



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



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

Janvier 2022

Sommaire

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | CONTEXTE ET MÉTHODOLOGIE | 5 |
| 1.1 | OBJET DE LA MISSION | 6 |
| 1.2 | CONTEXTE..... | 7 |
| 1.2.1 | Situation géographique..... | 7 |
| 1.2.1 | Contexte écologique | 11 |
| 1.2.1.1 | Les forêts..... | 11 |
| 1.2.1.2 | Les inventaires scientifiques | 11 |
| 1.2.1.3 | Natura 2000..... | 13 |
| 1.2.1.4 | Autres données bibliographiques | 17 |
| 1.2.2 | Occupation des sols | 18 |
| 1.3 | PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PARC ÉOLIEN..... | 20 |
| 1.4 | PRÉSENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI..... | 21 |
| 1.4.1 | Suivi de fréquentation des chauves-souris | 21 |
| 1.4.2 | Suivi spécifique : activité des rapaces diurnes | 21 |
| 1.4.3 | Suivi de la mortalité | 22 |
| 2 | RÉSULTATS | 27 |
| 2.1 | SUIVI DE LA FRÉQUENTATION DU PARC PAR LES CHIROPTÈRES..... | 28 |
| 2.1.1 | Espèces contactées | 28 |
| 2.1.2 | Activité des chauves-souris | 29 |
| 2.1.2.1 | Proportion par espèce | 29 |
| 2.1.2.2 | Répartition de la fréquentation au cours de la période étudiée.. | 30 |
| 2.1.2.3 | Répartition de la fréquentation en fonction des heures..... | 31 |
| 2.1.2.4 | Répartition de la fréquentation dans l'année | 31 |
| 2.1.2.5 | Répartition de la fréquentation en fonction de la météorologie (température et vent) | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2 SUIVI SPÉCIFIQUE : ACTIVITÉ DES RAPACES DIURNES | 34 |
| 2.3 SUIVI DE LA MORTALITÉ..... | 35 |
| 2.3.1 Analyse générale | 35 |
| 2.3.2 Espèces trouvées..... | 36 |
| 2.3.2.1 Mortalité des oiseaux | 36 |
| 2.3.2.1 Mortalité des chauves-souris..... | 39 |
| 2.3.3 Répartition des cadavres par éolienne..... | 43 |
| 2.3.4 Dispersion et orientation des cadavres..... | 44 |
| 2.3.5 Répartition des cadavres en fonction des saisons | 46 |
| 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 | 49 |
| 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..... | 56 |
| 3.3.1 Évolution du dispositif de protection des espèces..... | 56 |
| 3.3.1 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 2021, correspondant à la première 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 Claie 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 Claie ainsi que, par endroits, sur les plateaux agricoles.



1.2.1 CONTEXTE ÉCOLOGIQUE

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.

Plusieurs sites naturels et d'intérêt écologique se situent à proximité du parc éolien de Buléon (ZNIEFF ⁽¹⁾ de types I et II).

Par contre, aucune autre zone d'intérêt écologique n'est présente à proximité du parc éolien (arrêté de protection biotope, réserve naturelle régionale ou nationale, etc.). La carte est donc cadrée de manière à faire ressortir les zones d'intérêt écologique les plus proches, essentiellement située au sud du parc éolien.

1.2.1.1 Les forêts

Comme vu précédemment, de nombreux boisements plus ou moins étendus sont présents aux alentours du parc et sont interconnectés par un réseau bocager résiduel liés aux vallées et les plateaux agricoles.

Des massifs forestiers sont également présents à proximité du parc. La forêt départementale de Kerguéhennec, par exemple, est composée de près d'une centaine d'hectare et se situe à 2,5 km à l'ouest du parc. Quelques autres forêts comme celles de Crédin, de Sérent, du Val d'Ouest ou encore du Roc Saint-André, sont parsemées à 15 km à l'est du parc éolien.

1.2.1.2 Les inventaires scientifiques

Le tableau suivant synthétise l'intérêt écologique des ZNIEFF présentes à proximité du parc éolien pour ce qui concerne l'avifaune et les chiroptères ainsi que les habitats favorables à leur présence :

| Intitulé | Intérêt écologique ⁽²⁾ | Distance |
|---|---|------------------|
| LANDES DE LANVAUX ZNIEFF de type II 530014743 | <p><u>Habitats</u> : grande étendue composée majoritairement de landes et de bois dont certains sont en zone humide, et abrite quelques étangs.</p> <p><u>Oiseaux</u> : une centaine d'espèces y sont référencés dont une dizaine d'oiseaux déterminants inféodés aux habitats précédemment cités.</p> <p><u>Chauves-souris</u> : Les landes de Lanvaux accueillent en outre, plusieurs sites favorables à l'hivernage et à la reproduction des chauves-souris.</p> | 9 km au sud |
| FORÊT DE LANOUÉE ZNIEFF de type II 530006826 | <p><u>Habitats</u> : second plus grand massif forestier de Bretagne, composé principalement de boisements et de landes.</p> <p><u>Oiseaux</u> : plus de 60 espèces d'oiseaux y sont nicheurs, dont une dizaine sont déterminantes.</p> | 10 km au nord |

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

(2) Source : inpn.mnhn.fr

| Intitulé | Intérêt écologique ⁽¹⁾ | Distance |
|---|--|-----------------------|
| VALLONS TOURBEUX DU BOIS DE SAINT-BILY ZNIEFF de type I 530030008 | <u>Habitats</u> : site composé de landes mésophiles, boisements secs et d'étangs artificiels. Potentiel d'accueil pour des oiseaux et des chauves-souris. | 15 km au sud |
| TOURBIÈRE DE KERLAUNAY ZNIEFF de type I 530030009 | <u>Habitats</u> : tourbière de pente diversifiée et composée de landes, prairies et de boisements marécageux à mésophiles. Ces habitats constituent un potentiel d'accueil pour les oiseaux et les chauves-souris. | 15 km au sud-ouest |
| LA MINE ZNIEFF de type I 530020008 | <u>Chauves-souris</u> : site d'hivernage important du nord-est du Morbihan. En hiver, il abrite près d'une centaine de chauve-souris ainsi qu'une importante population de grands rhinolophes. | 16 km au sud-est |
| ÉTANGS OLIGOTROPHES DU BOIS DE LANVAUX ET LEURS ABORDS ZNIEFF de type I 530030168 | <u>Habitats</u> : étang entouré de landes, forêts de conifères et de feuillus. <u>Oiseaux</u> : quelques oiseaux communs fréquentent le site. | 18 km au sud |
| LE GOYEDON ZNIEFF de type I 530120010 | <u>Habitats</u> : ruisseau et formations riveraines pouvant potentiel accueillir une avifaune et une mammalofaune diversifiée. | 18 km à l'ouest |
| OUST AU ROC SAINT ANDRÉ ZNIEFF de type I 530015510 | <u>Habitats</u> : cours d'eau, roselières et boisements riverains. <u>Oiseaux</u> : quelques oiseaux communs du bocage s'y reproduisent. | 19 km au sud-est |
| LANDE DE CALER / LA VILLE AU CERF ZNIEFF de type I 530020085 | <u>Habitats</u> : landes humides à mésophiles comportant quelques coulées tourbeuses. Potentiel d'accueil pour des oiseaux et des chauves-souris. | 19 km au nord |

Remarque : la ZNIEFF de Coët Ny, initialement localisée à environ 9 km au sud du parc, n'est plus répertoriée en tant que ZNIEFF (consultation INPN).

Le parc éolien se situe au nord de plusieurs ZNIEFF dont la majorité est liée au contexte des landes de Lanvaux. Dans ce contexte, on retient :

- la présence d'étangs qui constituent des zones d'accueil pour l'avifaune diversifiée, notamment des zones d'hivernage importantes pour les canards ainsi que des étapes migratoires pour les limicoles ;
- d'importants massifs forestiers et de landes sont des habitats favorables aux oiseaux forestiers et landicoles ;
- les massifs forestiers à proximité, combinés avec une mosaïque dense de milieux ouverts et fermés, favorables aux chiroptères ;
- plusieurs gîtes d'hivernage et de reproduction de chauves-souris connus aux environs du parc (entre 9 et 20 km).
- Une grande majorité des ZNIEFF située à plus de 10 km du parc étudié.

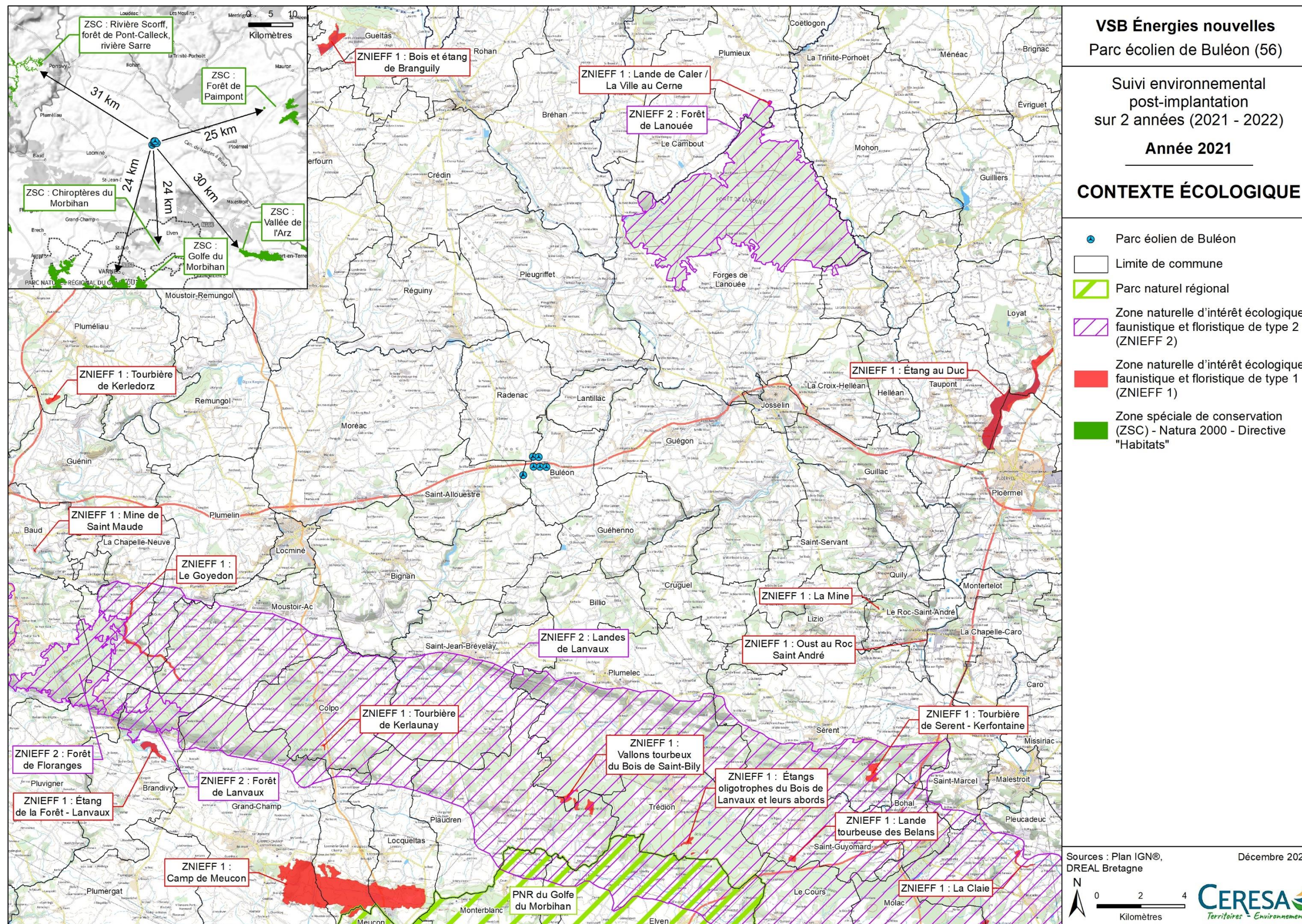
⁽¹⁾ Source : inpn.mnhn.fr

1.2.1.3 Natura 2000

Aucun site Natura 2000 n'est présent à proximité immédiate du parc éolien. Les sites les plus proches se situent approximativement à une trentaine de kilomètres du parc étudié. Il s'agit des sites suivants :

- FR 5300005 (ZSC) de la « Forêt de Paimpont » : principalement formé de landes, de forêts caducifoliées et d'un complexe d'étangs propices à une richesse biologique, notamment aux chiroptères. Parmi les 12 espèces d'intérêt communautaire, 5 sont des chauves-souris : les grand et petit rhinolophes, la barbastelle d'Europe et des murins (grand murin, murin de Bechstein) ;
- FR 5300058 (ZSC) de la « Vallée de l'Arz » : de la même manière que le présent site, il est caractérisé par une mosaïque d'habitats favorable à l'expression de nombreuses espèces. Parmi les 22 espèces de chauves-souris présentes en Bretagne, 13 y ont été observées.
- FR°5300029 (ZSC) du « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys » : composé essentiellement de zones maritimes et littorales. Parmi les 22 espèces d'intérêt communautaire figurant sur ce territoire, 5 sont des chauves-souris.
- FR°5300026 (ZSC) de la « Rivière du Scorff, Forêt de Pont Calleck et Rivière Sarre » : composé d'une mosaïque de milieux allant de l'estuaire aux zones boisées arrières littorales. Cette zone est propice à la présence d'une faune aquatique, terrestre et volante diversifiée. Sur la vingtaine d'espèces d'intérêt communautaire identifiées sur ce territoire, 5 sont également des chiroptères (espèces identiques à ceux de la forêt de Paimpont).

Pour les sites Natura 2000, les informations essentielles à retenir de l'analyse des données sont que **les sites d'importance communautaire sont très éloignés du parc étudié (plus de 25 km).**



1.2.1.4 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.

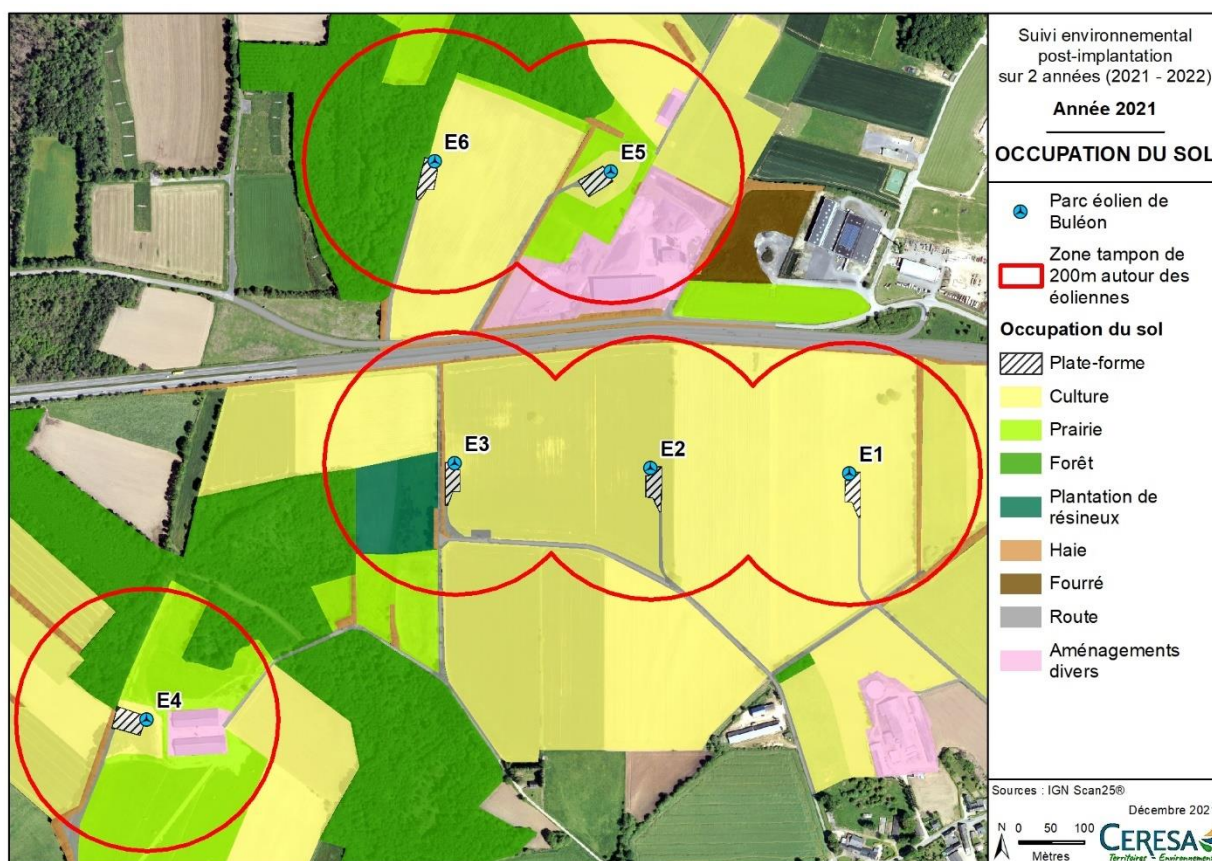
⁽¹⁾ FERRAND (2013). Projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune de Buléon (56) - Étude d'impact. 83 pages.

