque une faible activité des chauves-souris, avec 1 à 3 contacts par nuit. Il n'y a donc pas réellement de corrélation entre une forte activité de chauves-souris et la découverte du cadavre. Les données ne portant que sur 1 seule observation, l'interprétation ne peut être qu'indicative.

Activité en altitude aux dates proches de la découverte de cadavres

Date nuit	Nb contact en altitude (toutes chauves souris)	Nb contact en altitude (pipistrelle commune)
13-14 septembre 2023	1	1
14-15 septembre 2023	3	3
15 septembre 2023	Découverte cadavre pipistrelle commune	

A noter que le dispositif de bridage était en fonctionnement la date de la mortalité constatée.

2.3.1 CALCULS DE LA MORTALITE ESTIMEE

La mise en œuvre de calculs correctifs permet d'estimer la mortalité annuelle estimative, en tenant compte de différents paramètres : récurrence des périodes de passages au cours de l'année, efficacité de l'observateur et taux de prédation.

Les données brutes relatives aux tests d'efficacité et de prédation, ainsi que les exports des calculs (<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp>) sont présentés en annexes 2 et 4.

A titre indicatif, le taux d'efficacité de l'opérateur (d) a été de 71% en 2023 et le coefficient de correction surfacique (A) de 0.64. Le taux de prédation (p) varie en fonction des formules utilisées (cf. annexe 4).

- **Estimations par groupes et périodes**

Les calculs d'estimation définissent une mortalité moyenne de l'ordre de 16,6 cadavres/plumées **d'oiseaux** (18,5 pour la médiane) pour l'ensemble du parc sur l'année 2023.

Pour les **chauves-souris**, la mortalité moyenne estimée est de 2,8 (3,1 pour la médiane) sur l'ensemble du parc.

De manière classique, la formule d'Erickson traduit des estimations plus faibles, alors que les 3 autres formules amènent à des estimations plus élevées sur l'année. On constate que la mortalité estimée apparaît assez importante pour les oiseaux, alors qu'elle se révèle faible pour les chauves-souris. Le contexte globalement « ouvert » du parc permet probablement d'expliquer ce constat. Certaines éoliennes se trouvent cependant assez proches de boisements (E4 et E6).

Impact (cadavres) estimé pour l'ensemble du parc
à partir des formules correctives

	Période prise en compte	Nb réel cadavres Obs	Formules d'estimation					
			Erickson	Winkelmann	Huso	Jones	Moyenne	Médiane
Oiseaux	Période activité (Mai-Octobre)	6	10,4	18,7	18,36	18,92	16,6	18,5
Chauves-souris	Période activité (Mai-Octobre)	1	1,76	3,12	3,13	3,22	2,8	3,1

• Estimation par éolienne

En appliquant les formules d'estimation pour chaque éolienne, on obtient les valeurs présentées ci-dessous.

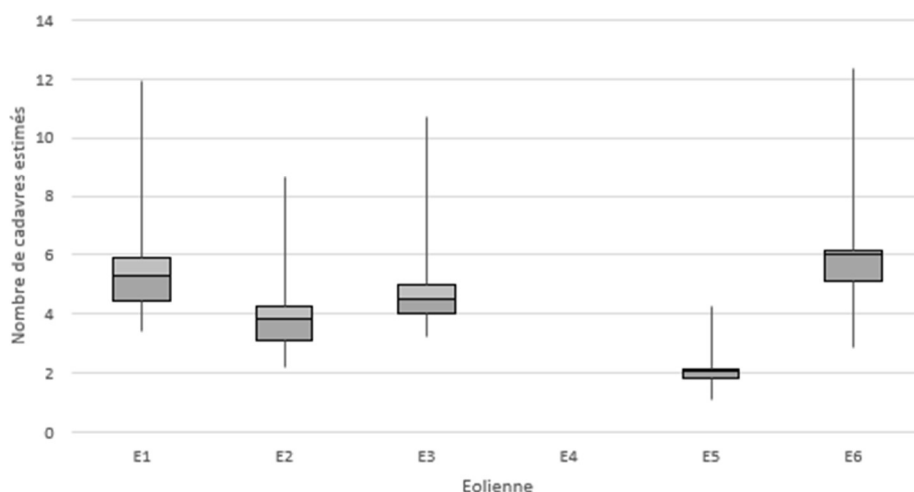
Impact (oiseaux + chiroptères) moyen et médian estimé par éolienne
(année 2023)

	Nb réel cadavres Obs	Formules d'estimation (chiro + oiseaux)					
		Erickson	Winkelmann	Huso	Jones	Moyenne	Médiane
E1	2	3,41	4,76	5,83	6,04	5,0	5,3
E2	1	2,19	3,45	4,25	4,37	3,6	3,9
E3	1	3,21	5,77	4,32	4,7	4,5	4,5
E4	0	0	0	0	0	0,0	0,0
E5	1	1,13	2,13	2,07	2,13	1,9	2,1
E6	2	2,88	5,83	6,18	6,18	5,3	6,0

Les calculs estimatifs confirment que l'impact par éolienne reste globalement faible et équivalent, quel que soit l'aérogénérateur concerné, avec une moyenne entre 1,9 à 5,3 (2,1 à 6 pour la médiane) collision pour chaque éolienne. E4 n'a occasionné aucune collision en 2023 et E5 présente une estimation un peu plus faible (moyenne estimée de 1,9) alors qu'elle se trouve en contexte plus bocager que les éoliennes E1 à E3. E6 semble présenter un impact légèrement supérieur aux autres. Cette éolienne se trouve à proximité d'un boisement.

Impact par éolienne : écart type entre moyenne et médiane estimée

Écart type entre les moyennes et
les médianes estimées par éolienne
– Tous cadavres (Oiseaux + chiro) –



- **Comparaison avec quelques données de référence**

Si on se réfère à une étude menée par la LPO ⁽¹⁾ les estimations de la mortalité peuvent varier en fonction de la formule utilisée. Les données présentées dans la présente 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 surtout lorsque la durée de persistance des cadavres est faible ;
- celle d'Erickson (2000) a tendance à sous-estimer la mortalité, 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.

Cette étude LPO met en évidence une mortalité 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 abaissée à 4 oiseaux par éolienne et par an.

Les valeurs obtenues en 2023 sur le parc de Buléon (entre 1,9 et 5,3 cadavres/plumées selon les éoliennes et par an) se situent donc globalement dans la moyenne des mortalités observées sur les parcs français.

Concernant les chauves-souris, la mortalité d'une seule pipistrelle en septembre est cohérent avec les données compilées sur les parcs éoliens de l'Ouest de la France ⁽²⁾. Il apparaît en effet que cette espèce est la plus couramment impactée sur les parcs éoliens.

Généralement, les mortalités de chauves-souris sont surtout marquées de juillet à septembre en Bretagne.

- **Comparaison avec les conclusions de l'étude d'impact** ⁽³⁾

Le volet de l'étude d'impact **concernant les chauves-souris** montrait qu'un faible 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 faible sur les chiroptères. Les observations de 2023, avec 1 seule pipistrelle commune impactée, sont cohérentes avec ce qui avait été pressenti.

