



Parc éolien de Guéhenno (56)

Suivi environnemental post-implantation

- Bilan 2020 -



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

Avril 2021

Sommaire

1 CONTEXTE ET MÉTHODOLOGIE.....	5
1.1 OBJET DE LA MISSION.....	6
1.2 CONTEXTE	7
1.2.1 Situation géographique	7
1.2.2 CONTEXTE ÉCOLOGIQUE.....	Erreuer ! Signet non défini.
1.2.2.1 Les forêts publiques	10
1.2.2.2 Les inventaires scientifiques	10
1.2.2.3 Natura 2000.....	12
1.2.2.4 Autres données bibliographiques	14
1.2.3 Occupation des sols.....	15
1.3 PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PARC ÉOLIEN.....	17
1.4 PRÉSENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI	18
1.4.1 Suivi de fréquentation des chauves-souris.....	18
1.4.2 Suivi de la mortalité	18
2 RÉSULTATS.....	23
2.1 SUIVI DE LA FRÉQUENTATION DU PARC PAR LES CHIROPTÈRES	24
2.1.1 Espèces contactées	24
2.1.2 Activité des chauves-souris.....	25
2.1.2.1 Proportion par espèce	25
2.1.2.2 Répartition de la fréquentation au cours de la période étudiée..	26
2.1.2.3 Répartition de la fréquentation en fonction des heures.....	27
2.1.2.4 Répartition de la fréquentation dans le temps (heure et période)...	27

2.2 SUIVI DE LA MORTALITÉ.....	29
2.2.1 Analyse générale.....	29
2.2.2 Espèces trouvées	30
2.2.3 Répartition des cadavres par éolienne	34
2.2.4 Dispersion et orientation des cadavres	35
2.2.5 Répartition des cadavres en fonction des saisons.....	36
2.3 ESTIMATION DE LA MORTALITÉ	37
2.3.1 Estimation de l'impact sur les oiseaux.....	38
2.3.2 Estimation de l'impact sur les chauves-souris.....	38
2.3.3 Estimation de l'impact pour chaque éolienne	39
3 SYNTHÈSE.....	41
3.1 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX	42
3.2 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS.....	42
3.3 RECOMMANDATIONS.....	44
4 ANNEXES	45

Première partie

CONTEXTE ET MÉTHODOLOGIE

1.1 OBJET DE LA MISSION

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

Le protocole pris en compte dans le cadre de la présente méthodologie, est le protocole ministériel de 2015, révisé en mars 2018.

Selon cette révision, le suivi environnemental doit répondre à trois objectifs :

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

Pour répondre à ces objectifs, le protocole prévoit la mise en place d'un suivi de l'activité des chauves-souris à hauteur d'une nacelle et d'un recensement de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris 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 d'au moins une espèce d'oiseau de niveau de sensibilité 3 en période de reproduction⁽¹⁾ : le faucon crécerelle et d'une chauve-souris de niveau de sensibilité 3,5 : la pipistrelle de Nathusius. Les études pré-implantations n'ont pas mis en évidence d'enjeu particulier concernant les chauves-souris en dehors de la période d'activité (mai - octobre). Concernant les oiseaux, des regroupements de pluvier doré ont été notés en hiver (espèce de niveau de sensibilité 1).