⁽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 OCCUPATION DES SOLS

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



À proximité des éoliennes (rayon de 200 m), une grande majorité de la surface est dédiée aux cultures de maïs (60,1 %) ainsi qu'aux forêts (13,2 %), aux prairies (12,3 %) et milieux artificiels (route, plateforme et bâtiments, 9,7 %). Des haies se trouvent également à proximité des supports mais constituent de faibles surfaces (2,1 %).

Habitats présents au sein des 200 mètres autour des éoliennes

| Végétation | Code Corine biotope | Surface (ha) |
|-------------------------|---------------------|--------------|
| Grandes cultures | 82.11 | 40,95 |
| Forêts | 43 | 8,99 |
| Prairies | 81.1 | 8,41 |
| Plantations de résineux | 83.311 | 1,73 |
| Haies | 84.4 | 1,46 |
| Routes | 86 | 1,86 |
| Plates-formes | 86 | 0,83 |
| Aménagements divers | 86.3 86.5 | 3,90 |

Synthèse de l'occupation des sols :

Le parc éolien de Buléon se situe dans un contexte de mosaïque agricole (cultivé et pâturé) 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.

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 pâles : 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 Guéhenno

| 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 |

Le parc éolien fait l'objet d'un bridage par seuil au mois d'octobre (à partir du 08/10/2021), sur la base des données recueillis sur le parc de Buléon et de Guéhenno. Les machines sont à l'arrêt lors que les conditions suivantes sont réunies :

- 4 premières heures de la nuit,
- vents compris inférieurs à 7 m/s.

Les températures ne sont pas prises en compte lors de ce bridage, l'arrêt des machines couvre ainsi de plus larges périodes. Cette mesure permet de limiter le risque d'impact sur les chauves-souris et les oiseaux nocturnes.

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 (fin de printemps, été et automne).

Les travaux s'étant achevés en juin, l'enregistreur (Batlogger) a été installé sur l'éolienne n° 3, du 19 juillet au 21 novembre 2021. 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°).

En raison d'une coupure d'électricité, l'activité des chauves-souris durant une nuit (du 13 au 14/10) n'a pas pu être enregistrée. Hormis ce désagrément, les activités ont été enregistrées en continu.

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

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.

En raison du décalage de la mise en service du parc, ce suivi a été mené durant toute la période de suivi de la mortalité, soit de juillet à octobre.

La troisième année, le suivi sera réalisé de façon indépendante, suivant le même protocole initial (un passage par mois entre avril et juin).

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

Du fait de la présence d'oiseaux de niveau de sensibilité 3 en période de reproduction (faucon crécerelle) et d'une chauve-souris 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, ce suivi n'a été engagé qu'à partir de juillet. Il a compris un total de 18 prospections.

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.

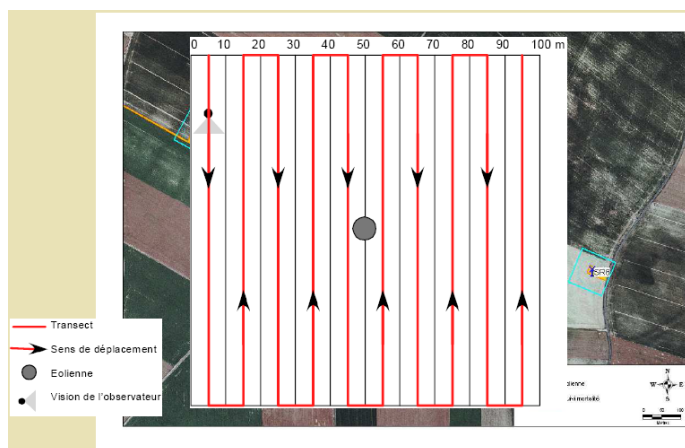


Schéma théorique de prospection - Source : Vienne Nature

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

- du 22/06 au 29/06 : 2 contrôles au mois de juin ;
- du 05/07 au 27/07 : 4 contrôles au mois de juillet ;
- du 03/08 au 30/08 : 5 contrôles au mois d'août ;
- du 07/09 au 28/09 : 4 contrôles au mois de septembre ;
- du 05/10 au 20/10 : 3 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 menées durant le suivi, sur la base du protocole suivant :

- un 1^{er} opérateur disperse 3 à 4 leurres par éolienne (cf. ci-contre) de tailles et de couleurs variées sur les différents types de végétations, soit 18 à 24 leurres par session de test. Au total, 48 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 (t_m) 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 :

$$A = 1 + [1 - (S_r / S_t)]$$

Avec :

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

$$S_r = L \times 2l$$

- **L** = Distance parcourue (normalement 1 000 m par éolienne) = longueur de transect parcourue
- **l** = 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

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

- **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) = $-\log(0,01)*tm$

Deuxième partie

RÉSULTATS

2.1 SUIVI DE LA FRÉQUENTATION DU PARC PAR LES CHIROPTÈRES

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

2.1.1 ESPÈCES CONTACTÉES

Au cours des enregistrements réalisés entre juillet et novembre 2021, un total de 5 espèces a été recensé pour 281 contacts en altitude.

Une quinzaine de ces contacts n'a pas été identifiée à l'espèce en raison des difficultés de distinction au sein du groupe des sérotules (sérotines et noctules).

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

Statut des espèces contactées en « altitude » sur les 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 | 3% |
| Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | IV | Oui | NT | LC | 3 | 58% |
| Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | IV | Oui | LC | LC | 2,5 | 14% |
| Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | IV | Oui | NT | LC | 2,5 | 16% |

(1) Observatoire des chauves-souris de Bretagne.

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

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

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

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

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

(7) Fréquence des contacts enregistrés sur le parc de Buléon.

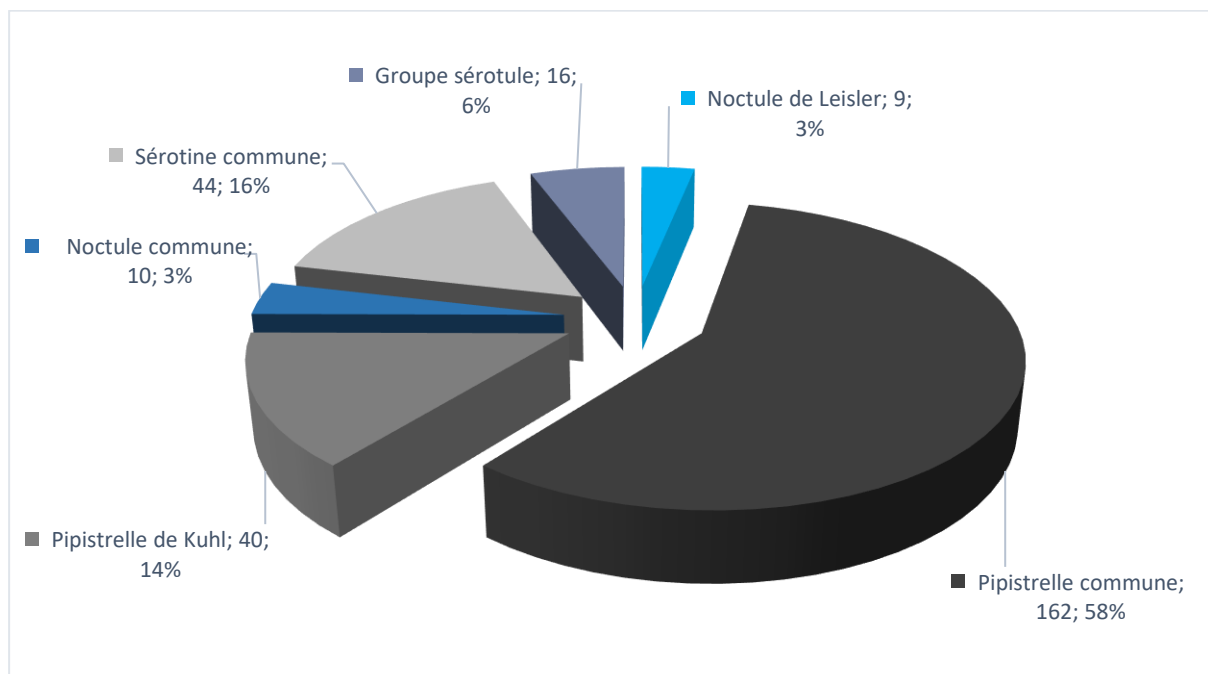
2.1.2 ACTIVITÉ DES CHAUVES-SOURIS

2.1.2.1 Proportion par espèce

L'activité enregistrée est largement dominée par le groupe des pipistrelles, avec un total de 72 % des contacts. Parmi ce groupe, 81 % des contacts correspondent à la pipistrelle commune et 19 % à la pipistrelle de Kuhl.

Les activités de la sérotine commune (16 %), des noctules (6 %) et du groupe des sérotules non identifiées (6 %) sont proportionnellement moins importantes mais restent non négligeables à l'échelle du le parc.

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



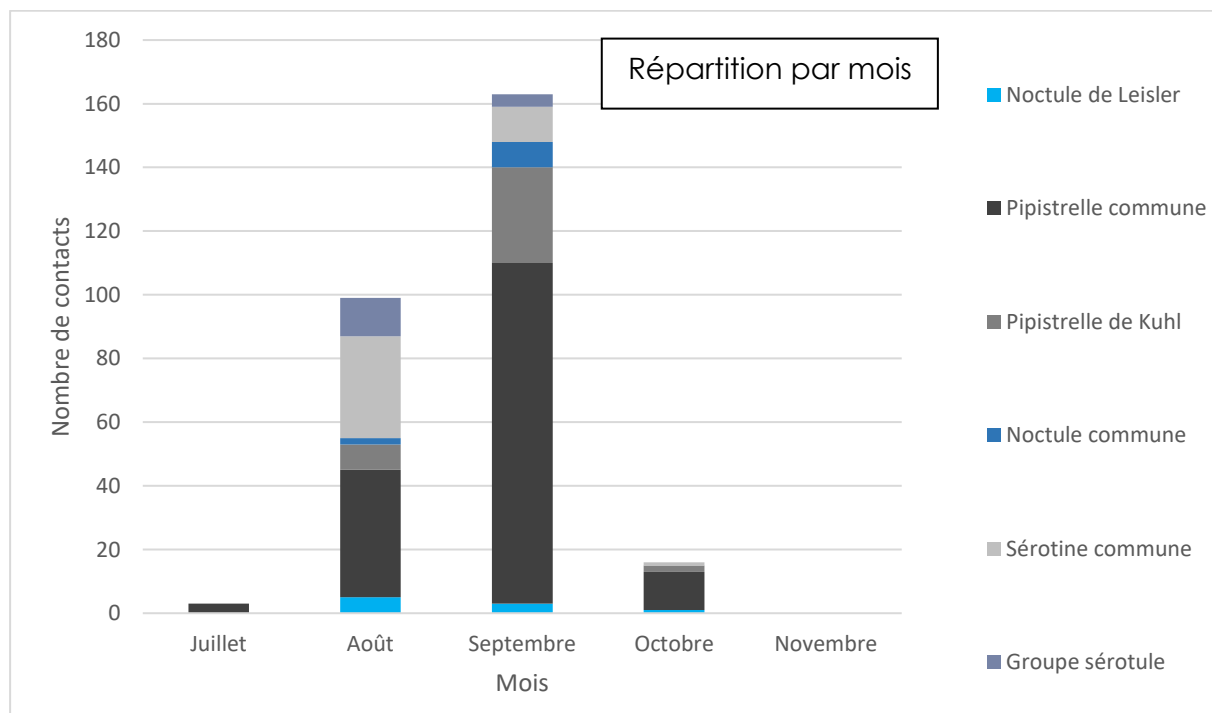
2.1.2.2 Répartition de la fréquentation au cours de la période étudiée

Les contacts ont lieu depuis l'installation de l'enregistreur (19 juillet) jusqu'à fin octobre, avec un dernier enregistrement en date du 22 octobre (enregistrement jusqu'à fin novembre). L'activité globale des chauves-souris est apparue relativement élevée, avec 3 contacts par nuit en moyenne durant la période d'activité (CERESA, pers. com.).

L'activité croît progressivement jusqu'à atteindre un pic durant le mois de septembre (58 %). L'activité chute ensuite brutalement, au mois d'octobre (moins de 10 % des contacts par mois) et est nulle en novembre.

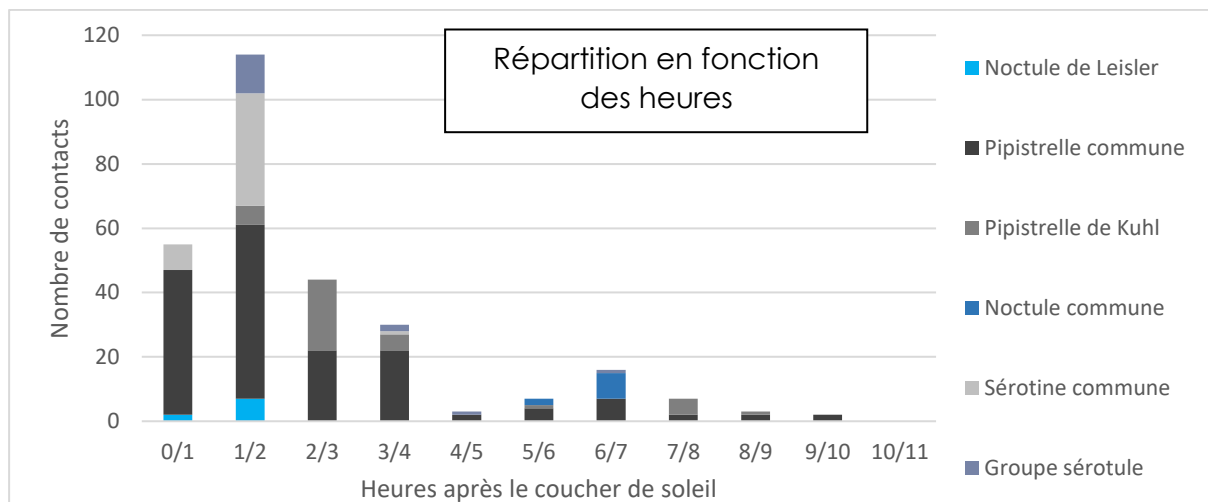
Cette répartition de l'activité est essentiellement marquée par le groupe des pipistrelles (commune et de Kuhl). En revanche, on remarque que certaines espèces sont davantage contactées au mois d'août, comme la sérotine commune et la noctule de Leisler.

Sur le parc de Buléon, le pic d'activité est corrélé avec la diversité des espèces. Le mois d'août correspond à l'émancipation des jeunes et septembre, à la période de regroupement automnal et de migration.



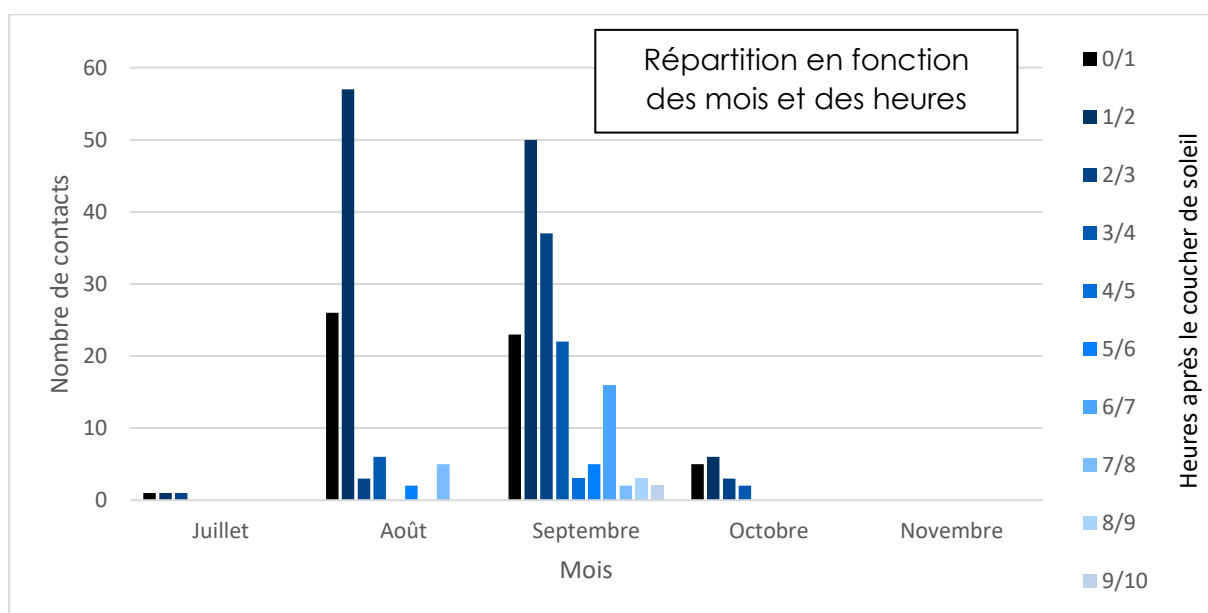
2.1.2.3 Répartition de la fréquentation en fonction des heures

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 4 premières heures après le coucher du soleil. L'activité des chiroptères diminue progressivement jusqu'au lever du soleil. Une légère augmentation de l'activité est néanmoins observable entre 6 et 7 heures après le coucher du soleil, correspondant globalement au milieu de la nuit sur la période correspondance (6 à 4 heure avant le lever du soleil pour septembre).