Concernant les oiseaux, l'étude d'impact mettait en évidence que « les principaux impacts prévisibles du projet de parc éolien sur l'avifaune ne concerneraient que des espèces communes susceptibles de voler haut et en vol plané ». Les observations réalisées en 2023 confirment globalement ce constat avec essentiellement des mortalités de pigeon ramier, corneille noire, faucon crécerelle et martinet noir. Seule l'alouette des champs présente un comportement habituellement moins en altitude

⁽¹⁾ Source : MARX G., 2017- Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015

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

⁽³⁾ FERRAND (2013). Projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune de Buléon (56) - Étude d'impact. 83 pages.

(pour mémoire, la mortalité constatée n'est pas forcément attribuée à l'éolienne : prédation possible au nid – cf. *chapitre 2.3.3*).

Par ailleurs, l'état initial de l'environnement, mettait également en évidence un risque d'impact sur la buse variable, cette dernière nichant à proximité de l'éolienne E6. La buse est effectivement bien présente dans l'environnement du parc (cf. *chapitre 2.2*), mais aucun impact n'a été constaté sur cette espèce en 2023.

Troisième partie

BILAN ET PERSPECTIVES

3.1 SYNTHÈSE DES SUIVIS MENÉS SUR 3 ANS SUR LE PARC DE BULÉON

• Analyse par espèce

Sur les 3 années de suivi menés sur le parc de Buléon (2021-2023), 27 cadavres/plumées d'oiseaux et 16 cadavres de chauves-souris ont été observés (cf. ci-dessous).

Mortalités/plumées constatées suivant les années

Espèce	2021	2022	2023
Pigeon ramier	1	1	2
Buse variable		2	
Goeland argenté		1	
Chardonneret élégant		1	
Martinet noir	7	2	1
Verdier d'Europe	1		
Corneille noire			1
Roitelet triple bandeau	1		
Alouette des champs			1
Faucon crécerelle		1	1
Pigeon biset	1	1	
Oiseau sp. (indéterminé)	1		
Pipistrelle commune	12		1
Pipistrelle de Kuhl	1		
Sérotine commune	2		
Total mortalité/plumée	27	9	7


Le martinet noir est l'oiseau qui a été le plus impacté sur les 3 années de suivi, avec 10 cadavres, dont au moins 1 chaque année. L'impact était important la 1^{ère} année, il est devenu plus faible (2 et 1 cadavres en 2022 et 2023) les années suivantes. Il est difficile d'avancer ici un effet « d'habitation », car le martinet n'est pas nécessairement cantonné sur ses territoires de chasse. La pipistrelle commune a également été fortement impactée la 1^{ère} année, avant la mise en place du dispositif de bridage par seuils. L'impact sur cette espèce est depuis devenu très faible, avec aucune mortalité en 2022 et un cadavre observé en 2023. Suivant les années, d'autres espèces peuvent également être impactées (laridés, passereaux variés, voire autres chauves-souris), chaque espèce n'ayant été impactée cependant qu'à une ou deux reprises, sur les 3 années de suivi (sauf le pigeon ramier : 4 cadavres/plumées sur les 3 années).

Comparaison interannuelle, sur la base des mortalités constatées et calculs estimatifs (formules correctives)				
		2021	2022	2023
Mortalité constatée	Oiseaux	12	9	6
	Chauves-souris	15	0	1
Mortalité estimée Moyenne (médiane)	Oiseaux	24,5 (26,7)	18,4 (19)	16,6 (18,5)
	Chauves-souris	30,6 (33,28)	0	2,8 (3,1)

• Répartition des mortalités en fonction des saisons

Le tableau présenté ci-dessous, permet de croiser les données de collision en fonction des mois et des années, avec la mise en place du dispositif de bridage nocturne par seuils.

Synthèse des impacts suivant les années			Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct
2021	Oiseaux				★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	
	Chiros					★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	
2022	Oiseaux		★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★		★ ★ ★ ★		★ ★ ★ ★
	Chiros								
2023	Oiseaux			★ ★ ★ ★			★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	
	Chiros							★ ★ ★ ★	

 Bridage par seuils opérationnel

★ Cadavre/plumée d'oiseau
★ Cadavre de chauve-souris

cf tableaux de bridage au chapitre 1.3.2)

La répartition des cadavres apparaît variable suivant les années. En effet, alors que l'impact était fortement marqué sur la saison estivale la 1^{ère} année de mise en service du parc (2021), l'impact s'est décalé sur le printemps et le début de l'été les années suivantes (impact plus marqué en mai-juin).

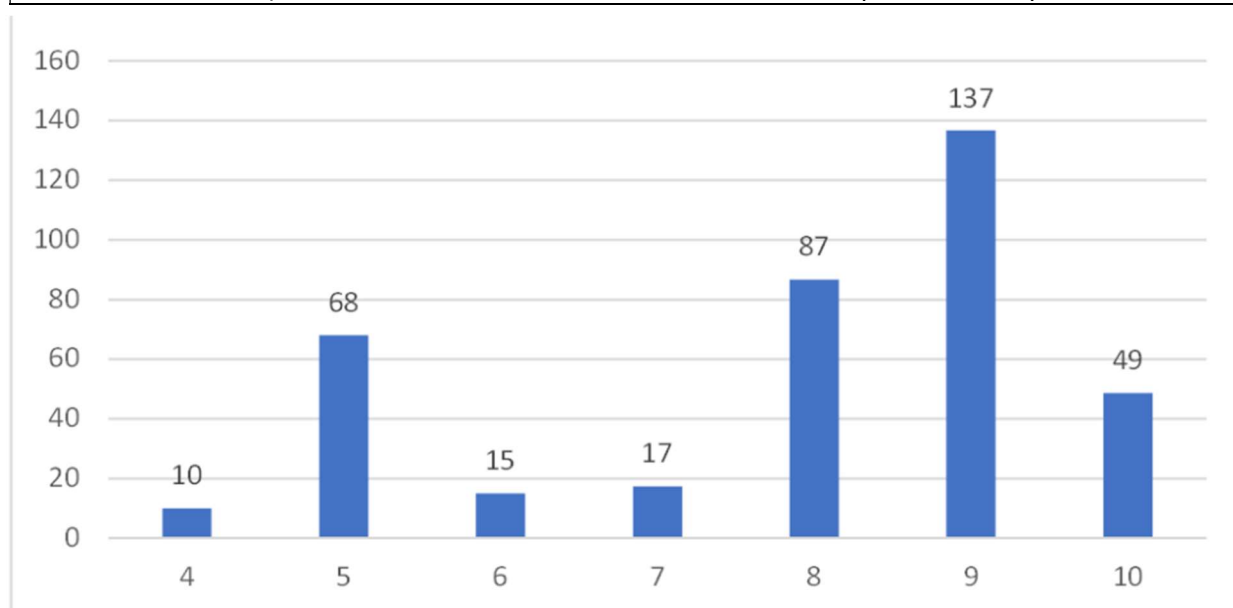
Concernant les chauves-souris, l'impact est exclusivement noté durant et en fin d'été. Rappelons que le dispositif de protection par bridage nocturne n'a pu être mis en place que début octobre 2021. On remarque nettement ici, la différence d'impact entre avant (juillet, août, septembre 2021) et après la mise en place du dispositif de protection (très peu de mortalité les années suivantes).