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

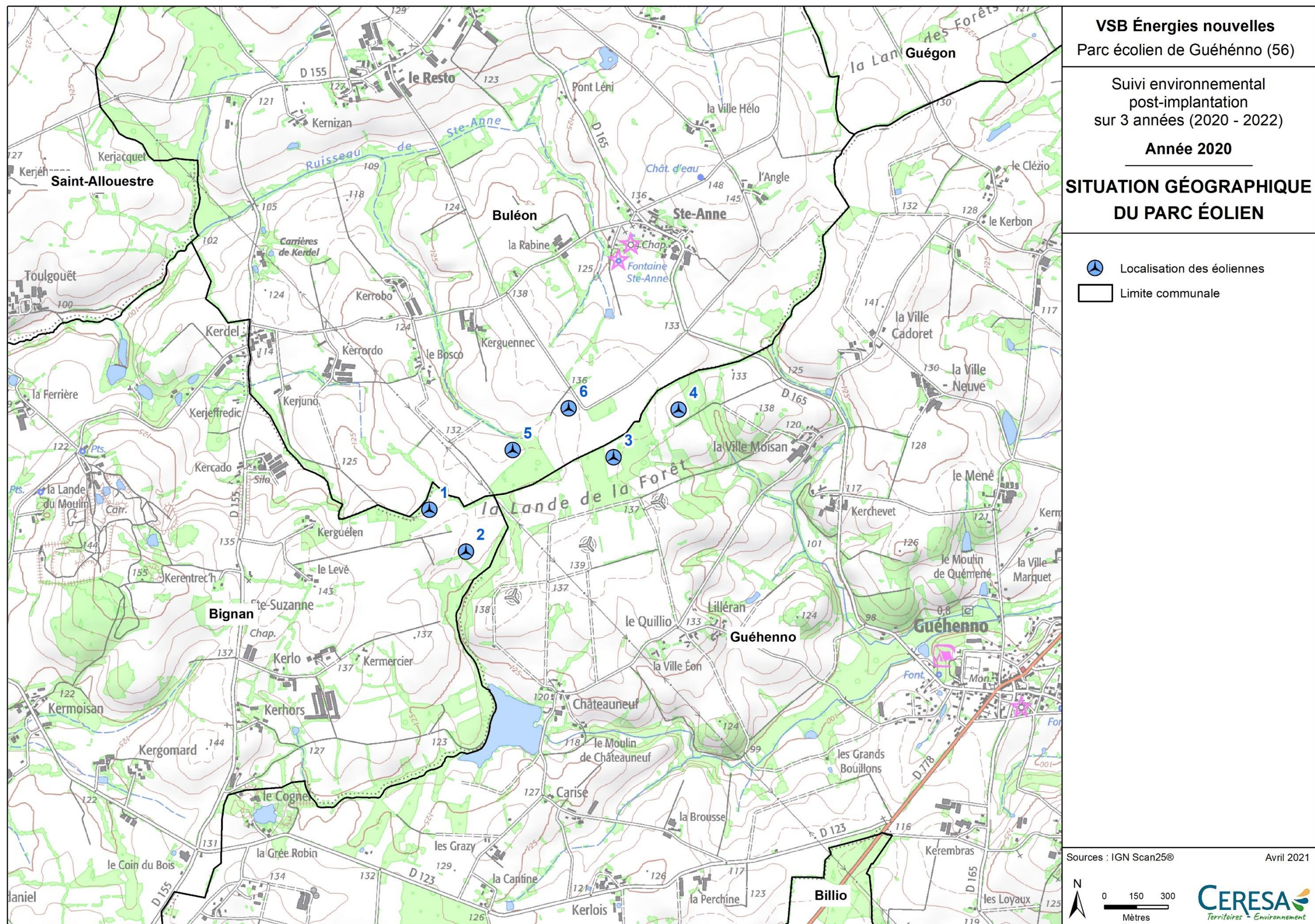
⁽¹⁾ D'après le protocole ministériel de 2015

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

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



1.2.2 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 des communes de Bignan, Buléon et Guéhenno.

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

Par contre, aucune autre zone d'intérêt écologique n'est présente à l'est 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.

1.2.2.1 Les forêts publiques

La forêt départementale de Kerguéhennec, composé de près d'une centaine d'hectare, se situe à 4 km du parc et de nombreuses autres forêts publiques, comme celles de Sérent, du Val d'Ouest ou encore du Roc Saint-André, sont parsemées à 15 km à l'est du parc éolien.

1.2.2.2 Les inventaires scientifiques

Le tableau suivant synthétise l'intérêt écologique en lien avec l'avifaune et les chiroptères des ZNIEFF présentes à proximité du parc éolien :