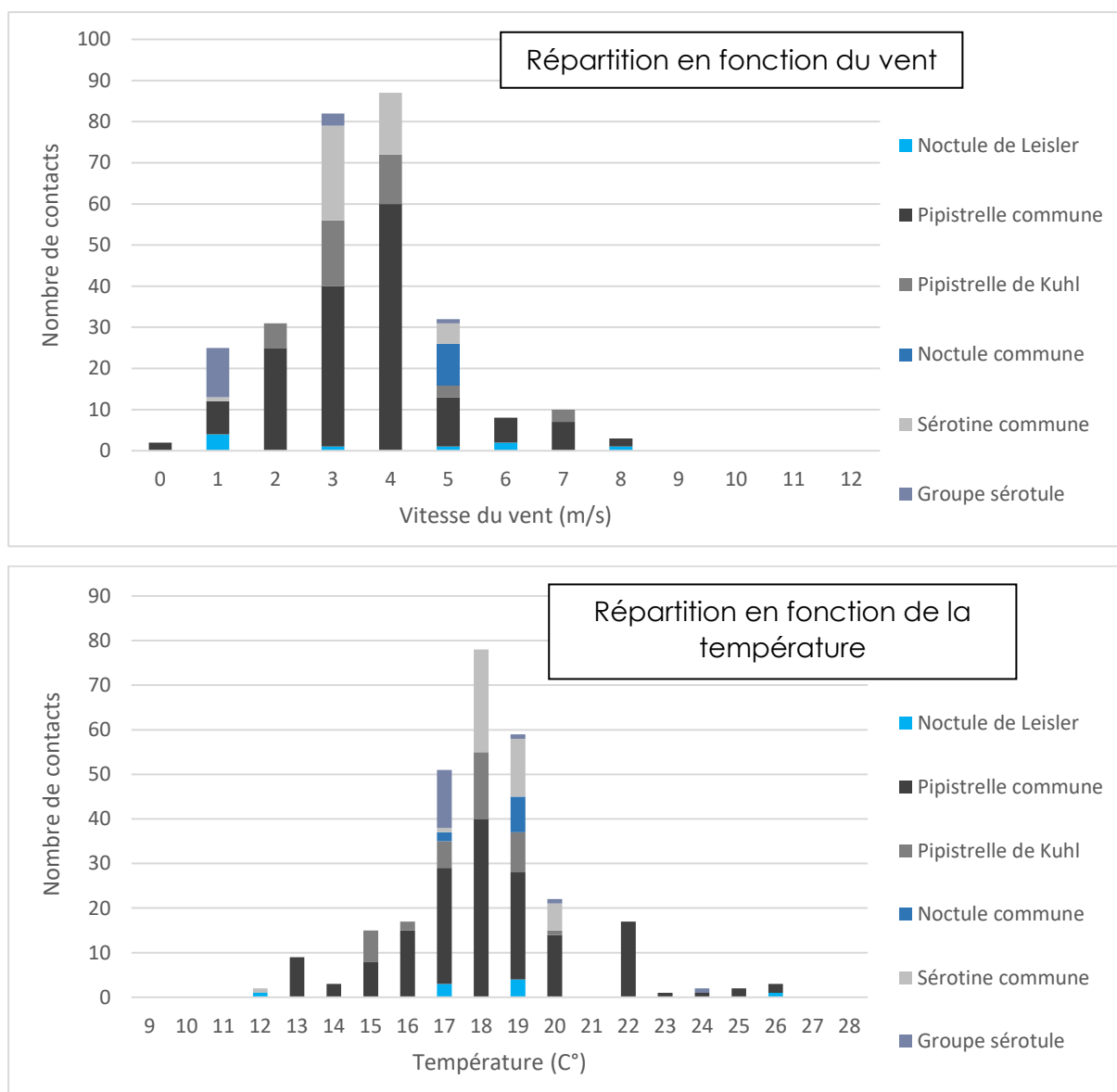
2.1.2.4 Répartition de la fréquentation dans l'année

L'activité observée en altitude est notable aux mois d'août à septembre et de moindre importance en octobre. La grande majorité des activités se concentrent en début de nuit (86 %). Par opposition, les activités en fin de nuit sont particulièrement faibles (14 %), hormis durant les pics d'activité des mois d'août et septembre où l'activité des chauves-souris se prolonge davantage durant la nuit.



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

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 10°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 (7,5 % des contacts). Deuxièmement, les premiers contacts ont lieu à partir de 12°C. Cette donnée n'est cependant pas totalement représentative du cycle biologique complet des chauves-souris (absence de donnée au printemps).



⁽¹⁾ Behr, O., Brinkmann, R., Hochradel, K., Mages, J., Korner- Nievergelt, F., Niemann, 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 de la fréquentation du parc par la chauve-souris

Les principaux éléments à retenir sont :

- La mise en marche des éoliennes étant tardive, les enregistrements n'ont eu lieu qu'à partir de juillet jusqu'à mi- novembre.
- L'activité globale des chauves-souris à hauteur de nacelle est relativement élevée, avec un total de 281 contacts entre juillet et novembre, soit une moyenne de 3 contacts par nuit en période d'activité ;
- Le niveau de fréquentation du parc en altitude par les chauves-souris est plus élevé en septembre (5 contacts par nuit en moyenne), et dans une moindre mesure en août (3 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 forte jusqu'à 6 m/s et faible au-dessus, ceci pour une température supérieure à 12°C. Ces données ne sont cependant pas représentatives du cycle biologique complet des chauves-souris (absence de donnée au printemps) ;
- 5 espèces au total ont été identifiées, dont 4 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 et de Kuhl) dominent, comme c'est classiquement le cas, les relevés ;
- On observe une plus grande diversité d'espèces en période de pré-hivernation et migratoire ;
- Les chauves-souris sont plus actives les 4 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 septembre ;
- Durant le mois le plus actif (septembre et août), l'activité des chauves-souris reste significative tout au long de la nuit (plus de 5 % des contacts) ;
- À l'inverse, pendant les mois de faible activité, les chauves-souris fréquentent le parc en altitude uniquement en début de nuit.

2.2 SUIVI SPÉCIFIQUE : ACTIVITÉ DES RAPACES DIURNES

Au cours des prospections réalisées entre juin et octobre 2021, les rapaces diurnes (buse variable, faucon crécerelle, etc.) ont été observés à 10 reprises (cf. fiches d'activité des rapaces diurnes en annexe).

La mise en fonctionnement du parc étant intervenue tardivement, le suivi n'a pas permis d'identifier les enjeux en période de reproduction de l'avifaune.

La principale espèce contactée sur et aux abords du parc est la buse variable. Cette espèce est fréquemment rencontrée (1 visite sur 2), en transit et en chasse sur un perchoir (bordure de route, ballot de paille, etc.), à l'affût des rongeurs. Un autre rapace diurne a également été observé à proximité du parc de Buléon. Un faucon crécerelle profite occasionnellement des zones ouvertes et cultivées du parc pour chasser ses proies.

La présence des rapaces se concentre autour de l'éolienne n° 4 (50 %). Ils sont occasionnellement observés à proximité de l'ensemble des autres éoliennes du parc hormis l'éolienne E3.

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

Ce suivi sera reconduit en 2022 et 2023 et permettra de préciser les potentiels enjeux notamment en période de reproduction.

Statut des rapaces diurnes observés sur le parc éolien de Buléon

| Nom vernaculaire | Nom scientifique | Directive Oiseau (3) | Protection nationale (4) | Listes rouges | | Niveau de sensibilité (7) |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|
| | | | | France (5) | Bretagne (6) | |
| Buse variable | <i>Buteo buteo</i> | - | Oui | LC | LC | 2 |
| Faucon crécerelle | <i>Columba palumbus</i> | - | Oui | NT | LC | 3 |

2.3 SUIVI DE LA MORTALITÉ

2.3.1 ANALYSE GÉNÉRALE

Au total, 27 cadavres et/ou plumées ont été observés entre juin et octobre 2021, comprenant 12 oiseaux, dont 5 espèces identifiées, et 15 chauves-souris appartenant à 3 espèces différentes. La pipistrelle commune et le martinet noir constituent les espèces les plus impactées du parc (respectivement 12 et 7 cadavres observés). En moyenne, 4,5 cadavres ont été trouvés par éolienne.

Synthèse de mortalités observées

| Date | Cadavre | Localisation | Remarques |
|------------|-------------------------|--------------|--------------------------|
| 22/6/2021 | Martinet noir | Éolienne 4 | Partiellement décomposé |
| 22/6/2021 | Martinet noir | Éolienne 1 | Partiellement décomposé |
| 29/6/2021 | Martinet noir | Éolienne 1 | - |
| 29/6/2021 | Verdier d'Europe | Éolienne 3 | Décomposé |
| 29/6/2021 | Martinet noir | Éolienne 3 | - |
| 5/7/2021 | Martinet noir | Éolienne 3 | - |
| 13/7/2021 | RAS | - | - |
| 20/7/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 6 | - |
| 20/7/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 6 | - |
| 20/7/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 6 | - |
| 20/7/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 2 | - |
| 20/7/2021 | Sérotine commune | Éolienne 1 | - |
| 27/7/2021 | Martinet noir | Éolienne 5 | - |
| 3/8/2021 | Martinet noir | Éolienne 5 | - |
| 3/8/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 3 | - |
| 10/8/2021 | Pigeon ramier | Éolienne 3 | Plumée (pas de cadavre) |
| 17/8/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 3 | - |
| 24/8/2021 | Pigeon biset | Éolienne 5 | Jeune individu |
| 24/8/2021 | Sérotine commune | Éolienne 6 | - |
| 24/8/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 4 | - |
| 24/8/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 6 | - |
| 30/8/2021 | RAS | - | - |
| 7/9/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 3 | Partiellement décomposée |
| 7/9/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 4 | - |
| 7/9/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 6 | - |
| 7/9/2021 | Oiseau (sp.) | Éolienne 4 | Décomposé |
| 14/9/2021 | Pipistrelle commune | Éolienne 4 | - |
| 21/9/2021 | Pipistrelle de Kuhl | Éolienne 1 | Partiellement décomposée |
| 28/9/2021 | Roitelet triple-bandeau | Éolienne 2 | - |
| 5/10/2021 | RAS | - | - |
| 12/10/2021 | RAS | - | - |
| 20/10/2021 | RAS | - | - |

2.3.2 ESPÈCES TROUVÉES

Au total, 8 espèces différentes ont été identifiées au pied des éoliennes : 5 oiseaux et 3 chauves-souris (cf. fiches de mortalité en annexe).

2.3.2.1 Mortalité des oiseaux

11 cadavres et 1 plumée de 5 espèces différentes ont été identifiés au pied des éoliennes.

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*) a été l'oiseau le plus impacté en 2021 par le parc de Buléon, avec 7 cadavres notés entre juin et août 2021.

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 jeune martinet noir
(05/07/2021)

Le **roitelet à triple bandeau** (*Regulus ignicapilla*) a été observé à une occasion en fin septembre. Il s'agit d'une petite espèce sédentaire et partiellement migratrice sur le territoire. Ce petit passereau fréquente principalement les habitats boisés (forêts, sous-bois, parcs et jardins arborés).



Cadavre de roitelet à triple
bandeau (28/09/2021)

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

Un **verdier d'Europe** (*Chloris chloris*) a été trouvée lors de la première prospection, en fin juin 2021. Cet oiseau apprécie les milieux semi-fermés tels que les lisières forestières, les jardins, les parcs et les landes boisées. Cette espèce est principalement sédentaire, mais certains peuvent néanmoins migrer



Cadavre de verdier d'Europe
(29/06/2021)

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

Une plumée de cette espèce a été observée à une occasion, en août 2021.



Plumée de pigeon ramier
(10/08/2021)

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



Cadavre de pigeon biset
(24/08/2021)

Un oiseau n'a pas été identifié à l'espèce, en raison du manque d'éléments identifiables (restes très partiels) et du stade avancé de décomposition.

Cet oiseau a été observé en période de migration (septembre).



Cadavre d'oiseau décomposé
(7/09/2021)

D'après une étude de la LPO⁽¹⁾ et les analyses de Tobias Dür (2017), le roitelet à triple bandeau et le martinet noir sont les deux oiseaux les plus impactés par les parcs éoliens de France. Le roitelet est exclusivement impacté en période de migration, principalement automnale, alors qu'il est présent toute l'année sur le territoire.

Le martinet noir 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 pigeon ramier et le pigeon biset figurent également parmi les espèces les plus touchées en France.

Le verdier d'Europe figure parmi les espèces dont le nombre de mortalité constaté est faible.

Statut des oiseaux observés morts sur le parc éolien de Buléon

| Nom vernaculaire | Nom scientifique | Directive Oiseau (2) | Protection nationale (3) | Listes rouges | | Niveau de sensibilité (4) | Effectif |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|----------|
| | | | | France (5) | Bretagne (6) | | |
| Martinet noir | <i>Apus apus</i> | - | Oui | NT | LC | 1 | 7 |
| Pigeon biset | <i>Columba livia</i> | An. II | - | DD | DD | 1 | 1 |
| Roitelet à triple bandeau | <i>Regulus ignicapilla</i> | - | Oui | LC | DD | 0 | 1 |
| Verdier d'Europe | <i>Chloris chloris</i> | - | Oui | VU | DD | 0 | 1 |
| Pigeon ramier | <i>Columba palumbus</i> | An. II | - | LC | LC | 1 | 1 |

Légende

Liste rouge : Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT), Préoccupation mineur (LC).

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

⁽²⁾ Directive européenne Oiseaux (2009/147/CE).

⁽³⁾ 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.

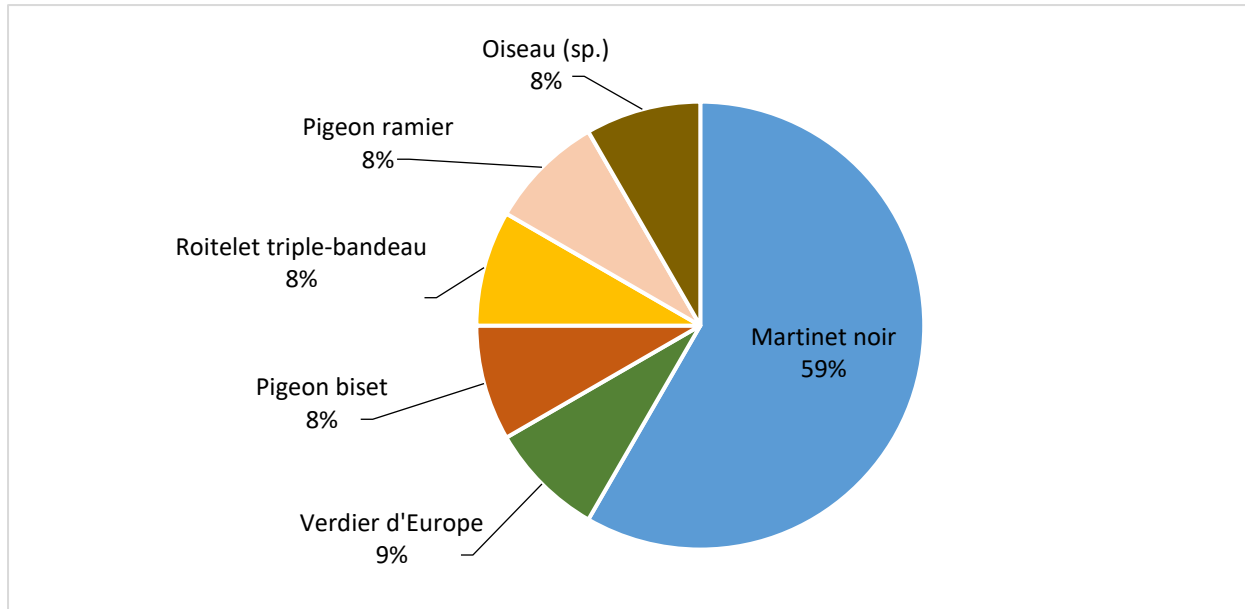
⁽⁴⁾ Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – novembre 2015

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

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

Le principal oiseau impacté par l'activité éolienne du parc de Buléon est le martinet noir, avec 59 % des cadavres trouvés (7 cadavres).

Cortège d'oiseaux impactées par le parc éolien de Buléon



2.3.2.1 Mortalité des chauves-souris

La **pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est l'espèce la plus impactée sur le parc avec 12 cadavres entre juillet et septembre. Cette espèce ubiquiste est également la plus commune des chauves-souris d'Europe. Elle fréquente tous types d'habitats, aussi bien agricole que forestier, ainsi que les espaces urbanisés. Elle est surtout active de mars à octobre, mais elle peut être observée toute l'année, notamment lors des hivers doux.



Cadavre de pipistrelle commune
(20/07/2021)

La **sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) a été observée à deux reprises, en juillet et août 2021. Cette espèce est une chauve-souris d'assez grande taille (envergure 31 à 38 cm). Elle quitte très rapidement son gîte (environ 15 minutes après le coucher du soleil) pour aller chasser 1 à 3 heures en groupe ou en solitaire.

Il s'agit d'une espèce des plaines (campagnarde comme urbaine) ayant une préférence pour les milieux mixtes.



Cadavre de sérotine commune
(20/07/2021)

La **pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) a été trouvée une fois en fin septembre 2021. Cette petite chauve-souris est particulièrement anthropophile et fréquente de nombreux habitats (anthropisé, rivière, falaise, zone agricole, forêt, etc.). Elle devient active la première demi-heure de la nuit et chasse à l'image de son régime alimentaire, dans des milieux variés (zone humide, parc, jardins, etc.).