• Analyse des seuils de contacts de chauves-souris en altitude sur la base des 3 années de suivi

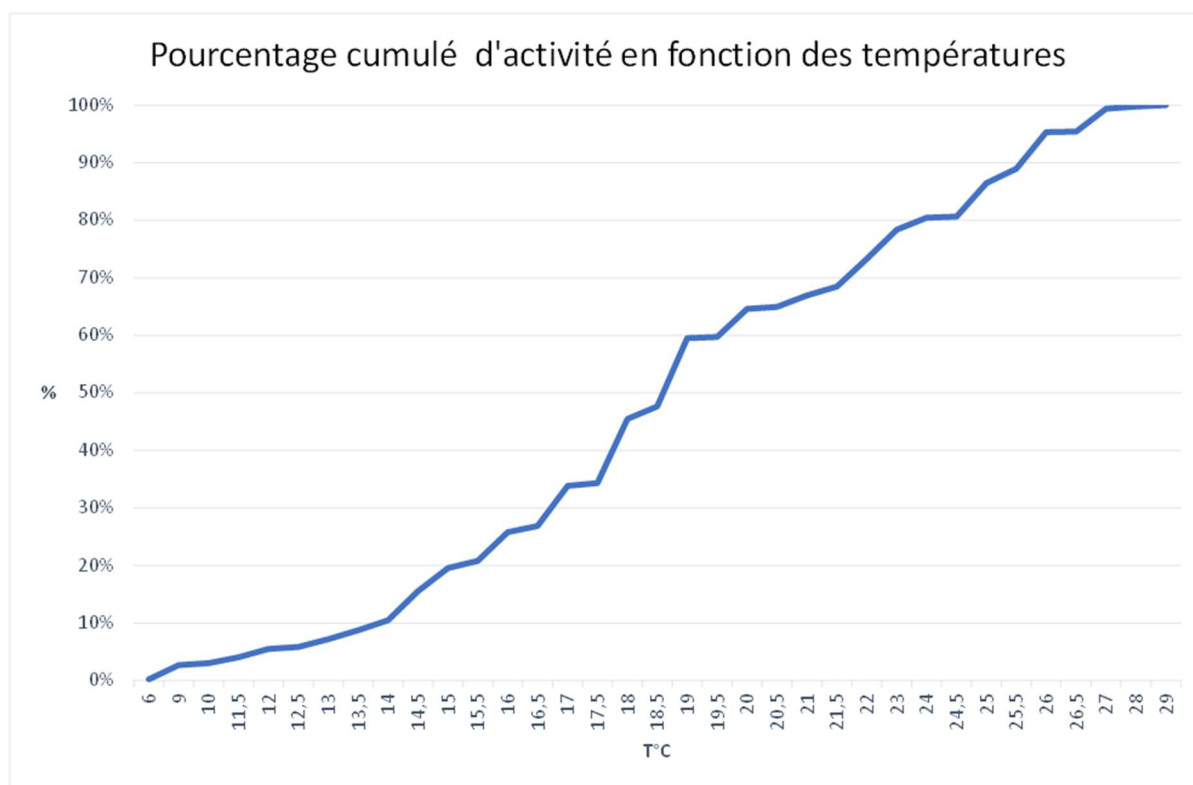
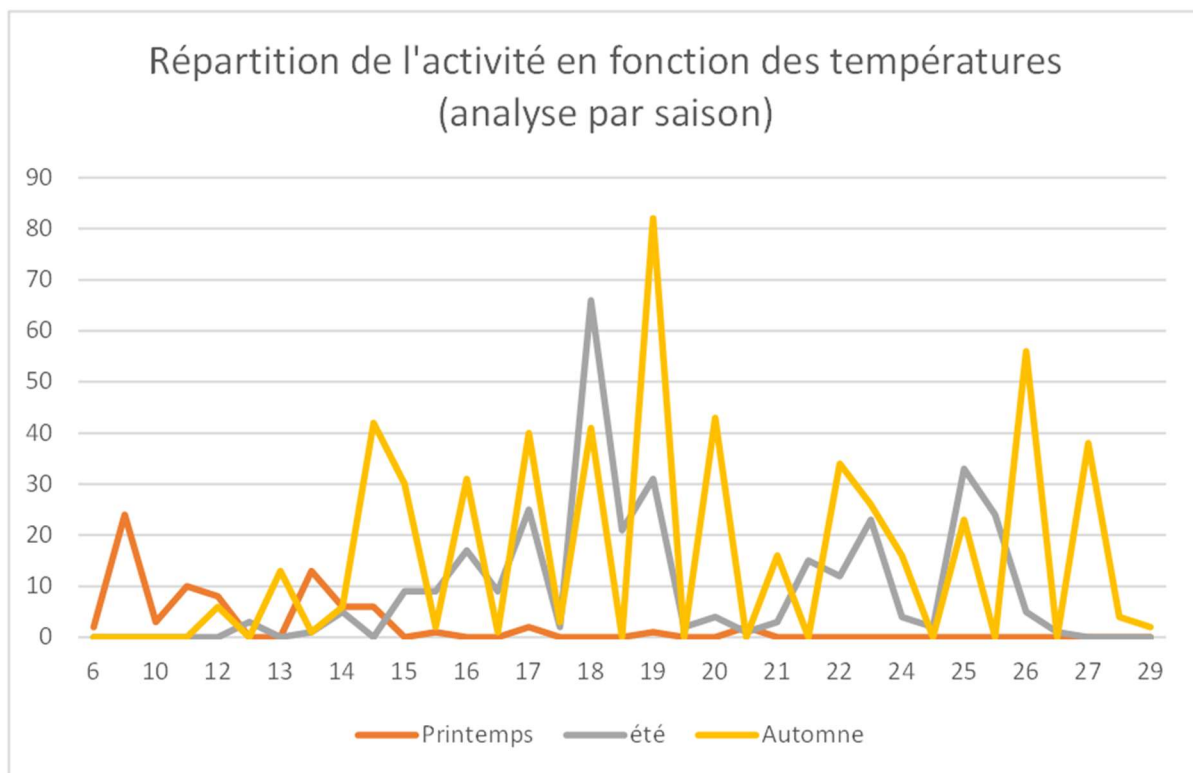
L'analyse de l'ensemble des données compilées en altitude sur les 3 années de suivi du parc (2021-2023), permet de faire ressortir les seuils d'activité suivants (cf graphiques ci-après) :

- L'activité des chauves-souris en altitude reste globalement assez faible sur ce parc (entre 10 et 137 contacts moyens par mois selon les saisons). La majeure partie des contacts de chauves-souris en altitude se concentrent entre août et septembre, et dans une moindre mesure mai et octobre. Rappelons cependant que les enregistrements n'ont démarré que mi-juillet en 2021 (mise en service du parc en juin) et que l'enregistreur a rencontré des problèmes sur la période avril-juin en 2023. Sur un parc situé à proximité (parc de Guehenno), le pic d'activité est également nettement plus marqué, en altitude, au mois de septembre.
- Pour les températures : on relève un arrêt de l'activité des chauves-souris en dessous de 6°C et plus de 95% des contacts sont obtenus au-dessus de 12°C. A noter cependant qu'au printemps (avril-mai), une activité non négligeable peut être observée dès 6°C (cf. graphiques page suivante) ;
- Pour les vents : 85% des contacts de chauve-souris se répartissent en dessous de 5,5 m/s (environ 18 km/h). Il n'y a par ailleurs, plus aucune activité au-delà de 10 m/s (36 km/h) quel que soit la saison (cf. graphiques page 47) ;
- Pour les horaires, près de 70% des contacts se concentrent dans les 4 premières heures après le coucher du soleil. Il faut en revanche attendre 6,5 heures après le coucher du soleil pour atteindre 90% des contacts. En août-septembre, les chauves-souris tendent à rester assez active sur l'ensemble de la nuit (cf. graphiques page 48).