Intitulé	Intérêt écologique ⁽²⁾	Distance
LANDES DE LANVAUX ZNIEFF de type II 530014743	<u>Habitats</u> : grande étendue composée majoritairement de landes et de bois dont certains sont en zone humide, et abrite quelques étangs. <u>Oiseaux</u> : une centaine d'espèces y sont référencés dont une dizaine d'oiseaux déterminants inféodés aux habitats précédemment cités. <u>Mammifères volants</u> : Les landes de Lanvaux accueillent en outre, plusieurs sites favorables à l'hivernage et à la reproduction des chauves-souris.	7 km au sud
FORÊT DE LANOUÉE ZNIEFF de type II 530006826	<u>Habitats</u> : second plus grand massif forestier de Bretagne, composé principalement de boisements et de landes. <u>Oiseaux</u> : plus de 60 espèces d'oiseaux y sont nicheurs, dont une dizaine sont déterminantes.	11 km au nord
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 une avifaune et une mammalofaune volante diversifiée.	12 km au sud
LA MINE ZNIEFF de type I 530020008	<u>Mammifères volants</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.	14 km à l'est

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

(2) Source : inpn.mnhn.fr

Intitulé	Intérêt écologique ⁽¹⁾	Distance
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.	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 une avifaune et une mammalofaune diversifiée.	16 km au sud-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.	16 km à l'est
TOURBIÈRE DE SÉRENT - KERFONTAINE ZNIEFF de type I 530006046	<u>Habitats</u> : tourbière de pente composée d'un ruisseau et de mares, entourée de lande, et de boisements. <u>Oiseaux</u> : une centaine d'oiseau ont été observés dont une trentaine pour la nidification.	17 km au sud-est
ÉTANG AU DUC ZNIEFF de type I 530030137	<u>Habitats</u> : étang entouré de berges boisés et de boisements humides. <u>Oiseaux</u> : de nombreux oiseaux viennent s'y reposer durant l'étape migratoire et de nombreux autres le fréquentent durant les stades de nidification et d'hivernage.	18 km à l'est
LANDE TOURBEUSE DES BÉLANS ZNIEFF de type I 530030144	<u>Habitats</u> : tourbière entourée et composée de boisements, landes et prairies humides. Potentiel d'accueil pour une avifaune et une mammalofaune volante diversifiée.	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.	19 km au sud-ouest

Remarque : la ZNIEFF de Coët Ny, initialement localisée à environ 7 km au sud du parc, n'est plus répertoriée en tant que ZNIEFF (consultation INPN).

Le parc éolien se situe au sud 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 bénéfiques aux oiseaux forestiers et landicoles ;
- les massifs forestiers combinés, à proximité, par une mosaïque dense de milieux ouverts et fermés, sont favorables aux chiroptères ;
- plusieurs gîtes d'hivernage et de reproduction de chauves-souris sont connus aux environs du parc (entre 7 et 10 km).
- les ZNIEFF sont dans la grande majorité des cas à plus de 10 km du parc étudié.