Cadavre de pipistrelle de Kuhl
(28/09/2021)

D'après l'étude d'Écosphère ⁽¹⁾, la mortalité de pipistrelle commune est également régulièrement relevée, aussi bien en été qu'en automne. La pipistrelle de Kuhl et la sérotine commune sont occasionnellement impactés par les éoliennes. En France, d'après le diagnostic chiroptérologique pour les parcs éoliens de la SFEPM ⁽²⁾, la pipistrelle et la sérotine communes ont subi une diminution de 1/3 de leur population.

⁽¹⁾ Heits C. & Jung L. (2017). Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions (Étude bibliographique). Écosphère, 149

⁽²⁾ Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016. - Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres - Actualisation 2016 des recommandations SFEPM, Version 2.1 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 33 pages + annexes

Statut des chiroptères observés morts sur le parc éolien de Buléon

| Nom vernaculaire | Nom scientifique | Directive Habitats (1) | Protection nationale (2) | Listes rouges | | Note de risque (3) | Effectif |
|---------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|--------------|--------------------|----------|
| | | | | France (3) | Bretagne (4) | | |
| Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | An. IV | Oui | NT | LC | 3 | 12 |
| Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> | An. IV | Oui | LC | LC | 2,5 | 1 |
| Sérotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> | An. IV | Oui | NT | LC | 2,5 | 2 |

Légende

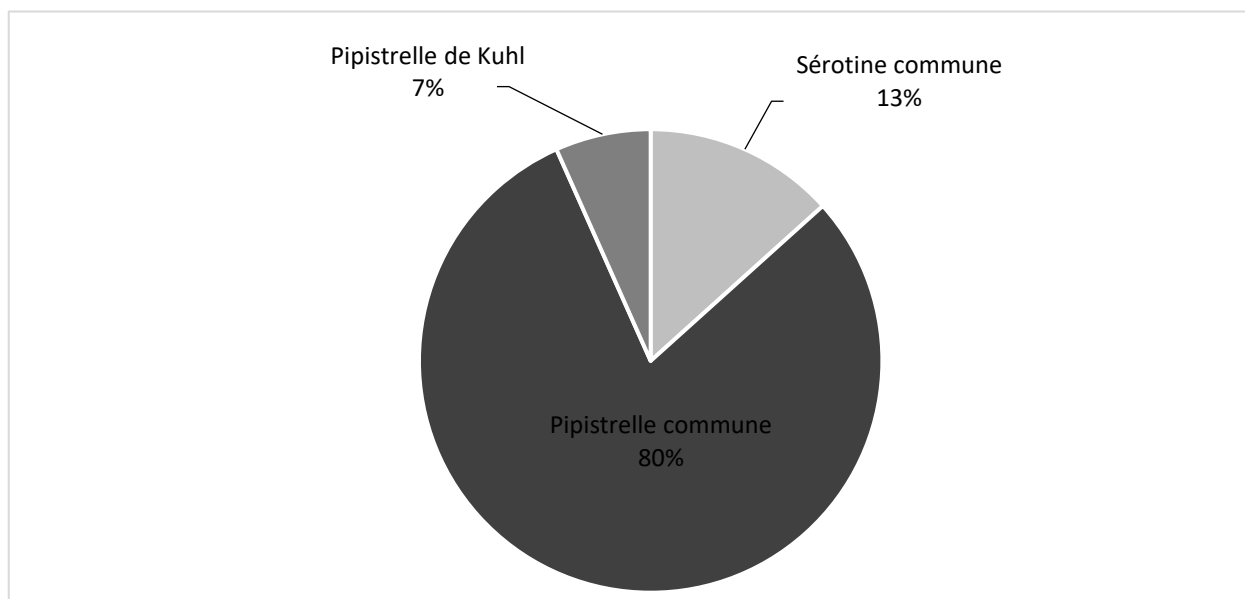
Liste rouge : Quasi menacée (NT), Préoccupation mineur (LC).

Directive habitat : Annexe IV (liste des espèces qui nécessitent une protection stricte).

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

La principale espèce impactée par l'activité éolienne du parc de Buléon est la pipistrelle commune, avec 46 % des cadavres trouvés (12 cadavres), dont 80 % des effectifs de chauves-souris. La sérotine commune a été observée à deux reprises et la pipistrelle de Kuhl à une seule occasion.

Cortège d'oiseaux impactées par le parc éolien de Buléon

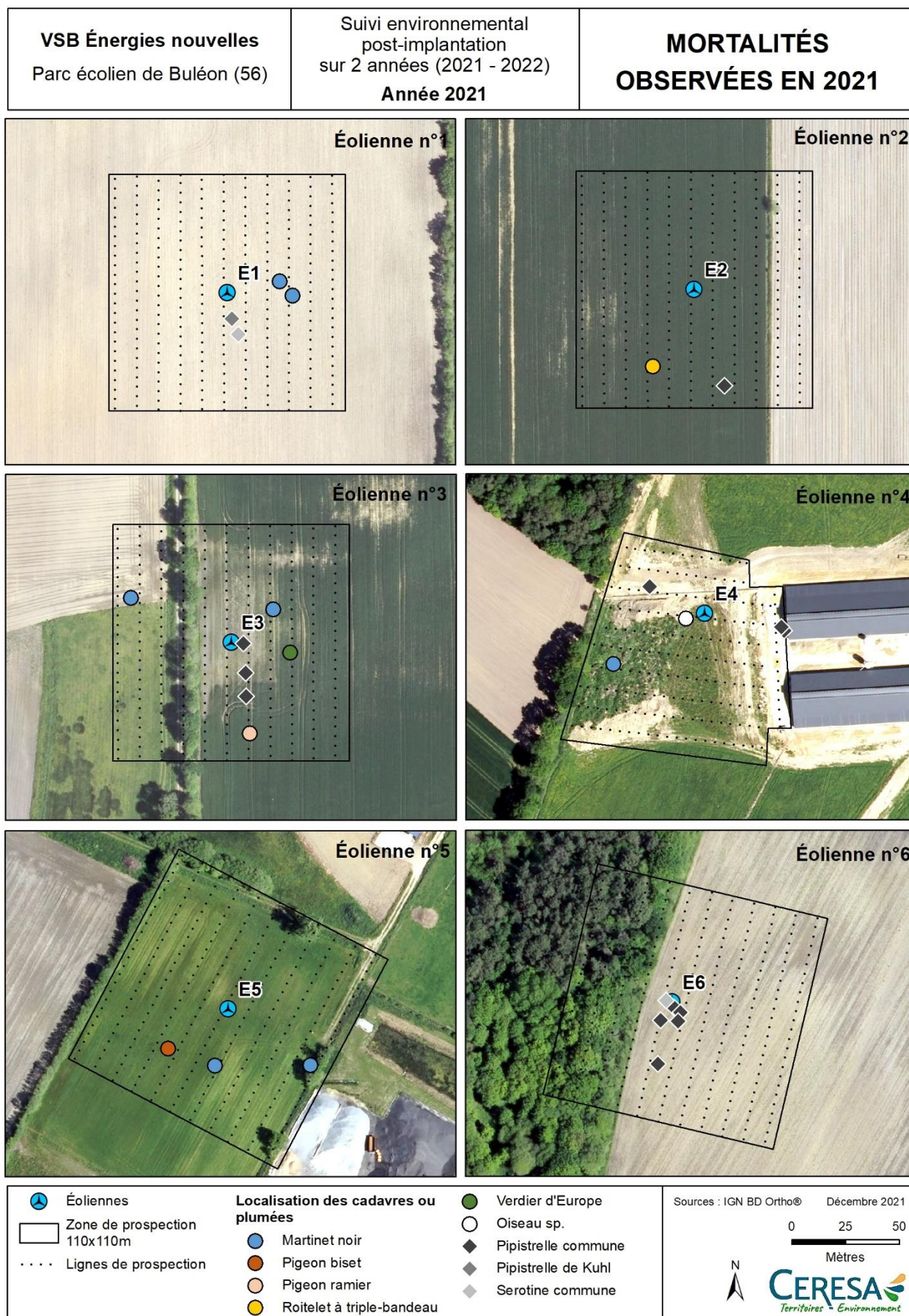


(1) Directive européenne Habitats Faune Flore (92/43/CEE).

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

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

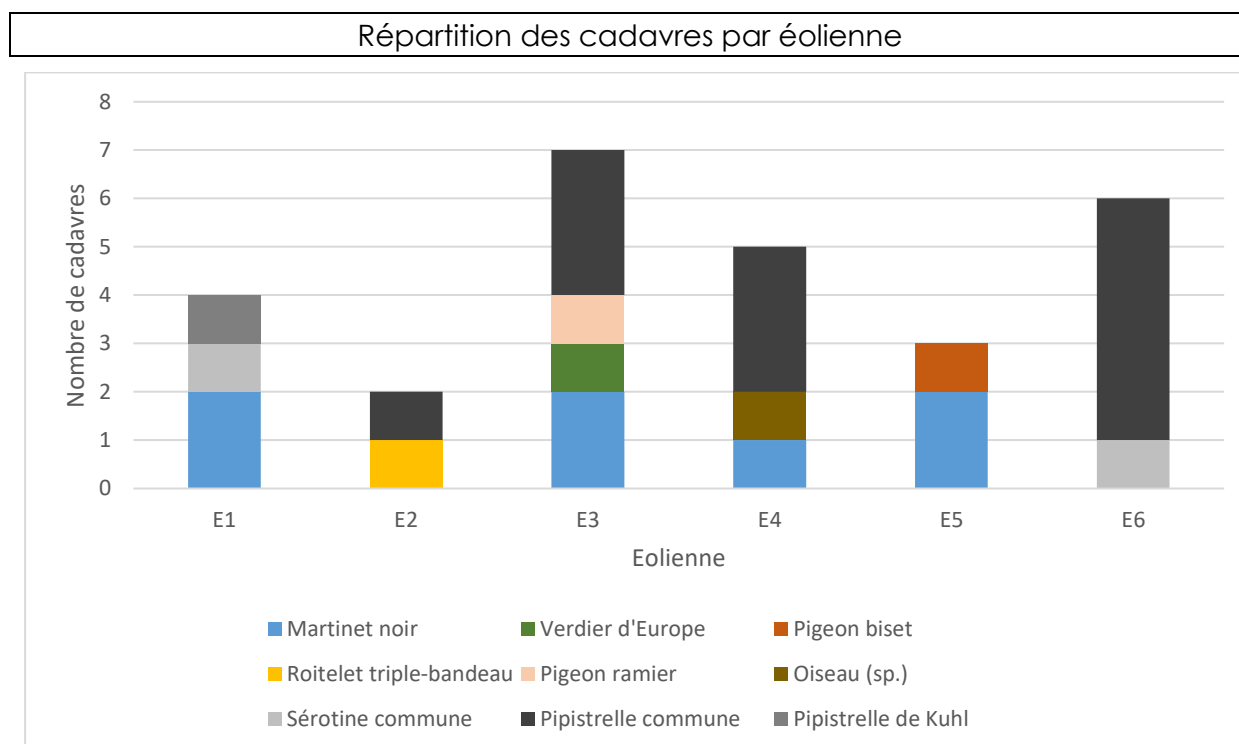
(4) Liste rouge régionale & Responsabilité biologique régionale des mammifères de Bretagne, UICN France, Bretagne environnement, Océanopolis Brest, GMB & Bretagne Vivante (2015).



2.3.3 RÉPARTITION DES CADAVRES PAR ÉOLIENNE

L'ensemble des éoliennes du parc ont généré de la mortalité en 2021. Deux éoliennes n'ont pas généré de mortalité dans les deux groupes taxonomiques : l'éolienne E5 pour les chauves-souris et l'éolienne E6 pour les oiseaux. Hormis ces éoliennes, les autres éoliennes du parc ont à la fois impacté les chauves-souris et les oiseaux.

Les éoliennes ayant engendré le plus de mortalité sont l'éolienne E3 (26 % des effectifs), suivie de près par l'éolienne E6 (22 %). L'éolienne E2 est celle qui a généré le moins de mortalité (<10 % des effectifs).



Les cadavres de chauves-souris sont principalement trouvés sur les plateformes (80 %) et occasionnellement dans les cultures (20 %). Les tendances s'inversent pour les oiseaux (75 % en culture et 17 % sur les plateformes). 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 60 % de bonne visibilité au sol.

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 boisement en particulier). En effet, les éoliennes E6, E4 et E3, où le taux de mortalité est important, sont également celles situées le plus à l'ouest du parc et où les boisements sont plus abondants.

À noter, cependant, que des cadavres ont également été observés en contexte cultivé, comme l'éolienne E1. L'influence du milieu environnant ne serait donc pas le seul facteur à prendre en compte dans les mortalités liées au parc.

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 | 3 chauves-souris 7 oiseaux | 8 chauves-souris 2 oiseaux | 3 chauves-souris 2 oiseaux |

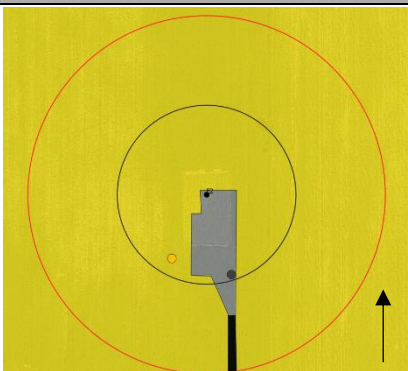
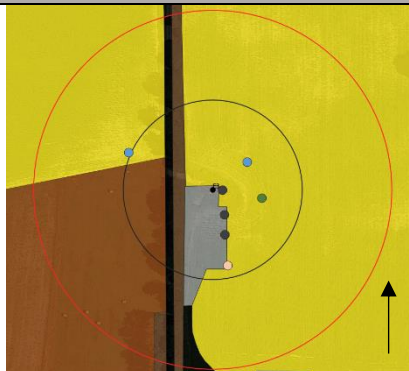
2.3.4 DISPERSION ET ORIENTATION DES CADAVRES

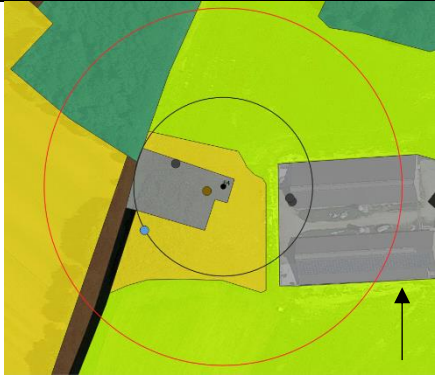
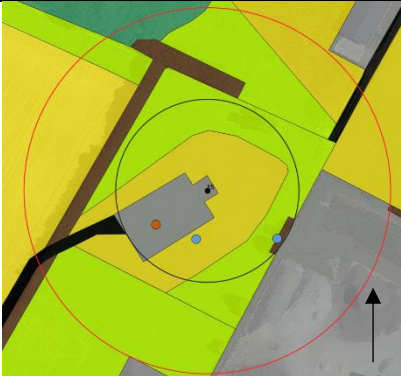
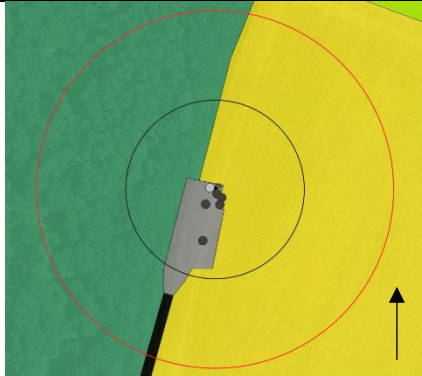
En moyenne, les cadavres ont été observés à 25 mètres des mâts. L'intervalle des distances entre les cadavres et le mât est classique et va de 3 mètres à 51 mètres.

La grande majorité des cadavres ont été repérés au Sud des éoliennes, durant des périodes de vents modérés (<30 km/h) et des températures moyennes à élevées (>15°C).