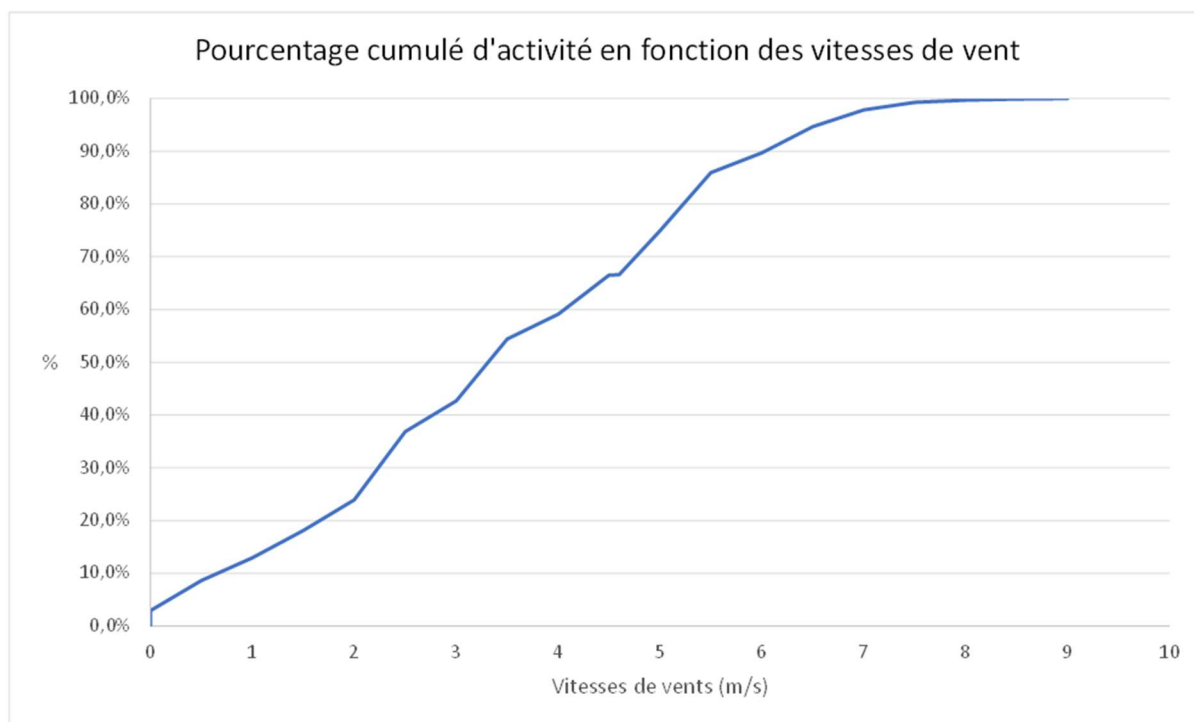
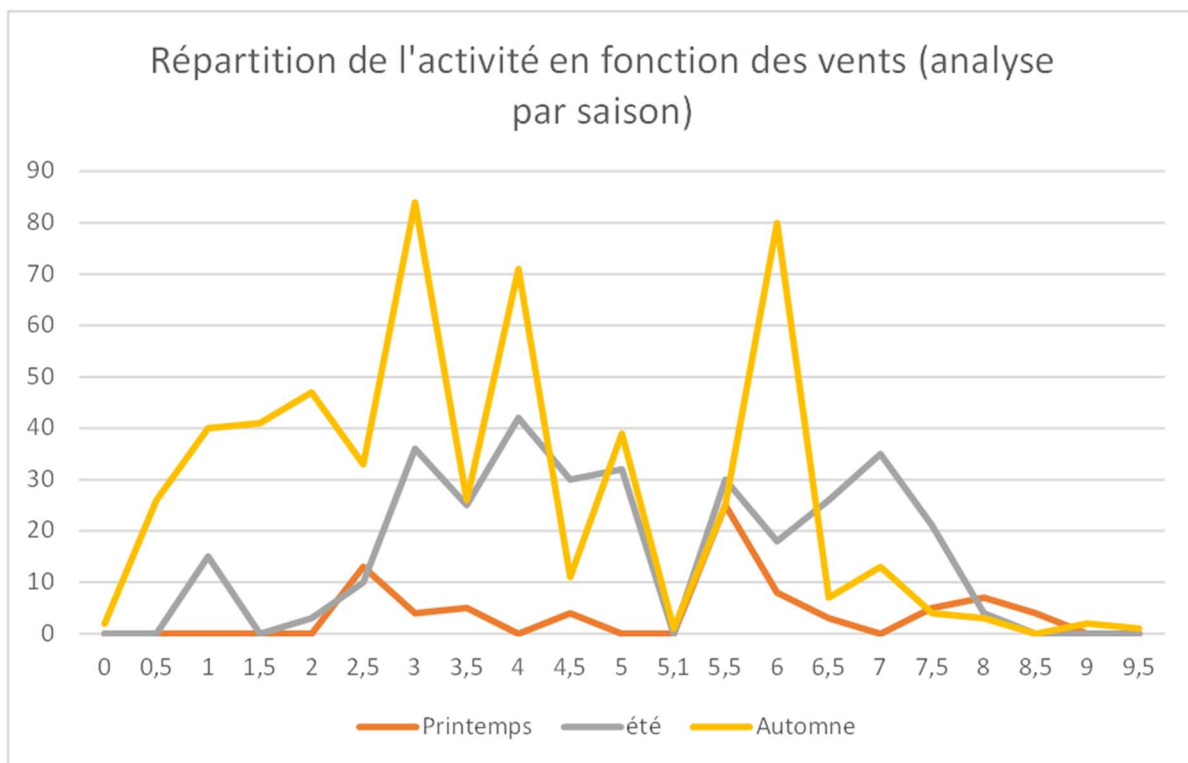
Synthèse de l'activité des chauves-souris en altitude
Moyenne mensuelle sur les 3 années de suivi (2021 – 2023)