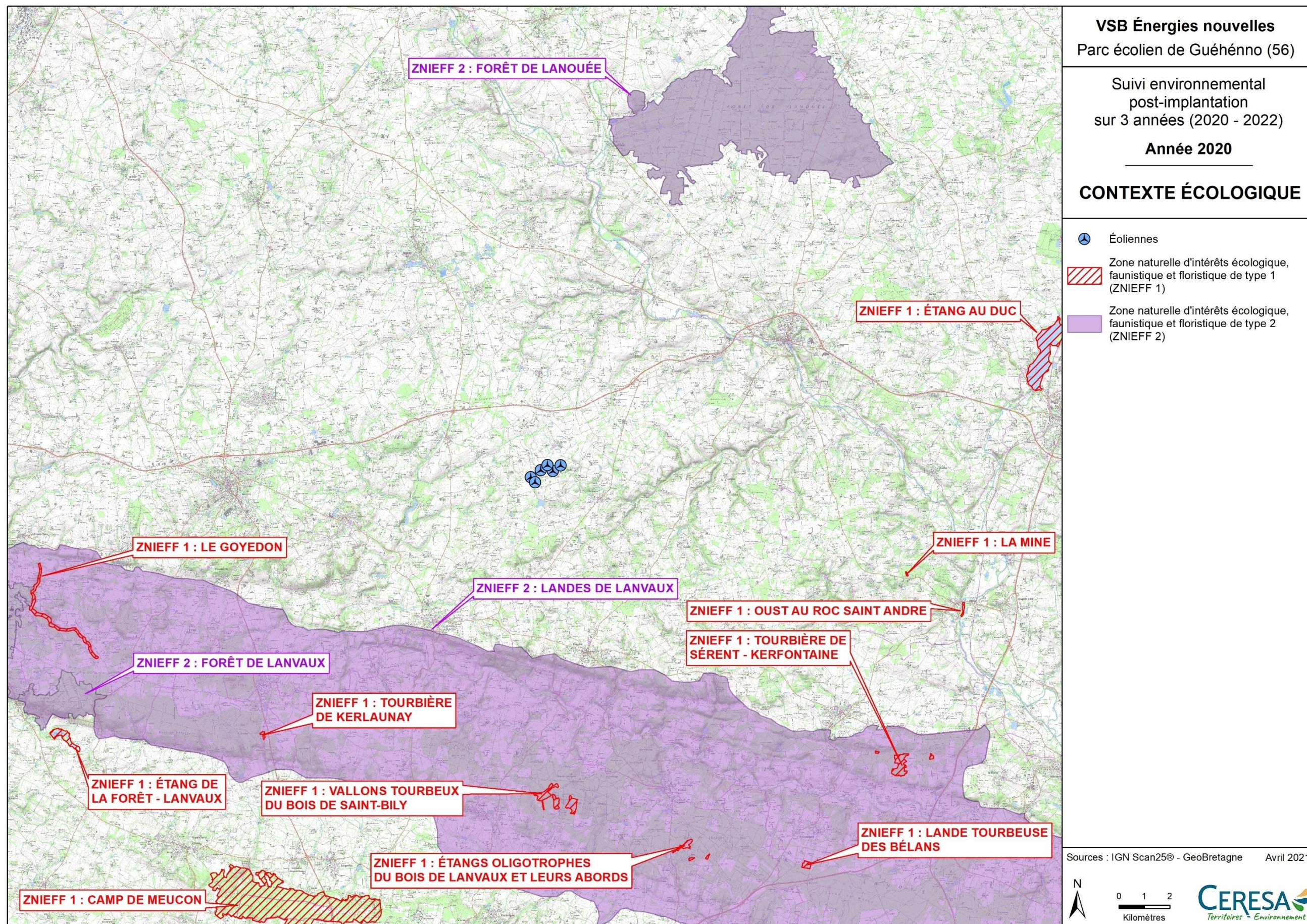
⁽¹⁾ Source : inpn.mnhn.fr

1.2.2.3 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 chauves-souris : le grand et petit rhinolophe, la barbastelle d'Europe et des murins (grand murins, murins de Bechstein) ;
- FR 5300058 (ZSC) de la « Vallée de l'Arz » est, de la même manière que le présent site, caractérisée par une mosaïque d'habitats favorable à l'expression de nombreuses espèces. Parmi les 22 espèces présentes en Bretagne, 13 ont été observées.

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).**



1.2.2.4 Autres données bibliographiques

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

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

Synthèse du contexte écologique :

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

Plusieurs ZNIEFF et forêts publiques sont recensés à quelques kilomètres du parc (au-delà de 7 km). Ces sites constituent des zones d'accueils 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 7 et 10 km du parc.