Localisation des cadavres par rapport aux mâts

(Cercles de 50 et 100 m)

| Éolienne E1 | | | | | Éolienne E2 | | | | | Éolienne E3 | | | | |
|---|-------|----------|----|------------|--|-------|----------|----|------------|---|-------|----------|----|------------|
|  | | | | |  | | | | |  | | | | |
| Sp. | Date | Distance | V. | T°. | Sp. | Date | Distance | V. | T°. | Sp. | Date | Distance | V. | T°. |
| Sc | 20/07 | 20 m | M | 23 (17;30) | Pc | 20/07 | 47 m | M | 23 (17;30) | Pc | 03/08 | 6 m | C | 16 (13;20) |
| Pk | 21/09 | 12 m | M | 15 (12;19) | Rtb | 28/09 | 41 m | M | 17 (13;20) | Pc | 17/08 | 15 m | M | 18 (12;28) |
| Mn | 22/06 | 25 m | M | 16 (12;20) | | | | | | Pc | 07/09 | 26 m | M | 23 (17;30) |
| | | | | | | | | | | VdE | 29/06 | 28 m | M | 15 (12;18) |
| | | | | | | | | | | Mn | 29/06 | 25 m | M | 15 (12;18) |
| | | | | | | | | | | Mn | 05/07 | 51 m | M | 17 (14;19) |
| | | | | | | | | | | Pr | 10/08 | 43 m | M | 16 (13;19) |

| Éolienne E4 | | | | | Éolienne E5 | | | | | Éolienne E6 | | | | |
|---|-------|----------|----|-------------|---|-------|----------|----|------------|---|-------|----------|----|------------|
|  | | | | |  | | | | |  | | | | |
| Sp. | Date | Distance | V. | T°. | Sp. | Date | Distance | V. | T°. | Sp. | Date | Distance | V. | T°. |
| Pc | 24/08 | 30 m | M | 17 (12;22) | Pb | 24/08 | 35 m | M | 17 (12;22) | Pc | 20/07 | 3 m | M | 23 (17;30) |
| Pc | 07/09 | 39 m | M | 23 (17;30) | Mn | 27/07 | 46 m | M | 17 (15;22) | Pc | 20/07 | 6 m | M | 23 (17;30) |
| Pc | 14/09 | 38 m | C | 19 (15 ;25) | Mn | 03/08 | 27 m | C | 16 (13;20) | Pc | 20/07 | 9 m | M | 23 (17;30) |
| Mn | 22/06 | 50 m | M | 16 (12;20) | | | | | | Pc | 24/08 | 29 m | M | 17 (12;22) |
| O | 07/09 | 9 m | M | 23 (17;30) | | | | | | Pc | 07/09 | 10 m | M | 23 (17;30) |
| | | | | | | | | | | Sc | 24/08 | 3 m | M | 17 (12;22) |

Légende :

| Espèce | | Date | Distance | Vitesse du vent (sur 3 jours) ⁽¹⁾ | | Température ⁽¹⁾ |
|--------|-------------------------|-------|---|---|---------------------------|--|
| Pc | Pipistrelle commune | 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) |
| Pk | Pipistrelle de Kuhl | | | M | Modéré (13 à 30 km/h) | |
| Sc | Sérotine commune | | | AF | Assez fort (31 à 75 km/h) | |
| Mn | Pigeon ramier | | | F | Fort (>75 km/h) | |
| Pb | Pigeon biset | | | | | |
| Rtb | Roitelet triple-bandeau | | | | | |
| O | Oiseau indéterminé | | | | | |
| VdE | Verdier d'Europe | | | | | |
| Pr | Pigeon ramier | | | | | |

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

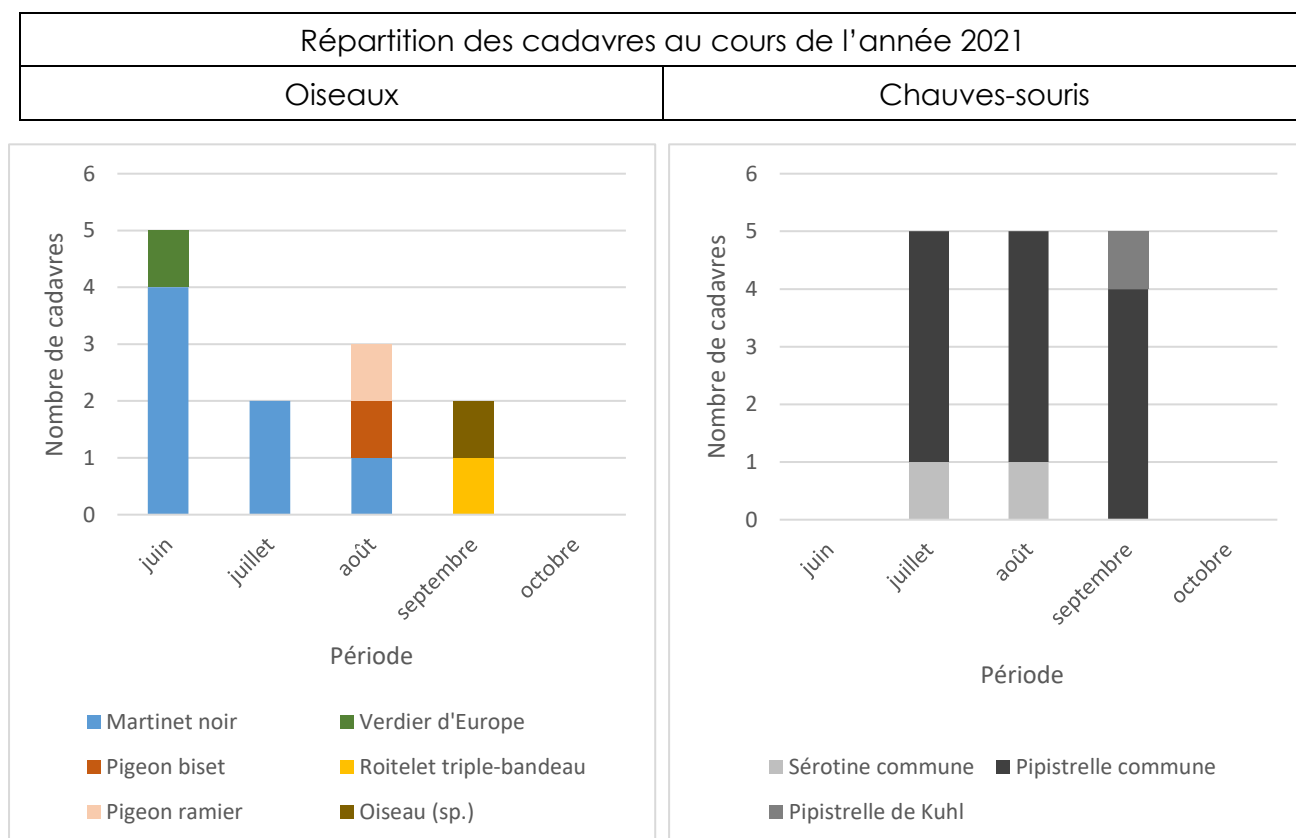
2.3.5 RÉPARTITION DES CADAVRES EN FONCTION DES SAISONS

Les mortalités ont été observées principalement en été (26 cadavres) et plus spécifiquement au mois d'août avec 8 cadavres trouvés. L'activité du parc n'ayant commencé qu'à partir de juillet, aucune mortalité n'a donc été générée en période printanière. En automne, seule une mortalité a été constatée.

Le pic de mortalités des oiseaux est localisé au mois de juin (5 cadavres), alors que la mortalité des chiroptères est constante de juillet à septembre (5 cadavres/mois).

Au-delà de ce pic, de la même manière que les observations de la LPO (Marx, 2017), les impacts sur les oiseaux s'étalent quasiment tout au long de la période de suivi.

Les mortalités concernant les chauves-souris se concentrent de juillet à septembre, en période de mise-bas, d'élevage des jeunes et de regroupement automnal.



Synthèse de la mortalité du parc

Les principaux éléments à retenir sont :

- La mise en marche des éoliennes étant tardive, le suivi a eu lieu de juin à octobre.
- Le nombre de cadavre/plumée est estimé élevé, avec un total de 27 individus trouvés entre juin et octobre 2021 ;
- Ce suivi a permis d'identifier 8 espèces différentes au pied des éoliennes : 5 oiseaux et 3 chauves-souris ;
- Les espèces les plus impactées sont la pipistrelle commune (45 % des effectifs totaux) et le martinet noir (26 %).
- L'analyse du nombre de cadavres selon leur localisation montre que les éoliennes les plus impactantes sont les éoliennes E3 (toutes mortalités confondues) avec 26 % des effectifs, et E6 spécifiquement pour les chauves-souris, avec 80 % des effectifs.
- Les mortalités ont principalement lieu en périodes de vents modérés et de températures douces.
- 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 de juin à septembre et un pic de mortalité est observé en juin, durant la période de reproduction de l'avifaune.

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 et pour les chauves-souris (cf. ci-dessous).

Impact estimé pour l'ensemble du parc
à partir des formules correctives (sur 4 mois de suivi)

| | Paramètres | | | | | | | | | Formules N = | | | |
|--------------------|------------|------|------|------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------|----------------|--------------|----------|-------|-------|
| | C | d | I | A | p _{brut} | p _{Jones} | p _{Huso} | \hat{I} | t _m | Winkermann | Erickson | Jones | Huso |
| Oiseaux | 12 | 0,79 | 7,06 | 1,51 | 0,56 | 0,86 | 0,86 | 45,33 | 22,67 | 40,72 | 4,04 | 26,73 | 26,73 |
| Chiroptères | 15 | 0,79 | 7,06 | 1,51 | 0,56 | 0,86 | 0,86 | 45,33 | 22,67 | 50,9 | 5,05 | 33,28 | 33,28 |

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 |
| \hat{I} | 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 Winkermann (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 sur Buléon, en 2021, pour 12 cadavres d'oiseaux trouvés sur le parc entre fin juin et octobre, les formules estiment un impact corrigé de 4 cadavres pour 4 mois avec la formule d'Erickson, de 27 pour les formules de Jones et Huso et de 41 pour la formule de Winkelmann.

Ces valeurs permettent d'estimer une moyenne de 25 cadavres pour 4 mois pour l'ensemble du parc, pour une médiane de 27 c / 4 mois, soit 4 cadavres/éolienne en moyenne et 5 pour la médiane. À noter que selon Marc, 2017 (LPO), l'impact sur les oiseaux est globalement similaire sur l'année, la valeur observée sur 4 mois peut donc être augmentée proportionnellement afin d'estimer l'impact sur l'année.

Le suivi de mortalité ayant été réalisé sur une durée 4 mois, l'impact annuel peut donc être estimé à **12 cadavres par éolienne et par an pour la moyenne et de 13 cadavres par éolienne et par an pour la médiane.**

2.4.2 ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LES CHAUVES-SOURIS

Concernant les chiroptères, pour 15 cadavres réellement trouvés sur le parc entre fin juin et octobre 2021, les formules estiment 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 permettent d'estimer une moyenne de 31 cadavres /4 mois pour l'ensemble du parc, pour une médiane de 33 c/4 mois.

Contrairement aux oiseaux, les chauves-souris n'ont pas d'activité significative en période hivernale (hibernation). Les valeurs ainsi obtenues ne sont donc pas projetées sur une année entière, ni même sur les deux mois précédant le suivi (avril et mai) du fait de la non mise en activité des éoliennes.

L'estimation annuelle peut donc être évaluée à 5 **cadavres/ éolienne/an pour la moyenne et 5 pour la médiane.**

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

La mortalité des chauves-souris de juillet à septembre est 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 sont les plus impactées par la présence des parcs éoliens en Bretagne.

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

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

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

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

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

Le volet de l'étude d'impact concernant les chauves-souris montre qu'un très petit nombre d'individus de pipistrelle commune est présent sur le périmètre rapproché du parc. Il conclut notamment que l'implantation du parc devrait avoir un impact extrêmement faible, voire nul sur les chiroptères. Le parc ne devrait 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, concernent 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, est 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 étant de deux sorties nocturnes dans le secteur des éoliennes E5 et E6, l'échantillonnage lors de l'étude d'impact ne semble donc pas représentatif de l'ensemble du parc éolien. De plus, les protocoles ont considérablement évolué depuis l'étude d'impact, avec l'augmentation des connaissances sur les chauves-souris et le matériel de détection.

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

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).

 Impact moyen et médian estimés par éolienne à partir des formules correctives
 (sur 4 mois de suivi)

| | | C | W | E | J | H | Moyenne | Médiane |
|------------|-------------|---|-------|------|-------|-------|---------|---------|
| Éolienne 1 | Oiseaux | 2 | 6,79 | 0,34 | 4,46 | 4,44 | 4,00 | 4,45 |
| | Chiroptères | 2 | 6,79 | 0,34 | 4,46 | 4,44 | 4,00 | 4,45 |
| Éolienne 2 | Oiseaux | 1 | 3,39 | 0,17 | 2,23 | 2,22 | 2,00 | 2,22 |
| | Chiroptères | 1 | 3,39 | 0,17 | 2,23 | 2,22 | 2,00 | 2,22 |
| Éolienne 3 | Oiseaux | 4 | 13,57 | 0,67 | 8,91 | 8,88 | 8,01 | 8,89 |
| | Chiroptères | 3 | 10,18 | 0,51 | 6,68 | 6,66 | 6,01 | 6,67 |
| Éolienne 4 | Oiseaux | 2 | 6,79 | 0,34 | 4,46 | 4,44 | 4,00 | 4,45 |
| | Chiroptères | 3 | 10,18 | 0,51 | 6,68 | 6,66 | 6,01 | 6,67 |
| Éolienne 5 | Oiseaux | 3 | 10,18 | 0,51 | 6,68 | 6,66 | 6,01 | 6,67 |
| | Chiroptères | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| Éolienne 6 | Oiseaux | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | Chiroptères | 6 | 20,36 | 1,01 | 13,37 | 13,31 | 12,01 | 13,34 |

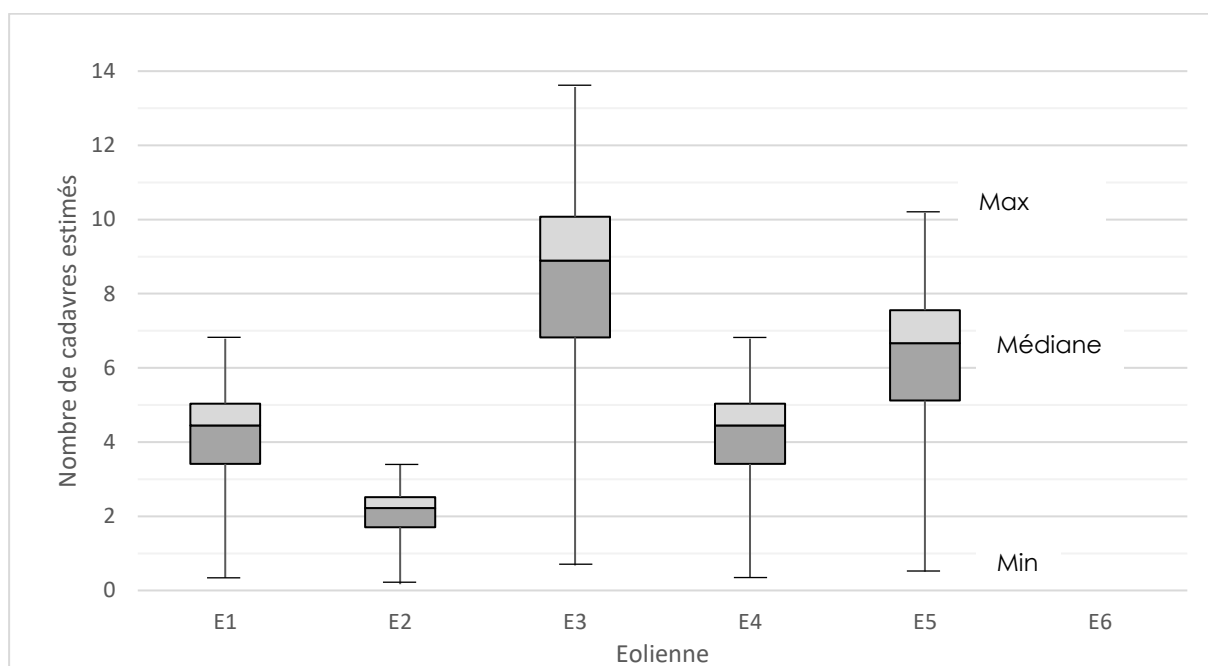
Légende : C : nombre de cadavre ; W : Winkelmann ; E : Erickson ; J : Jones ; H : Huso

D'après les formules corrigées, une éolienne du parc de Buléon génère entre 0 et 14 cadavres d'oiseaux et entre 0 et 20 cadavres de chauves-souris en 4 mois.

L'éolienne la plus impactante en 2021 pour l'avifaune (E3), a généré une moyenne de 8 c/4 mois (médiane de 9 c/4 mois), soit 24 c / an en moyenne selon Marc, 2017 (LPO).

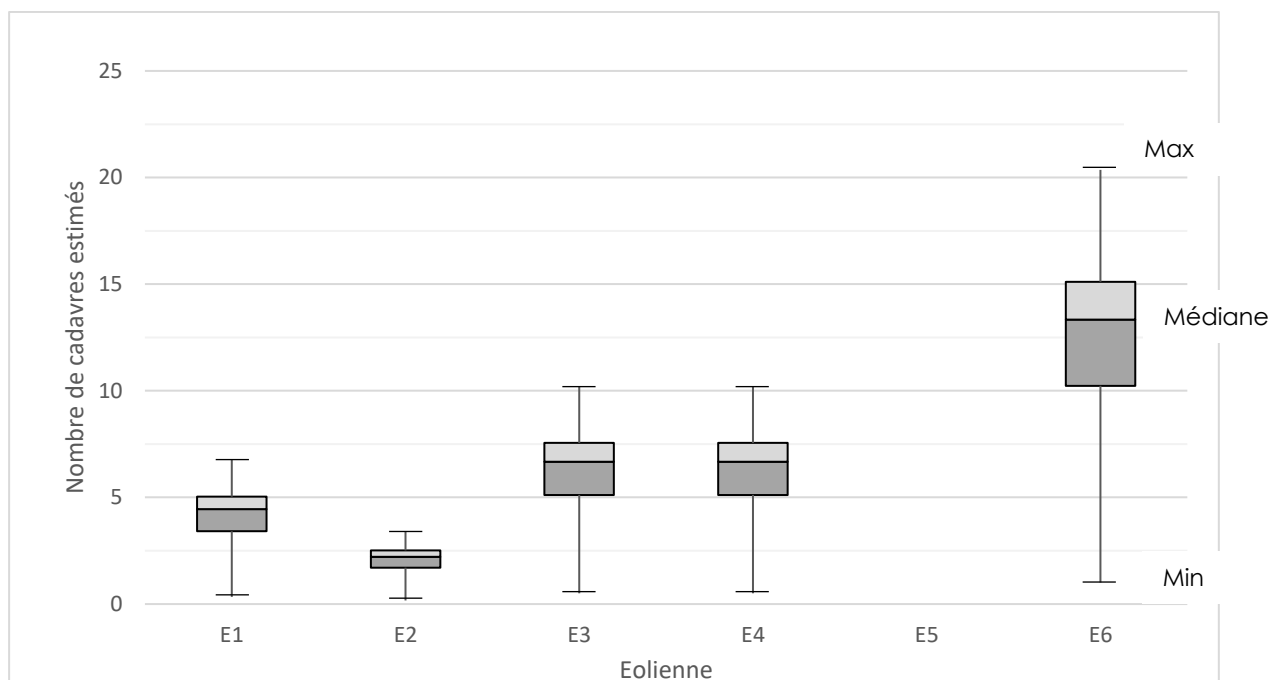
De la même manière, la seconde éolienne ayant un impact sur l'avifaune (E5) a engendré 46 c/4 mois (médiane de 7), soit 18 c/an.