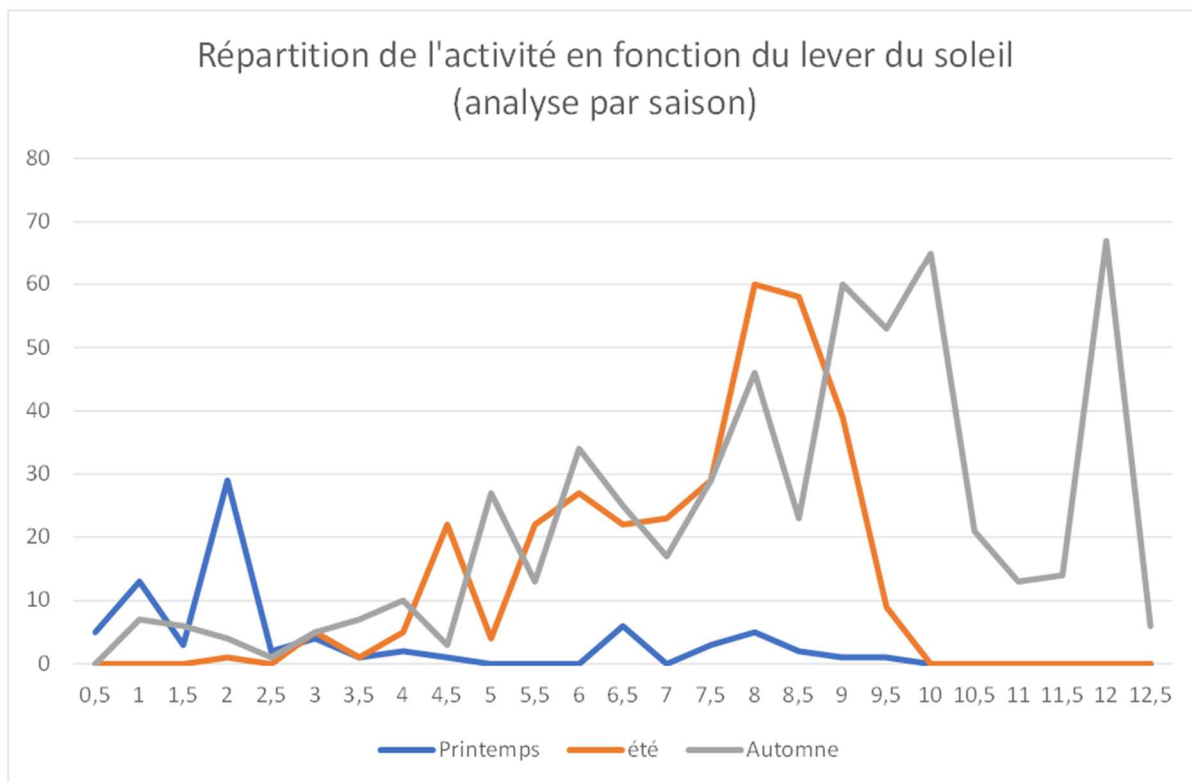
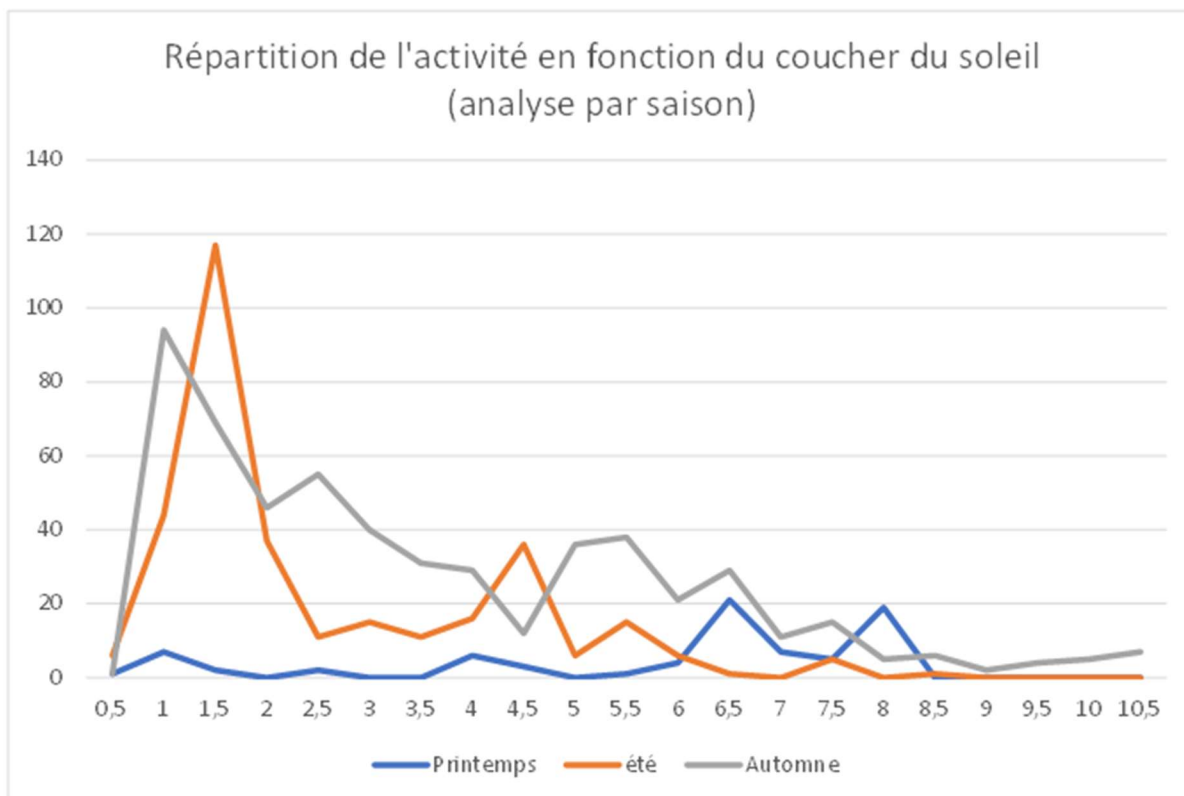
• **Analyse en fonction des températures (toutes années confondues)**



• **Analyse en fonction des vitesses de vents (toutes années confondues)**



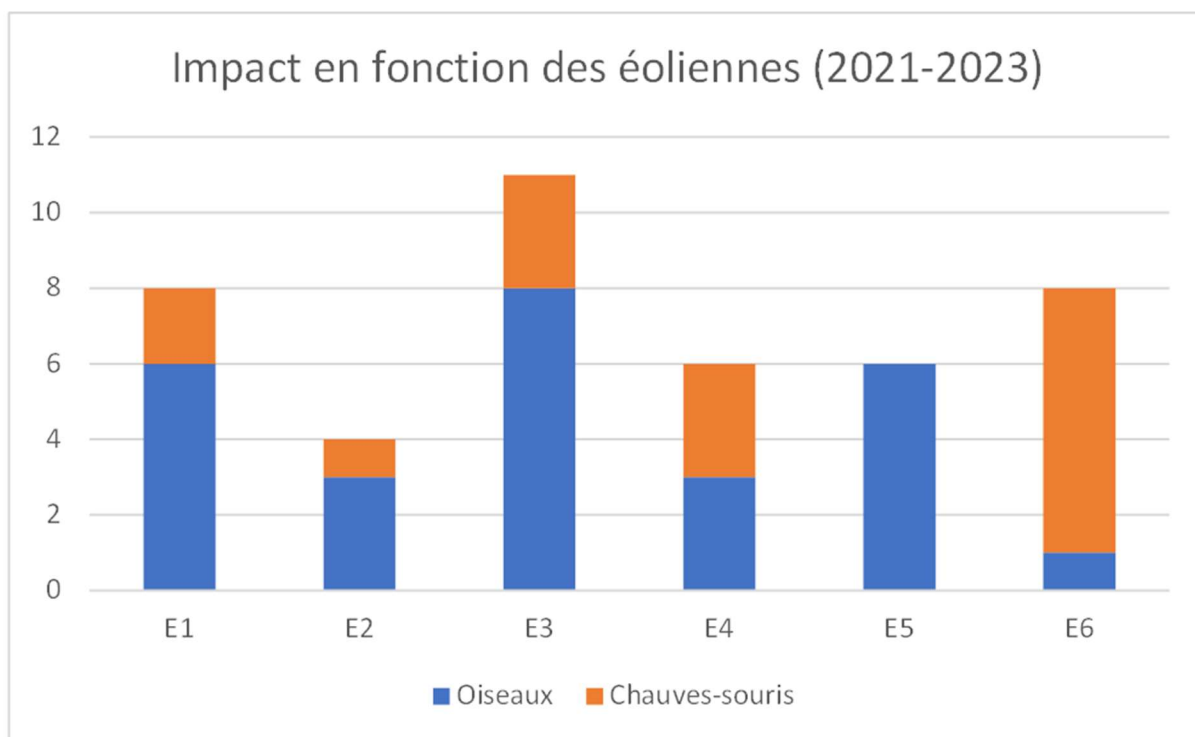
• **Analyse en fonction du lever et du coucher du soleil (toutes années confondues)**



- **Analyse par éolienne**

L'impact cumulé par éolienne (pour les 3 années de suivi) met en évidence un impact globalement équilibré sur les différentes éoliennes, avec cependant un impact un peu plus marqué sur les éoliennes proches de structures arborées (E3 et E6). E1, pourtant situé dans un secteur de grands espaces cultivés, montre également un impact non négligeable, avec 8 mortalités sur les 3 années de suivi.

Rappelons cependant que cette répartition est fortement marquée par l'impact important observé la 1^{ère} année, notamment sur le martinet noir et la pipistrelle commune, où l'impact a été fort sur les éoliennes proches des boisements (E3, E4 et E6) vis-à-vis des chauves-souris et répartie entre E1, E3, E4 et E5 pour le martinet noir.



3.2 PRESCRIPTIONS POUR 2024

Les résultats obtenus mettent en évidence que l'activité du parc éolien de Buléon a généré un impact important la 1^{ère} année de mise en service (notamment sur les chauves-souris et le martinet noir), et génère aujourd'hui un impact globalement similaire à ce qui peut être observé sur la moyenne des parcs éoliens en France (sur la base de l'étude LPO, 2017).

Concernant les chauves-souris, la mise en service du dispositif de bridage nocturne par seuil, fin 2021, a permis de très fortement réduire l'impact sur ce groupe, passant de 15 mortalités en 2021 à 0/1 mortalité les années suivantes (après mise en place du dispositif).

Pour l'année 2023, les mortalités annuelles estimées concernant les chauves-souris, varient suivant les différentes formules estimatives : entre 1,76 et 3,22 cadavres sur l'ensemble du parc; soit une mortalité moyenne estimée de 2,8 cadavres par an (3,22 pour la médiane), ce qui ne remet pas en cause l'état des populations locales, d'autant que les mortalités concernent principalement l'espèce la plus commune en Bretagne (pipistrelle commune).

Au regard de ce constat, il est préconisé de conserver le dispositif de protection par bridage nocturne (bridage par seuil) mis en place en 2023, en accord avec les services instructeurs. En effet, les résultats cumulés sur les 3 années sont globalement similaires à ce qui avait été constaté en 2022, avec constat d'une faible mortalité des chauves-souris depuis la mise en place de ce bridage.

Au regard des données d'activité collectées en altitude sur les **3 années de suivi** (2021-2023), le bridage par seuils sera maintenu sur la base des conditions météorologiques suivantes (bridage actif) :

Paramétrages du Bridage par seuils du parc de Buléon		
Période	Bridage	
	Horaires	Conditions météorologiques
Avril -juillet	Bridage les 4 premières heures de la nuit ⁽¹⁾	- Température supérieure à 12°C ⁽²⁾ - Vent inférieur à 5,5 m/s ⁽³⁾
Août - Septembre	Bridage étendu sur toute la nuit	
Octobre	Bridage les 4 premières heures de la nuit ⁽¹⁾	

- (1) Couvre 70% des contacts en altitude
 (2) Couvre 95 % des contacts en altitude
 (3) Couvre 85 % des contacts en altitude

Concernant les oiseaux, l'impact était assez important la 1^{ère} année de mise en service du parc (12 cadavres) et semble régresser d'année en année (9 cadavres en 2022 et 7 en 2023). Il semble délicat de pouvoir apporter une explication particulière à cette diminution. Il ne peut cependant être exclu un certain effet « d'habituation » par les espèces sédentaires ou revenant sur le secteur d'une année sur l'autre.

L'impact reste non négligeable en 2023, avec des calculs estimatifs annuels entre 10,4 et 18,92 cadavres pour l'ensemble du parc, suivant les formules utilisées, soit une mortalité moyenne estimée de 16,6 (18,5 pour la médiane). Ces valeurs restent globalement similaires, voire inférieures à ce qui peut être observé sur d'autres parcs en France (7 cadavres en moyenne par éolienne et par an - source LPO, 2017).

Sur le parc de Buléon, les impacts concernent essentiellement le martinet noir, surtout la 1^{ère} année (7 mortalités constatées), puis, dans une moindre mesure, les pigeons (biset et ramier), avec au moins 2 impacts chaque année. La buse variable, très présente sur le secteur, n'a été impactée qu'en 2022, avec 2 cadavres découverts. Le faucon crécerelle subit également un certain impact, avec 1 cadavre observé en 2021 et 1 en 2023 (sur 2 éoliennes différentes E5 et E1). Les autres impacts concernent occasionnellement des passereaux (1 seul impact observé pour chaque espèce, sur les 3 années de suivi), comme le roitelet triple bandeau, l'alouette des champs ou le chardonneret élégant.

L'impact sur les oiseaux reste donc ici non négligeable, notamment pour les espèces « d'altitude » (martinet noir), mais il n'existe pas, à l'heure actuelle, de dispositif réellement efficace pour éviter cet impact, les dispositifs (exemple ProBird) ciblent en effet, à l'heure actuelle, principalement les « grandes » espèces (buses, goélands,...).