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



L'éolienne ayant le plus d'impact sur les chauves-souris en 2021 (E6), a généré une moyenne corrigée de 12 c / an et de 13 c / an pour la médiane.

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



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

Troisième partie

SYNTHÈSE

3.1 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX

Au total, 12 oiseaux de 5 espèces différentes ont été impactés entre juin et octobre 2021. La période la plus impactante semble être en juin, avec 5 cadavres de 2 espèces différentes mais des cas de mortalité sont observés durant la quasi-totalité du suivi (de juin à septembre).

L'oiseau le plus impacté est le martinet noir, avec 58 % des cadavres d'oiseaux relevés (7 cadavres). L'impact sur l'avifaune, et plus particulièrement sur le martinet noir, est donc non négligeable. La mortalité de cette espèce protégée est considérée massive et a fait l'objet d'une fiche d'incidence.

Cinq éoliennes parmi les six du parc de Buléon ont généré de la mortalité d'oiseaux en 2021. Les cadavres d'oiseaux ont majoritairement été trouvés aux pieds des éoliennes E3 et E5, E3 étant la plus impactante en 2021 (4 cadavres). Il est possible d'établir une corrélation entre l'occupation du sol et le nombre de cadavres, car les éoliennes E3 et E5 sont également les plus proches des haies. Par contre, les éoliennes à proximité des boisements ne semblent pas être davantage impactantes que celles situées en zone cultivée. L'éolienne E6, par exemple, est située en bordure de boisement et correspond à celle qui n'a généré aucune mortalité d'oiseau.

Les calculs de la mortalité annuelle estimée (moyenne et médiane des 4 formules appliquées), indiquent une mortalité moyenne estimée de 4 cadavres par éolienne entre juin et octobre, soit proportionnellement de 12 cadavres par éolienne et par an pour le parc de Buléon. Une étude réalisée par la LPO en 2016 (LPO, 2016 - Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015) qui fait référence en la matière, met en évidence une mortalité réelle estimée entre 0 et 27 oiseaux impactés par éolienne et par an, soit une moyenne de 4 à 7 oiseaux par éolienne et par an (médiane de 3,5 à 4,5). Le parc de Buléon se trouve donc globalement au-dessus de cette moyenne estimative.

- **Comparaison de l'activité des rapaces diurnes et de la mortalité constatée**

Le suivi de l'activité des rapaces diurnes a permis de mettre en évidence la présence de la buse variable au sein du parc de Buléon. Malgré ses fréquentes apparitions sur le territoire (50 % des prospections), aucune mortalité de rapace n'a été constatée durant la période de suivi (de juin à octobre).

La mise en fonctionnement du parc étant tardive, le suivi n'a pas permis d'identifier les enjeux en période de reproduction.

3.2 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS

- **Mortalité**

L'impact sur les chauves-souris se concentre sur les mois de juillet à septembre avec un total de 15 chauves-souris appartenant à trois espèces différentes : la pipistrelle commune avec 12 cadavres (80 % des effectifs), la pipistrelle de Kuhl (1 cadavre) et la sérotine commune (2 cadavres).

La majorité des cadavres a été trouvé au pied de l'éolienne E6 (40 % des effectifs). Une éolienne sur les six du parc de Buléon n'a pas généré de mortalité chez les chauves-souris (E5). Une corrélation limitée semble exister entre la mortalité de chauves-souris et le contexte environnant, notamment la proximité des boisements. L'éolienne E6 se trouve effectivement proche d'une lisière boisée (moins de 30 m).

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

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

- Les espèces impactées, par ordre décroissant la pipistrelle commune, la sérotine commune puis la pipistrelle de Kuhl, sont également les espèces les plus contactées en altitude (88 % des contacts) ;
- les périodes de mortalité sont globalement corrélées avec le pic d'activité enregistré en altitude (août et septembre) ;
- les conditions météorologiques en cas de mortalité sont cohérentes avec celles enregistrées lors des activités en altitude ;
- l'activité en hauteur le nombre de mortalité sont relativement élevés (3 contacts/nuit et 15 cadavres trouvés) ;
- l'importance relative de l'activité en altitude (281 contacts en 3 mois d'activité, soit environ 3 contacts par nuit) 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 du mois d'octobre est potentiellement liée à la mise en place d'un dispositif de bridage. Cette mesure a été paramétrée selon les premières analyses du parc de Buléon et complétée avec ceux d'un parc situé à proximité (Guéhenno, distant de 3 km). Elle a consisté à arrêter les turbines les 4 premières heures après le coucher du soleil lorsque les vents étaient compris entre 3 et 7 m/s.

3.3 RECOMMANDATIONS

Les résultats obtenus mettent en évidence que l'activité du parc éolien de Buléon engendre un impact globalement supérieur aux moyennes observées sur d'autres parcs en France, que ce soit pour les oiseaux (estimation moyenne de 12 cadavres par éolienne et par an) ou pour les chauves-souris (estimation moyenne de 5 cadavres par éolienne et par an).

Le parc est surtout impactant pour la pipistrelle commune et le martinet noir.

Dans l'état actuel des connaissances, 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). Un bridage spécifique étant en place et l'activité enregistrée étant importante, il apparaît donc non pertinent de mettre en place des mesures de réduction de l'impact pour ces espèces.
- **Faible à très faible pour le verdier d'Europe et le roitelet à triple bandeau** (1 cadavre). La mortalité constatée ne remet cependant pas en cause la préservation de cette espèce.
- **Moyen à fort pour le martinet noir** (7 cadavres découverts en 2021). Des mesures complémentaires sont donc nécessaires pour la réduction de l'impact du parc éolien sur cette espèce.
- **Moyen à fort pour la pipistrelle commune** (12 cadavres découverts en 1 an). Des mesures complémentaires spécifiques aux chauves-souris sont donc nécessaires pour la réduction de l'impact du parc éolien sur cette espèce.

3.3.1 ÉVOLUTION DU DISPOSITIF DE PROTECTION DES ESPÈCES

De manière générale, les méthodes d'atténuation des impacts sur l'avifaune ou les chiroptères sont divisées en 4 catégories ⁽¹⁾ :

- augmenter l'attractivité hors site à l'aide de restauration et conservation des milieux en dehors et à proximité du parc (ex : plantation, plateforme artificielle pour la nidification, etc.) ;
- limiter l'attractivité du parc éolien via une gestion appropriée du couvert végétal (ex : les végétations rases non pâturées ou cultivées sont à favoriser aux pieds des éoliennes dans le cas des chauves-souris) ;
- utiliser des moyens de dissuasion pour repousser les animaux (ex : système de détection par caméra ou radar ; signal sonore, visuel ou olfactif) ;
- intégrer des procédures de bridage des machines (ex : bridage par seuil ; bridage par détection).

⁽¹⁾ Gaultier, S.P., Marx, G., & Roux, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf.

À noter que les potentielles solutions en lien avec la gestion des milieux peuvent être inversées selon les taxons considérés. En effet, dans le cas des chauves-souris, les végétations dégradées et rases peuvent réduire l'activité des chiroptères mais risque d'attirer les rapaces, et inversement pour les végétations hautes et denses.

À l'heure actuelle, la majorité des solutions concernent les rapaces ou les chauves-souris. Ainsi, pour l'avifaune, aucune mesure compensatoire directe ne semble réellement efficace hormis l'installation de détecteur (systèmes de type DTBird, ProBird, BirdSentinel pour les oiseaux).

Par contre, concernant les chauves-souris, les éoliennes du parc ont été soumises à un bridage nocturne en octobre. En parallèle, aucun cas de mortalité n'a été constaté durant la période de bridage, ce qui semble confirmer l'efficacité de ce dispositif mis en place pour cette période.

L'analyse de l'activité des chauves-souris en altitude permet cependant de constater que :

- 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.

Ainsi, le bridage apparaît pertinent sur les 4 premières heures de la nuit, notamment de juillet à octobre, mais de moindre importance aux heures précédant le lever du soleil. En revanche, ces conditions de bridage durant les mois d'août et de septembre ne permettent pas d'éviter entièrement la période d'activité des chiroptères.

Sur la base de ces éléments, une réflexion a été engagée pour adapter les périodes de bridage.

Propositions des conditions de bridage à N+1

| Mois | Analyse données (année N) | Période de bridage proposé | Conditions météorologiques de bridage proposé ⁽¹⁾ |
|-------------|--|---|--|
| Avril -Juin | Donnée absente | 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- Absence de précipitations |
| Juillet | Activité forte sur les 4 premières heures de la nuit | | |
| Aout | Activité forte sur les 4 premières heures et faible le reste de la nuit | Bridage étendu à toute la nuit | |
| Septembre | Activité très forte les 7 premières de la nuit puis moyenne en fin de nuit | | |
| Octobre | Activité forte sur les 4 premières heures de la nuit | Bridage les 4 premières heures de la nuit | |

Ce bridage par seuil sera effectif à compter de printemps 2022.

⁽¹⁾ L'absence de données en période printanière nécessite d'adapter les mesures selon les données bibliographiques.



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.

3.3.1 POURSUITES DES ÉTUDES

Du fait de la mise en service tardive du parc, les données de mortalité, d'activité des chiroptères et des rapaces diurnes sont manquantes sur la période printanière. Les prochains suivis (2022 et 2023) 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.


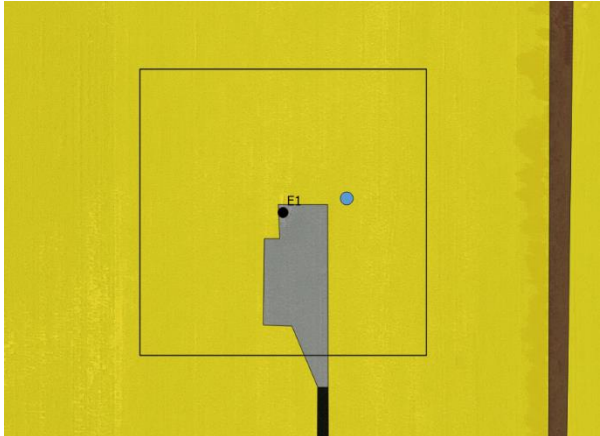
Conformément à l'arrêté d'autorisation du parc, l'ensemble des suivis (mortalité et activité) seront renouvelés en 2022. Les suivis futurs seront comparés avec les résultats obtenus en 2021 pour valider ou non ces constats et si besoin, pour réadapter les mesures.


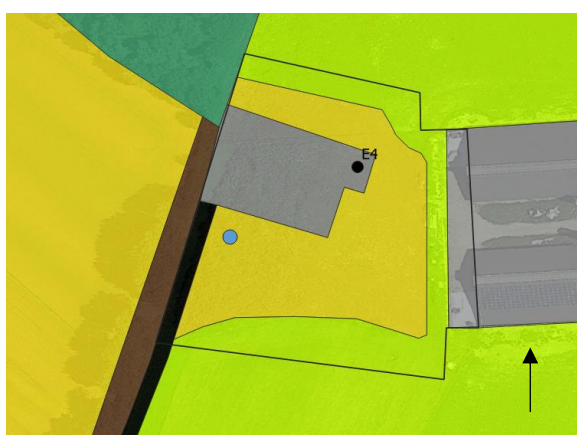
ANNEXES


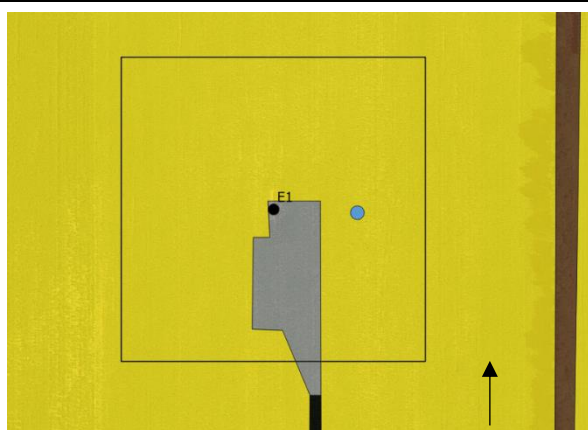
• **Annexe 1 : Tableau brut des suivis d'activité des rapaces diurnes**


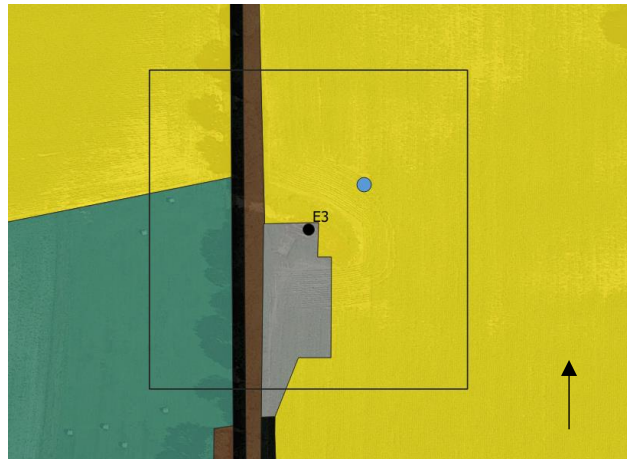
| Date | Heure | Météo | Eolienne | Opérateur | Espèce | Nbe individus | Type vol | hauteur vol /Eolienne | situation/parc |
|------------|-------|---|------------------|-----------|-------------------|---------------|--|---|--------------------------------------|
| xx/xx/xxxx | xx:xx | Couverture nuage, pluie, T°, vent | N° eol concernée | | Nom vernaculaire | x | transit, chasse, ascendants, rotation altitude, parade | Au dessus/dessous/a hauteur de pales (estimation en mètres) | Sur le parc / a côté du parc/au loin |
| 22/06/2021 | 12:45 | Nuageux, 14°C, vent moyen | E6 | ALP | Buse variable | 1 | transit | sous les pales, à 1m des maïs | sur le parc |
| 29/06/2021 | | Variable, 14°C, vent moyen | | MD | RAS | RAS | | | RAS |
| 02/07/2021 | 8h40 | Nuageux, 15°C, vent moyen | | SDP | RAS | RAS | | | RAS |
| 05/07/2021 | 8h42 | Nuageux, 15°C, vent faible | | SDP | RAS | RAS | | | RAS |
| 07/07/2021 | 8h30 | Nuageux, 15°C, vent moyen | | SDP | RAS | RAS | | | RAS |
| 09/07/2021 | 9h30 | Nuageux, 16°C, vent faible | | SDP | RAS | RAS | | | RAS |
| 13/07/2021 | 9h15 | Nuageux, 16°C, vent moyen | E2 | SDP | Faucon crécerelle | 1 | sur perchoir (cable) | dessus (à 5 m de hauteur) | à côté du parc (200m de E2) |
| 20/07/2021 | 8h40 | Ensoleillé, vent moyen, 21° | | SDP | RAS | RAS | | | RAS |
| 27/07/2021 | 9h01 | Pluie (100%), vent moyen à faible, 16°C | E4 | SDP | Buse variable | 1 | sur perchoir (botte de foin) | dessous (à 0m de hauteur) | à côté du parc (200m de E4) |
| 03/08/2021 | 8h46 | Pluie (100%), vent moyen à faible, 16°C | | SDP | RAS | RAS | | | RAS |
| 10/08/2021 | 10h15 | Nuageux, 18°C, vent moyen | E5 | SDP | Buse variable | 1 | Dans le peuplier | dessous (à 8m de hauteur) | Sur le parc (50 m de E5) |
| 17/08/2021 | 9h | Nuageux, 17°C, vent nul | | Jma | RAS | RAS | | | RAS |
| 18/08/2021 | 9h15 | Nuageux, 17°C, vent nul | E4 | ALP | Buse variable | 1 | transit depuis la haie vers les poulaillers | dessous (à 5-10m de hauteur) | à côté du parc (200m de E4) |
| 24/08/2021 | 9h | Nuageux, 15°C, vent fort | | MM | RAS | RAS | | | RAS |
| 07/09/2021 | 9h34 | Ensoleillé, vent moyen, 18° | E2 | SDP | Buse variable | 1 | au sol, en chasse | dessous (à 0m de hauteur) | à côté du parc (200m de E2) |
| 07/09/2021 | 10h07 | Ensoleillé, vent moyen, 18° | E4 | SDP | Buse variable | 1 | sur perchoir (poteau) | dessous (à 3m de hauteur) | Sur le parc (30 m de E4) |
| 07/09/2021 | 10h33 | Ensoleillé, vent moyen, 18° | E4 | SDP | Buse variable | 1 | sur perchoir (poteau) | dessous (à 5m de hauteur) | au loin (400m de E4) |
| 21/09/2021 | 9h | Ensoleillé, vent moyen, 15° | | Jma | RAS | RAS | | | RAS |
| 28/09/2021 | 9h | Pluie intermittente, vent moyen, 12° | E1 | Jma | Buse variable | 1 | En vol | | Sur le parc |
| 05/10/2021 | 10h15 | Ensoleillé, vent fort, 11°C | E4 | SDP | Buse variable | 1 | En vol | dessous (à 10m de hauteur) | Sur le parc |
| 12/10/2021 | 9h | Ensoleillé, vent faible, 6°C | | SDP | RAS | RAS | | | RAS |
| 20/10/2021 | 9h | pluvieux, vent fort, 15°C | | SDP | RAS | RAS | | | RAS |


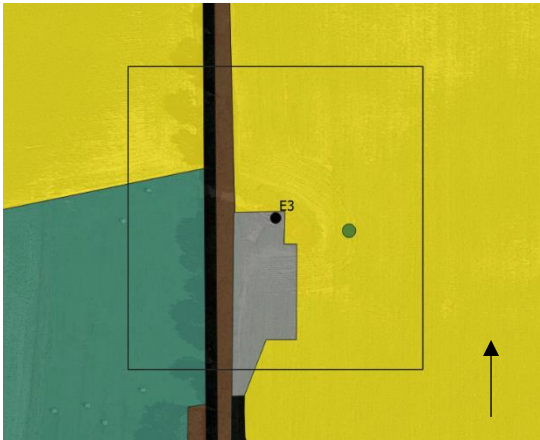
• **Annexe 2 : Fiches de suivi de mortalité**


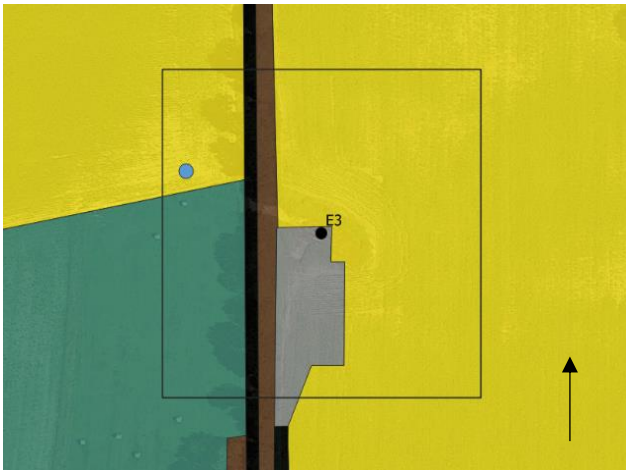
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|---|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 22-06-2021 | E1 | 25 mètres | X L93 : 275809.40 Y L93 : 6773213.61 | Anne-Lise POEYS | Culture |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Martinet noir | | Cadavre (partiellement décomposé) | | Collision probable | |
| 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 |
| 22-06-2021 | E4 | 50 mètres | X L93 : 274670.99 Y L93 : 6772809.14 | Anne-Lise POEYS | Labour |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Martinet noir | | Cadavre (partiellement décomposé) | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


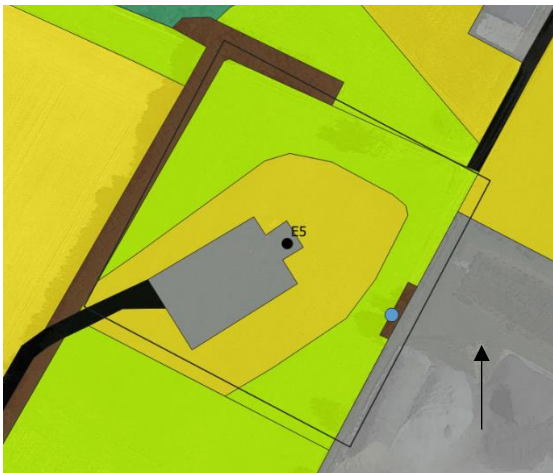
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|---|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 29-06-2021 | E1 | 30 mètres | X L93 : 275815.41 Y L93 : 6773207.13 | Mathis DALLEMAGNE | Culture |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Martinet noir | | Cadavre (partiellement décomposé) | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


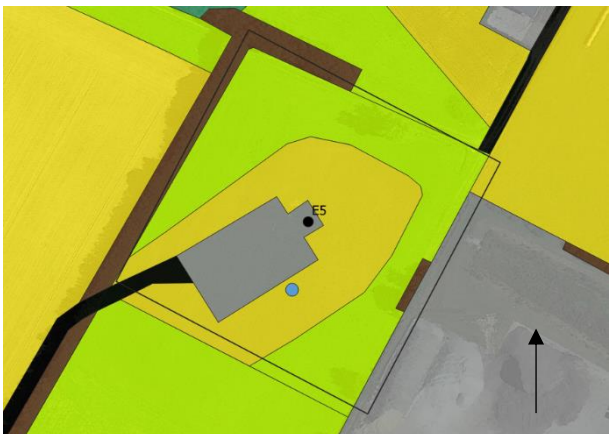
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|-----------------------------------|--|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 29-06-2021 | E3 | 25 mètres | X L93 : 275204.02 Y L93 : 6773239.60 | Mathis DALLEMAGNE | Labour |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Martinet noir | | Cadavre (partiellement décomposé) | | Collision probable | |
| 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 |
| 29-06-2021 | E3 | 28 mètres | X L93 : 275212.03 Y L93 : 6773219.56 | Mathis DALLEMAGNE | Labour |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Verdier d'Europe | | Décomposé | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


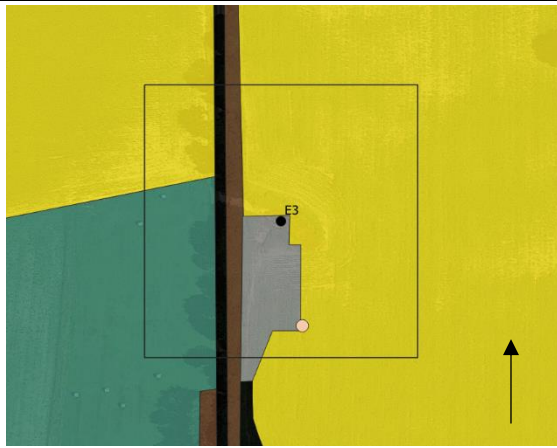
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 05/07/2021 | E3 | 51 mètres | X L93 : 275137.80 Y L93 : 6773245.08 | Sissilia DE PARSCAU | Culture |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Martinet noir | | Cadavre frais | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


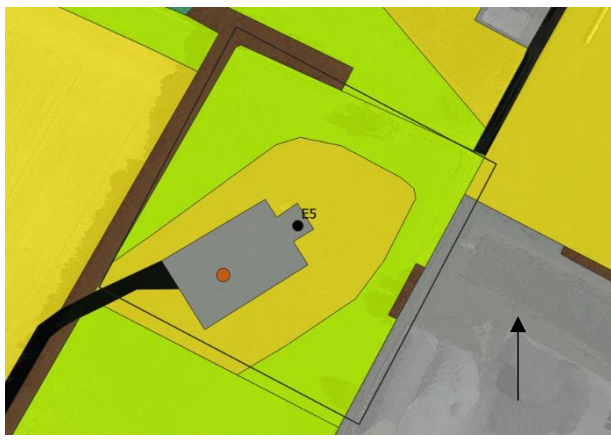
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ |
|-----------------------------|
|-----------------------------|

| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|---|---------------------|---------------------|
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 27/07/2021 | E5 | 46 mètres | X L93 : 275460.27 Y L93 : 6773642.55 | Sissilia DE PARSCAU | Lisière de haie |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Martinet noir | | Cadavre frais | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


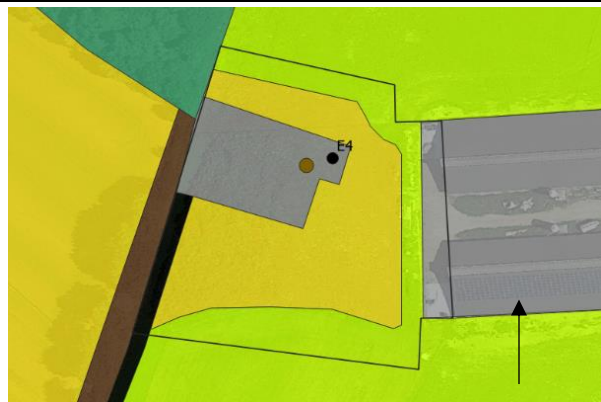
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 03/08/2021 | E5 | 27 mètres | X L93 : 275415.92 Y L93 : 6773642.29 | Sissilia DE PARSCAU | Labour |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Martinet noir | | Cadavre frais | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


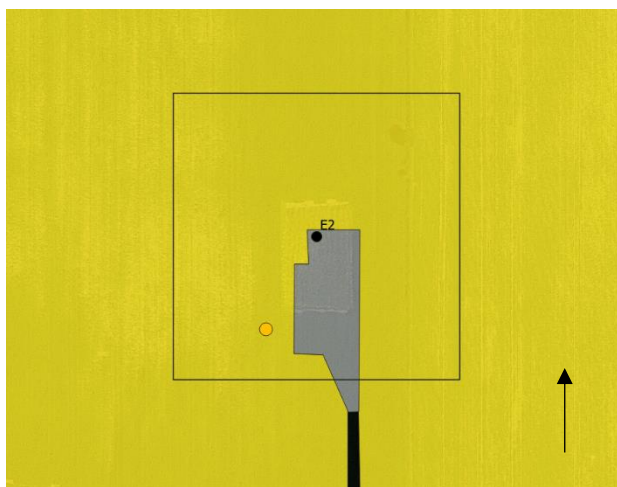
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ |
|-----------------------------|
|-----------------------------|

| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
|--|-------------------|--|---|--|---------------------|
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 10/08/2021 | E3 | 43 mètres | X L93 : 275193.18 Y L93 : 6773181.94 | Sissilia DE PARSCAU | Plateforme/ culture |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pigeon ramier | | Fragment (plumes et fragment de cadavre) | | Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes) | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


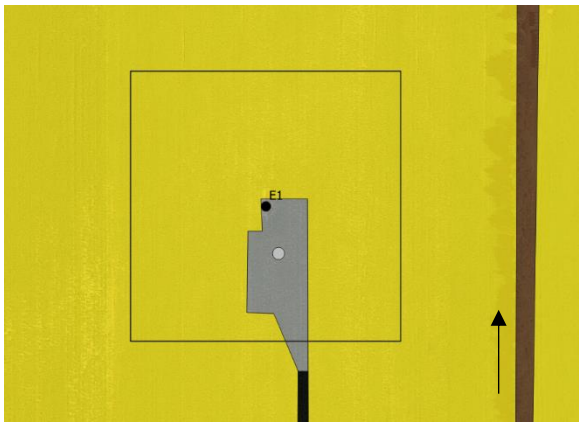
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 24/08/2021 | E5 | 27 mètres | X L93 : 275394.13 Y L93 : 6773650.19 | Morgane MERCELLE | Plateforme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pigeon biset | | Cadavre frais | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


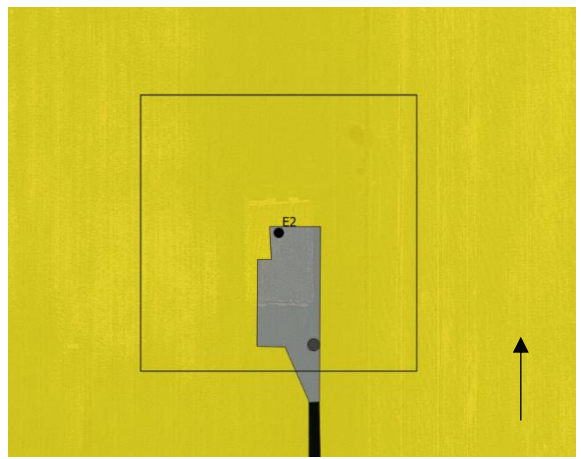
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ |
|-----------------------------|
|-----------------------------|

| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 07/09/2021 | E4 | 9 mètres | X L93 : 274705.93 Y L93 : 6772830.96 | Sissilia DE PARSCAU | Plateforme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Oiseau non identifié (sp.) | | Décomposé | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


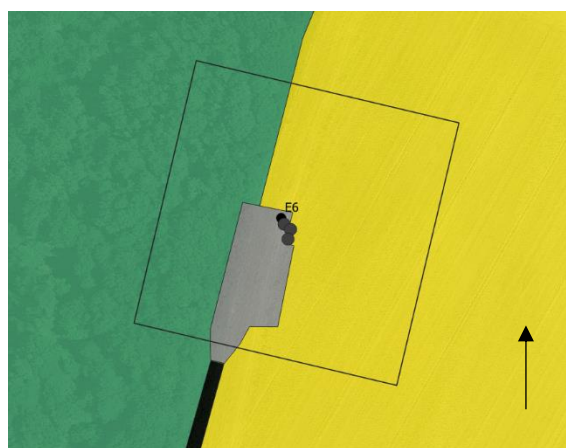
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|-------------------------|--|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 28/09/2021 | E2 | 41 mètres | X L93 : 275463.40 Y L93 : 6773181.30 | Jordan MAROQUESNE | Labour |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Roitelet à triple bandeau | | Partiellement décomposé | | Collision probable | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


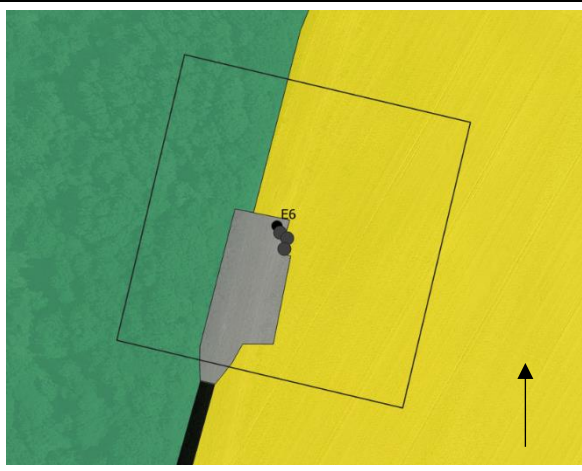
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|-----------------------------|--|--|--|--|--|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |

| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
|---|-------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|
| 20/07/2021 | E1 | 20 mètres | X L93 : 275790.27 Y L93 : 6773189.09 | Sissilia DE PARSCAU | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Sérotine commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


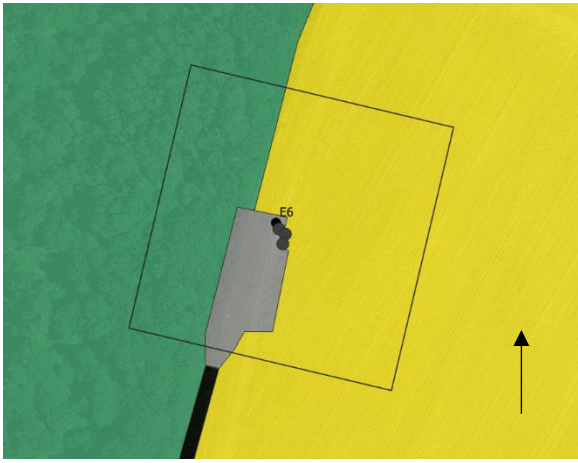
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 20/07/2021 | E2 | 47 mètres | X L93 : 275496.73 Y L93 : 6773172.45 | Sissilia DE PARSCAU | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


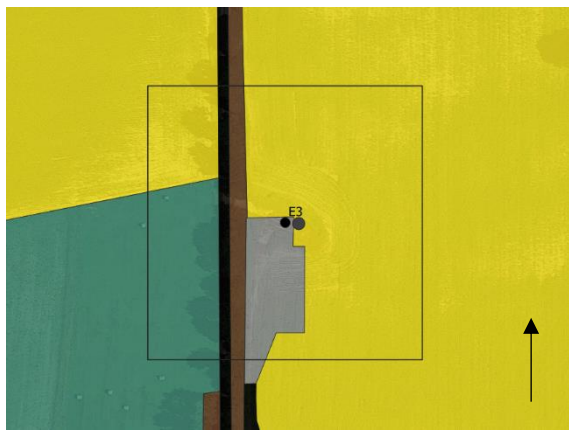
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|--------------|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |

| | | | | | |
|---|----|---------------|--|------------------------|-----------------|
| 20/07/2021 | E6 | 3 mètres | X L93 : 275154.76 Y L93 : 6773682.15 | Sissilia DE PARSCAU | Plate- forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


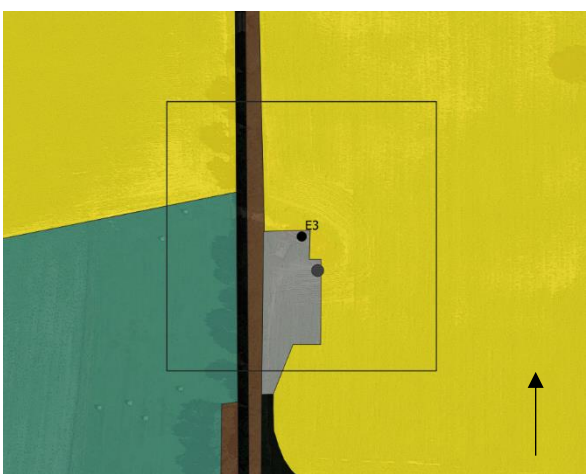
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 20/07/2021 | E6 | 6 mètres | X L93 : 275157.49 Y L93 : 6773679.90 | Sissilia DE PARSCAU | Culture |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