ANNEXES

• **Annexe 1 : Tableau brut des suivis de l'activité des rapaces diurnes**

Date	Heure	Espèce	Nbe individus	Météo	Opérateur	Eolienne	Type vol	Altitude (m)	Distance (m)
03/04/2023		RAS		Variable, 12°C, vent faible	HD				
13/04/2023		RAS		Ensoleillé, 10°C, vent faible	HD				
20/04/2023		RAS		Ensoleillé, 9°C, vent moyen	HD				
25/04/2023		RAS		Couvert, 6°C, vent faible	HD				
02/05/2023		RAS		Ensoleillé, 15°C, vent faible	HD				
15/05/2023	10h00	Buse variable	1	Variable, 15°C, vent moyen	HD	E6	Déplacement	15	50
09/05/2023		RAS		Variable, 15°C, vent moyen	HD				
22/05/2023		RAS		Ensoleillé, 14°C, vent moyen	HD				
30/05/2023		RAS		Ensoleillé, 14°C, vent moyen	HD				
09/06/2023	8h20	Buse variable	1	Couvert, 17°C, vent nul	HD	E4	Déplacement	15	8
14/06/2023		RAS		Ensoleillé, 18°C, vent nul	HD				
21/06/2023		RAS		Variable, 20°C, vent moyen	HD				
28/06/2023	9h50	Buse variable	1	Ensoleillé, 22°C, vent nul	HD	entre E5 et E6	Déplacement	20	150
05/07/2023	9h07	Buse variable	1	Ensoleillé, 20°C, vent faible	HD	E4	Déplacement (décolé de la plateforme)	0-10	20
11/07/2023	8h42	Buse variable	1	Ensoleillé, 18°C, vent faible	HD	E4	Déplacement	20	100
18/07/2023	8h38	Buse variable	1	Ensoleillé, 18°C, vent faible	MD	E4	Rotation	15	50
27/07/2023		RAS		Couvert, 17°C, vent moyen	MD				
03/08/2023		RAS		Pluvieux, 15°C, vent moyen	HD				
09/08/2023	8h00	Buse variable	2	Couvert, 17°C, vent nul	HD	E4	Déplacement (décolé du sol)	0-10	100
16/08/2023	9h00	Buse variable	2	Ensoleillé, 19°C, vent faible	HD	E4	Déplacement	5	200
16/08/2023	9h36	Faucon crécerelle	1	Ensoleillé, 19°C, vent faible	HD	E1	Déplacement (décolé de la plateforme)	0-10	15
22/08/2023	9h05	Buse variable	1	Ensoleillé, 19°C, vent moyen	HD	E6	Déplacement (décolé du boisement)	10	100
30/08/2023	8h50	Buse variable	1	Ensoleillé, 15°C, vent faible	HD	E4	Déplacement (décolé du champ)	0-10	200
07/09/2023		RAS		Ensoleillé, 20°C, vent faible	HD				
15/09/2023	8h45	Buse variable	2	Ensoleillé, 18°C, vent moyen	HD	E4	Déplacement (décolé de la halle)	0-15	100
15/09/2023	9h15	Buse variable	1	Ensoleillé, 18°C, vent moyen	HD	E3	Rotation (alarme)	20	250
22/09/2023	8h20	Buse variable	1	Ensoleillé, 10°C, vent moyen	HD	E4	Déplacement (décolé de la halle)	15	200
22/09/2023	9h02	Buse variable	1	Ensoleillé, 10°C, vent moyen	HD	E5	Rotation	20	100
26/09/2023	9h50	Buse variable	2	Variable, 18°C, vent faible	HD	E3	Déplacement (décolé de la halle)	10	80
03/10/2023	No n relevé	Buse variable	1	Variable, 16°C, vent moyen	HD	E4	Déplacement (décolé de la halle)	15	100
03/10/2023	No n relevé	Buse variable	1	Variable, 16°C, vent moyen	HD	E3	Chasse	20	80
09/10/2023		RAS		Variable, 16°C, vent moyen	HD				
17/10/2023		RAS		Couvert, 9°C, vent moyen	HD				

Annexe 2 : Tests de prédation et test opérateur

2023	Date :	13/06/23 (dépôt)	14/06/2023	15/06/2023	16/01/2000	17/01/2000	18/01/2000	19/06/2023	20/01/2000	21/06/2023	22/01/2000	23/06/2023	24/01/2000	25/01/2000	26/06/2023	Milieu
Support	Intervenants Piquet grouvain	MD/HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	
E1	escalier	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	graviers
	droite	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	blé
	gauche	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	blé
	escalier	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	graviers
E2	gauche	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	blé
	derrière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	blé épars
	Derrière	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	blé
	droite	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	blé
E3	gauche	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	lisière haie
	Escalier	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	blé
	escalier	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	graviers
	droite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	blé
E4	derrière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	blé
	escalier	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	graviers
	droite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	blé
	derrière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	blé
E5	escalier	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	graviers
	droite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	prairie fauchée
	gauche	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	prairie fauchée
	derrière	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	prairie fauchée
E6	escalier	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	graviers
	droite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	labours
	gauche	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	forêt
	derrière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	labours
Ss-Total		21	18	17	17	16	16	15	12	9	7	7	7	7	7	

2023	Date :	07/08/23 (dépôt)	08/08/2023	09/08/2023	10/08/2023	11/08/2023	12/08/2023	13/08/2023	14/08/2023	15/08/2023	16/08/2023	17/08/2023	18/08/2023	Milieu
Support	Intervenants Piquet grouvain	MD/HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	HD	
E1	escalier	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	graviers
	droite	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	chaumes
	gauche	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	chaumes
	escalier	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	graviers
E2	gauche	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	blé
	derrière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	blé
	Derrière	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	blé
	droite	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	blé
E3	gauche	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	lisière haie
	Escalier	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	blé
	escalier	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	graviers
	droite	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	chaumes
E4	derrière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	chaumes
	escalier	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	graviers
	droite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	prairie
	gauche	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	prairie
E5	derrière	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	prairie
	escalier	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	graviers
	droite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	maïs
	gauche	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	forêt
E6	derrière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	maïs
Ss-Total		21	19	19	19	17	17	13	13	9	9	9	9	

Tests efficacité opérateur (2023)

13/06/2023	Leurres posés	Leurres retrouvés (jour même)	Leurres retrouvés (après)	Total retrouvés
E1	5	2	1	
E2	5	2	0	
E3	5	2	1	
E4	5	3	1	
E5	5	4	1	
E6	5	4	0	
Total	30	17	4	21

09/08/2023	Leurres posés	Leurres retrouvés (jour même)	Leurres retrouvés (après)	Total retrouvés
E1	5	4	0	
E2	5	2	1	
E3	5	3	0	
E4	5	5	0	
E5	5	2	2	
E6	5	2	1	
Total	30	18	4	22