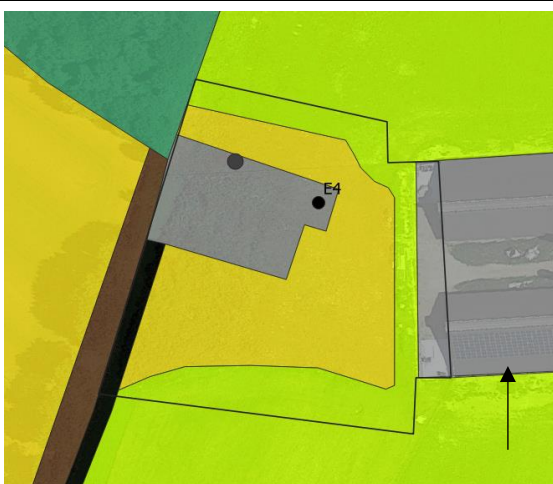
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|---|---------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 20/07/2021 | E6 | 9 mètres | X L93 : 275156.48 Y L93 : 6773675.98 | Sissilia DE PARSCAU | Culture |

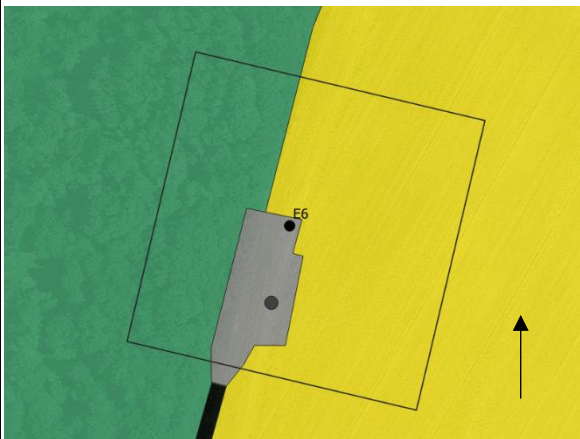
| Espèce | État | Cause présumée |
|---|--|-----------------|
| Pipistrelle commune | Cadavre frais | Barotraumatisme |
| Photographie | Carte | |
|  |  | |


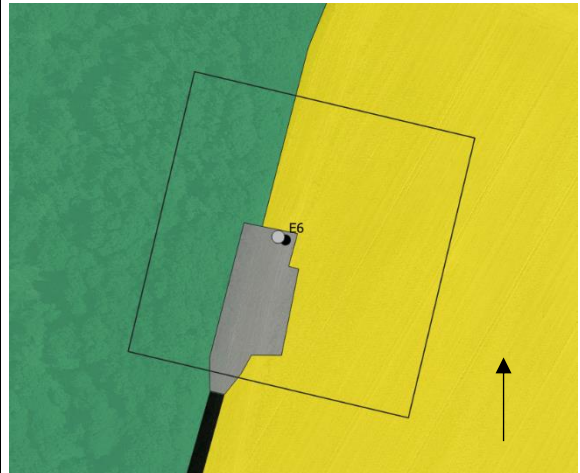
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 03/08/2021 | E3 | 6 mètres | X L93 : 275190.16 Y L93 : 6773224.00 | Sissilia DE PARSCAU | Culture |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


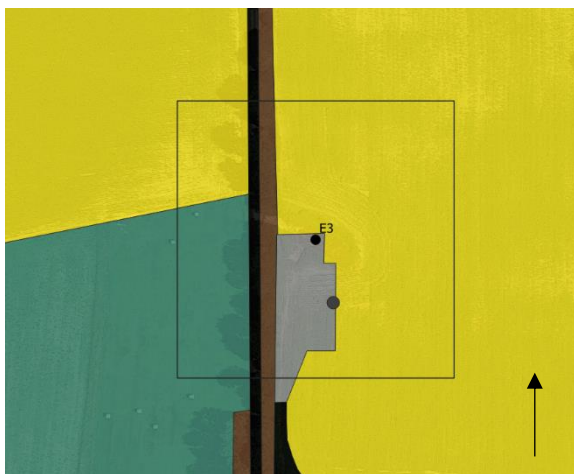
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|---|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 17/08/2021 | E3 | 15 mètres | X L93 : 275191.19 Y L93 : 6773210.31 | Jordan MARQUESNE | Plate-forme |
| Espèce | État | Cause présumée | | | |
| | | | | | |


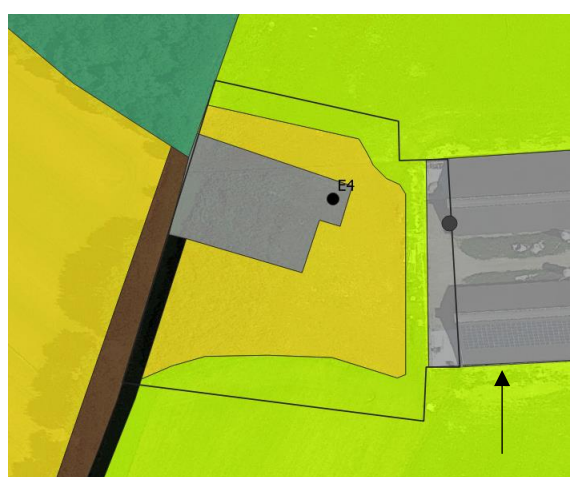
| Pipistrelle commune | Cadavre frais | Barotraumatisme |
|---|--|-----------------|
| Photographie | Carte | |
|  |  | |


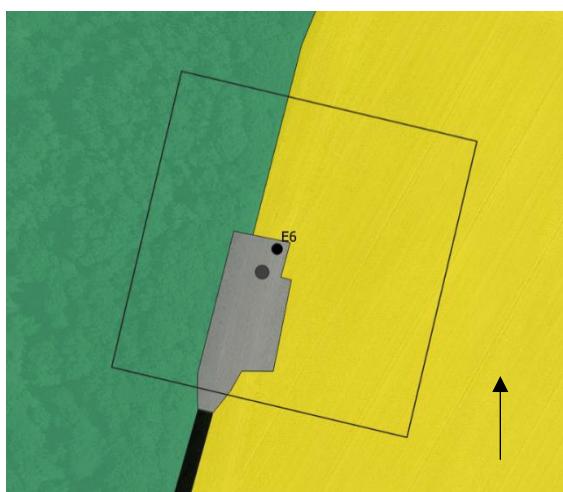
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 24/08/2021 | E4 | 30 mètres | X L93 : 274688.50 Y L93 : 6772846.49 | Morgane MERCELLE | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |


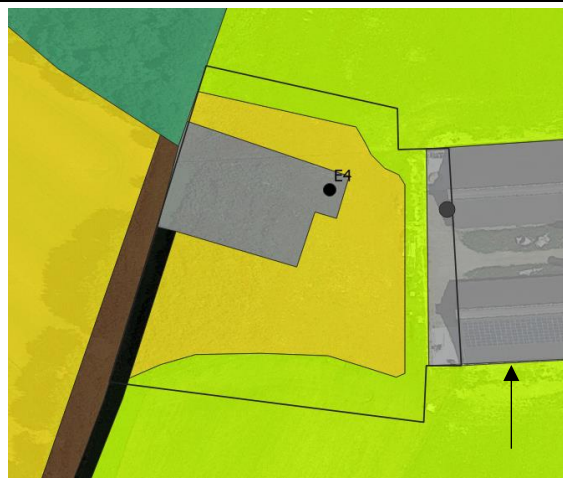
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|---|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 24/08/2021 | E6 | 29 mètres | X L93 : 275146.97 Y L93 : 6773656.12 | Morgane MERCELLE | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| Photographie | | | Carte | | |
| Absence de photographie | | |  | | |


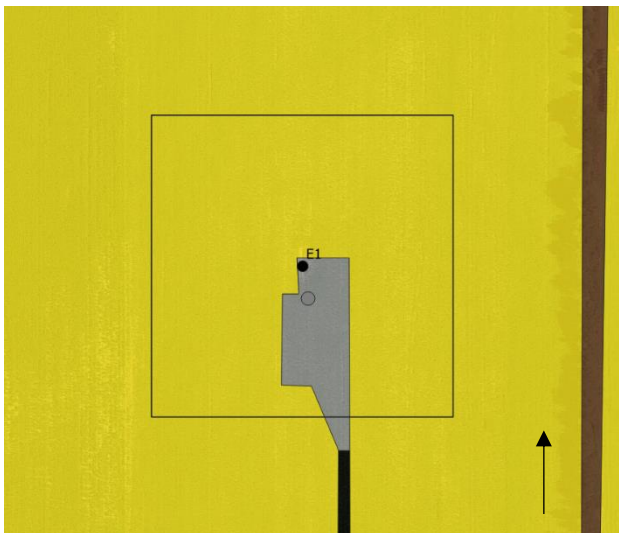
| FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|--------------------|---------------------|
| Parc éolien de Buléon (56) | | | | | |
| Date | Numéro d'éolienne | Distance avec le mât | Localisation | Nom du prospecteur | Couverture végétale |
| 24/08/2021 | E6 | 3 mètres | X L93 : 275150.96 Y L93 : 6773685.64 | Morgane MERCELLE | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Sérotine commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| 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 |
| 07/09/2021 | E3 | 26 mètres | X L93 : 275191.43 Y L93 : 6773199.26 | Sissilia DE PARSCAU | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Décomposition partielle | | Barotraumatisme | |
| 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 |
| 07/09/2021 | E4 | 39 mètres | X L93 : 274753.51 Y L93 : 6772825.27 | Sissilia DE PARSCAU | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| 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 |
| 07/09/2021 | E6 | 10 mètres | X L93 : 275148.34 Y L93 : 6773676.39 | Sissilia DE PARSCAU | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| 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 |
| 14/09/2021 | E4 | 38 mètres | X L93 : 274752.28 Y L93 : 6772827.12 | Sissilia DE PARSCAU | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle commune | | Cadavre frais | | Barotraumatisme | |
| 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 |
| 21/09/2021 | E1 | 12 mètres | X L93 : 275787.30 Y L93 : 6773196.46 | Jordan MAROQUESNE | Plate-forme |
| Espèce | | État | | Cause présumée | |
| Pipistrelle de Kuhl | | Partiellement décomposé | | Barotraumatisme | |
| Photographie | | | Carte | | |
|  | | |  | | |

• **Annexe 3 : Tableau brut des suivis de mortalités des oiseaux et des chauves-souris**

| Buléon | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

• **Annexe 4 : Tests d'efficacité des observateurs (d)**

| Date | Test n° | Leurres déposés | Leurres retrouvés | Coef. correcteur d |
|----------------|---------|-----------------|-------------------|--------------------|
| 22/06/2021 | 1 | 25 | 21 | 0,84 |
| 17/08/2021 | 2 | 23 | 17 | 0,7391 |
| Total | 2 | 48 | 38 | - |
| Moyenne | - | 24 | 19 | 0,7896 |

• **Annexe 5 : Tests de persistance des cadavres (p et tm)**

| Test 1 | | | | | | | | | | Tm |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|------|----------|------|----------|----------|-------|
| Date | 29/06/21 | 30/06/21 | 02/07/21 | 05/07/21 | | 07/07/21 | | 09/07/21 | 13/07/20 | |
| Éolienne | Dépôt | obs | obs | obs | p | obs | p | obs | obs | |
| E1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0,75 | 3 | 0,75 | 3 | 3 | 31,5 |
| E2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 42 |
| E3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 2 | 2 | 21,5 |
| E4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 42 |
| E5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 42 |
| E6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 42 |
| Total | 24 | 23 | 21 | 21 | - | 21 | | 21 | 21 | 221 |
| Moyenne | - | - | - | - | 0,88 | - | 0,88 | - | - | 36,83 |
| Intervalle totale (jrs) | 0 | 1 | 3 | 6 | | 8 | | 10 | 14 | |
| Intervalle inter. (jrs) | 0 | 1 | 2 | 3 | | 2 | | 2 | 4 | |
| Test 2 | | | | | | | | | | Tm |
| Date | 17/08/21 | 18/08/21 | 19/08/21 | 24/08/21 | | 26/08/21 | | 30/08/21 | | |
| Éolienne | Dépôt | obs | obs | obs | p | obs | | obs | | |
| E1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0,25 | 1 | | 1 | | |
| E2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 0,25 | 1 | | 1 | | |
| E3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 0,25 | 1 | | 1 | | |
| E4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 0,25 | 1 | | 1 | | |
| E5 | 4 | 4 | 3 | 1 | 0,25 | 1 | | 1 | | |
| E6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0,25 | 1 | | 1 | | |
| Total | 24 | 21 | 13 | 6 | - | 6 | | 6 | | |
| Moyenne | - | - | - | - | 0,25 | | | | | |
| Intervalle totale (jrs) | 0 | 1 | 2 | 7 | | 9 | | 13 | | |
| Intervalle inter. (jrs) | 0 | 1 | 1 | 6 | | 2 | | 4 | | |

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.

| Pour j+7 | Taux de prédation (p) | Durée de persistance des cadavres (tm) |
|----------------|-----------------------|--|
| | 0,88 | 36,83 |
| | 0,25 | 8,50 |
| Moyenne | 0,56 | 22,67 |

• **Annexe 6 : Correcteur surfacique (A)**

| Sr | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Date | 22/6/21 | 29/6/21 | 5/7/21 | 13/7/21 | 20/7/21 | 27/7/21 | 3/8/21 | 10/8/21 | 17/8/21 | 24/8/21 | 30/8/21 | 7/9/21 | 14/9/21 | 21/9/21 | 28/9/21 | 5/10/21 | 12/10/21 | 20/10/21 |
| E1 | 10 000 | 10 000 | 12 100 | 12 100 | 4 750 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 3 840 |
| E2 | 4 970 | 4 970 | 4 500 | 3 340 | 2 760 | 2 760 | 2 760 | 2 760 | 4 450 | 4 480 | 4 480 | 6 580 | 6 280 | 12 100 | 12 100 | 11 880 | 11 880 | 11 880 |
| E3 | 7 740 | 7 850 | 8 400 | 7 800 | 6 360 | 7 170 | 7 170 | 6 720 | 5 820 | 4 360 | 4 360 | 5 810 | 6 035 | 6 035 | 6 035 | 8 375 | 8 375 | 8 375 |
| E4 | 9 400 | 9 400 | 8 780 | 4 580 | 3 640 | 4 300 | 4 300 | 4 300 | 4 580 | 4 580 | 4 580 | 11 880 | 11 880 | 11 880 | 11 880 | 9 280 | 9 280 | 8 230 |
| E5 | 8 920 | 9 960 | 9 960 | 9 960 | 8 920 | 8 920 | 8 920 | 6 940 | 6 100 | 5 480 | 5 480 | 4 840 | 5 840 | 5 840 | 5 840 | 6840 | 8 720 | 8 720 |
| E6 | 7 130 | 7 130 | 5 905 | 4 470 | 4 470 | 2 930 | 2 930 | 2 930 | 2 370 | 2 370 | 2 370 | 2 370 | 2 370 | 2 370 | 2 370 | 2 370 | 2 370 | 2 370 |
| Total réel | 48 160 | 49 310 | 49 645 | 42 250 | 30 900 | 27 680 | 27 680 | 25 250 | 24 920 | 22 870 | 22 870 | 33 080 | 34 005 | 39 852 | 39 852 | 40 345 | 42 445 | 43 415 |
| Total théorique (12 100 m²/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 | 8 026 | 8218 | 8 274 | 7 042 | 5 150 | 4 613 | 4 613 | 4 208 | 4 153 | 3 812 | 3 812 | 5 513 | 5 668 | 6 638 | 6 638 | 6 724 | 7 019 | 7 236 |
| A | 1,5071 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Légende :
Sr : Surface réellement prospectée
A : Correcteur surfacique

| | Oiseaux | | | | | | Chiroptères | | | | | |
|--------------------|---------|------|-------|------|-------|------|-------------|------|-------|-------|------|-------|
| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 |
| Min | 0,34 | 0,17 | 0,67 | 0,34 | 0,51 | 0,00 | 0,34 | 0,17 | 0,51 | 0,51 | 0,00 | 1,01 |
| Premier quartile | 3,41 | 1,71 | 6,82 | 3,41 | 5,12 | 0,00 | 3,41 | 1,71 | 5,12 | 5,12 | 0,00 | 10,24 |
| Médiane | 4,45 | 2,22 | 8,89 | 4,45 | 6,67 | 0,00 | 4,45 | 2,22 | 6,67 | 6,67 | 0,00 | 13,34 |
| Troisième quartile | 5,04 | 2,52 | 10,08 | 5,04 | 7,56 | 0,00 | 5,04 | 2,52 | 7,56 | 7,56 | 0,00 | 15,11 |
| Max | 6,79 | 3,39 | 13,57 | 6,79 | 10,18 | 0,00 | 6,79 | 3,39 | 10,18 | 10,18 | 0,00 | 20,36 |

Annexe 7 : Écart type des valeurs estimées