• **Annexe 3 : Tableau brut de suivi de la mortalité en 2023**

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	Végétation	L prospect	I visib
3/4/2023	HD	Variable	12	Faible	8h40	Autres céréales	850	2	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2,5	chemin	100	5	Plantation	100	3	plate-forme	150	5
13/4/2023	HD	Ensoleillé	10	Faible	8h30	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	3	chemin	100	5	Plantation	100	2	plate-forme	150	5
20/4/2023	HD	Ensoleillé	9	Moyen	8h20	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	3	chemin	100	5	Plantation	100	2	plate-forme	150	5
25/4/2023	HD	Couvert	8	Faible	8h15	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	3	chemin	100	5	Plantation	100	2	plate-forme	150	5
2/5/2023	HD	Ensoleillé	15	Faible	8h20	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2,5	chemin	100	5	Plantation	100	1,5	plate-forme	150	5
9/5/2023	HD	Variable	14	Moyen	8h15	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2	chemin	100	5	Plantation	100	1	plate-forme	150	5
15/5/2023	HD	Variable	15	Moyen	10h30	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2	chemin	100	5	Plantation	100	1	plate-forme	150	5
22/5/2023	HD	Ensoleillé	14	Moyen	8h20	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2	chemin	100	5	Plantation	100	1	plate-forme	150	5
30/5/2023	HD	Ensoleillé	14	Moyen	8h20	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2	chemin	100	5	Plantation	100	1	plate-forme	150	5
9/6/2023	HD	Couvert	17	Nul	8h20	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5	Plantation	100	1	plate-forme	150	5
14/6/2023	HD	Ensoleillé	18	Nul	8h00	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5	Plantation	100	1	plate-forme	150	5
21/6/2023	HD	Variable	20	Moyen	9h30	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5	Plantation	100	1	plate-forme	150	5
28/6/2023	HD	Ensoleillé	22	Nul	8h30	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5	Plantation	100	1	plate-forme	150	5
5/7/2023	HD	Ensoleillé	20	Faible	8h20	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5	Plantation	100	3	plate-forme	150	5
11/7/2023	HD	Ensoleillé	18	Faible	8h00	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5	Plantation	100	3	plate-forme	150	5
18/7/2023	MD	Ensoleillé	18	Faible	8h00	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5	Plantation	100	3	plate-forme	150	5
27/7/2023	MD	Couvert	17	Moyen	8h30	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5	Plantation	100	2,5	plate-forme	150	5
3/8/2023	HD	Pluvieux	15	Moyen	8h40	Autres céréales	850	1	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5		100	2,5	plate-forme	150	5
9/8/2023	HD	Couvert	17	Nul	8h00	chaumes	850	4,5	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	2	plate-forme	150	5	Autres céréales	850	1,5	chemin	100	5		100	2,5	plate-forme	150	5
16/8/2023	HD	Ensoleillé	19	Faible	8h30	Labours	850	4,5	plate-forme	150	5	chaumes	850	4	plate-forme	150	5	chaumes	850	4	chemin	100	5		Plantation	100	2,5	plate-forme	150
22/8/2023	HD	Ensoleillé	19	Moyen	8h00	Labours	850	4,5	plate-forme	150	5	chaumes	850	4	plate-forme	150	5	chaumes	850	4	chemin	100	5	Plantation	100	2,5	plate-forme	150	5
30/8/2023	HD	Ensoleillé	15	Faible	8h20	Labours	850	5	plate-forme	150	5	chaumes	850	4	plate-forme	150	5	chaumes	850	4	chemin	100	5	Plantation	100	2,5	plate-forme	150	5
7/9/2023	HD	Ensoleillé	20	Faible	8h20	Labours	850	5	plate-forme	150	5	chaumes	850	4	plate-forme	150	5	chaumes	850	4	chemin	100	5	Plantation	100	2,5	plate-forme	150	5
15/9/2023	HD	Ensoleillé	18	Moyen	8h30	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	chemin	100	5	Plantation	100	2,5	plate-forme	150	5
22/9/2023	HD	Ensoleillé	10	Moyen	8h20	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	chemin	100	5	Plantation	100	2,5	plate-forme	150	5
26/9/2023	HD	Variable	18	Faible	8h30	Legumineu ses	850	3	plate-forme	150	5	Legumineuses	850	4,5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	chemin	100	5	Plantation	100	2	plate-forme	150	5
3/10/2023	HD	Variable	16	Moyen	9h00	Legumineu ses	850	3	plate-forme	150	5	Legumineuses	850	4,5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	chemin	100	5	Plantation	100	2	plate-forme	150	5
9/10/2023	HD	Variable	16	Moyen	9h00	Legumineu ses	850	2,5	plate-forme	150	5	Legumineuses	850	4,5	plate-forme	150	5	Labours	850	5	chemin	100	5	Plantation	100	2	plate-forme	150	5
17/10/2023	HD	Couvert	9	Moyen	8h20	Legumineu ses	850	2	plate-forme	150	5	Legumineuses	850	4	plate-forme	150	5	Labours	850	4,5	chemin	100	5	Plantation	100	2	plate-forme	150	5

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		
Autres céréales	800	4,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4	plate-forme	150	5	chaumes	650	5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	4	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3,5	plate-forme	150	5	chaumes	650	5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	4	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	chaumes	650	4,5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	3,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	chaumes	650	4,5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	2,5	plate-forme	150	5	chaumes	650	4	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	2	plate-forme	150	5	chaumes	650	4	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	2	plate-forme	150	5	chaumes	650	4	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	2,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4,5	plate-forme	150	5	Labours	650	4,5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	2,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4,5	plate-forme	150	5	Labours	650	5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5	E5 : Pigeon ramier	Plumée
Autres céréales	800	2	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4,5	plate-forme	150	5	Mais	650	5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	2	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4,5	plate-forme	150	5	Mais	650	5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5	E2 : Alouette des champs E3 : Corneille noire E6 : Martinet noir	Plumée Aie seule Cadavre frais
Autres céréales	800	2	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4	plate-forme	150	5	Mais	650	4	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	2	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3,5	plate-forme	150	5	Mais	650	2,5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
Autres céréales	800	2	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	1,5	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3,5	plate-forme	150	5		
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	5		
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	5	E1 : Faucon crecerelle	Cadavre + anden (non repéré dans le blé)
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	5	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	5		
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	5	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	5		
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4,5	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	5		
chaumes	800	3	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	4,5	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	5		
chaumes	800	4,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3,5	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	5	E6 : Pipistrelle commune	cadavre frais
chaumes	800	4,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3,5	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	4,5		
chaumes	800	4,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3,5	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	4,5	E1 : pigeon ramier	Plumée
chaumes	800	4,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	4,5		
chaumes	800	4,5	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	4,5		
chaumes	800	4	chemin	50	5	plate-forme	150	5	Prairies	850	3,5	plate-forme	150	5	Mais	650	1	forêt	200	3	plate-forme	150	4,5		

- **Annexe 4 : Exports des calculs d'estimation de mortalité en 2023 (source : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp>)**

➤ **Chauves-souris (Avril-Octobre)**



Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse... 2023-cadavres_Buleon_Chiro.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 29

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Browse... 2023-Persistence_Buleon.csv

Upload complete

Nombre de lignes lues = 42

Méthode de calcul des intervalles de confiance

☒ Non-paramétrique

☐ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

7

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

60

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

43

Pourcentage de la surface prospectée =

0.64

CALCULER

Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

0, 0, 0, 0, 0, ..., 0, 0, 0, 0, 0

Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé)

7, 8, 8, 7, 8, ..., 4, 12, 12, 6, 12

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	1.76	0.00	6.26	0.00	4.20
Huso	3.13	0.00	10.82	0.00	7.16
Winkelmann	3.12	0.00	11.45	0.00	7.76
Jones	3.22	0.00	11.15	0.00	7.38

Oiseaux (Avril-Octobre)



Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse...

2023-cadavres_Buleon_Oiseaux.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 29

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Browse...

2023-Persistence_Buleon.csv

Upload complete

Nombre de lignes lues = 42

Méthode de calcul des intervalles de confiance

☒ Non-paramétrique

☐ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

7

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

60

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

43

Pourcentage de la surface prospectée =

0.64

CALCULER

Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

0, 0, 0, 0, 0, ..., 0, 1, 0, 0, 0

Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé)

7, 8, 8, 7, 8, ..., 4, 12, 12, 6, 12

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	10.40	1.69	25.66	3.64	19.53
Huso	18.36	3.03	44.32	6.39	34.10
Winkelmann	18.70	2.98	46.69	6.44	35.16
Jones	18.92	3.12	45.78	6.60	35.14