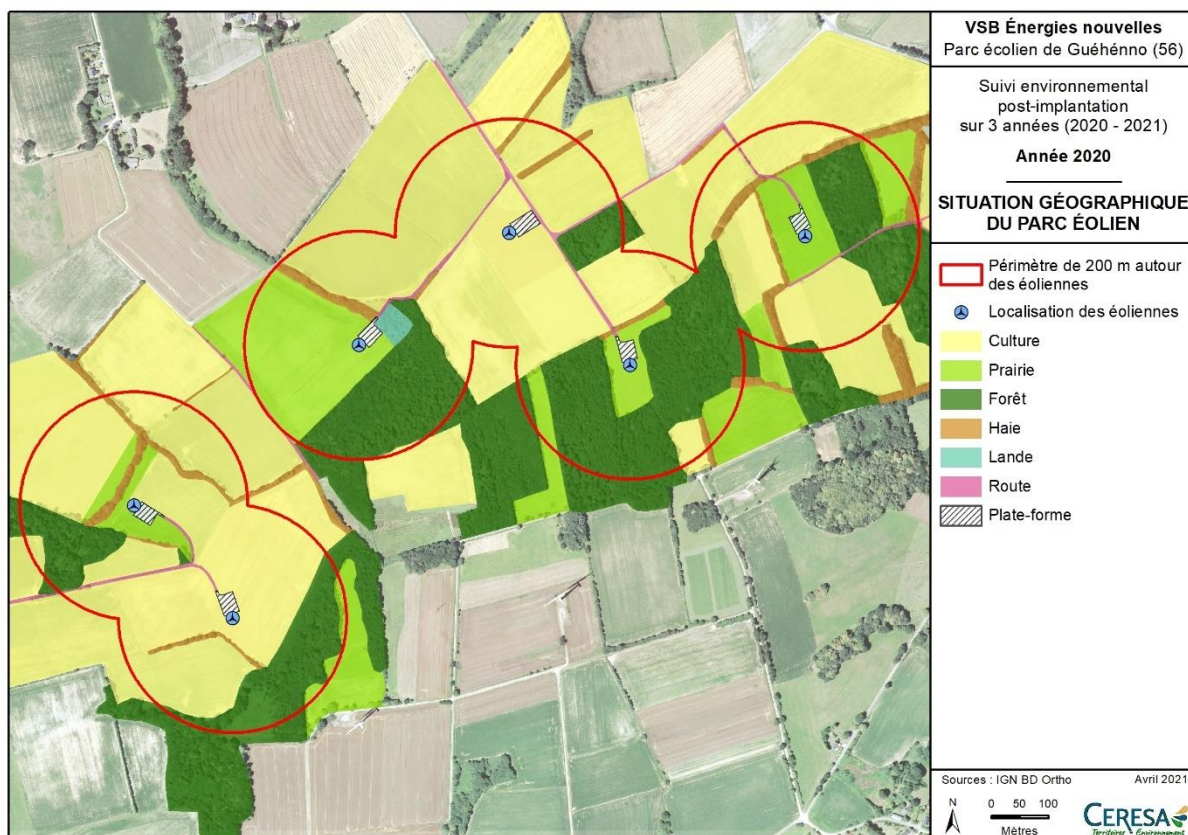
⁽¹⁾ CERESA (2016). Analyse concernant les chauves-souris. Projet de parc éolien de la lande de la forêt – communes de Guéhenno, Buléon, Bignan (56). 43 pages.

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

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

1.2.3 OCCUPATION DES SOLS

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



À proximité des éoliennes (rayon de 200 m), une grande majorité de la surface est dédiée aux cultures de maïs et de blé (51,9 %) ainsi qu'aux forêts (27,2 %) et aux prairies (41,8 %). D'autres types d'occupation du sol se trouvent à proximité des supports mais constituent de faibles surfaces comme les haies (3,7 %), les routes (1,3 %), les plates-formes (1,3 %) et les landes (0,4 %).

Habitats présents au sein des 200 mètres autour des éoliennes

Végétation	Code Corine biotope	Surface (ha)
Grandes cultures	82.11	36,31
Forêts	43	19,05
Prairies	81	10,03
Haies	84.4	2,56
Route	86	0,90
Plates-formes	86	0,89
Landes	31.1	0,27

Synthèse de l'occupation des sols :

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

1.3 PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PARC ÉOLIEN

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

Deux alignements des éoliennes du parc :

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

Détails d'une éolienne (modèle Senvion MM100) :

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

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

Coordonnées des éoliennes du parc de Guéhenno

Éolienne	Coordonnées L93		Hauteur au sol	Commune	Parcelle cadastrale
	X (m)	Y (m)			
E1	276 144	6 770 572	130 m	Bignan	32
E2	276 314	6 770 363	131 m	Bignan	32
E3	277 021	6 770 827	138 m	Guéhenno	27
E4	277 331	6 771 036	132 m	Guéhenno	36
E5	276 532	6 770 847	132 m	Buléon	36
E6	276 812	6 771 053	137 m	Buléon	32

Le parc éolien fait l'objet d'un bridage entre le coucher du soleil et les 4 heures suivantes ainsi que les 4 premières heures avant le lever du soleil, permettant de limiter le risque d'impact sur les chauves-souris et oiseaux nocturnes.

Les machines sont à l'arrêt lorsque l'ensemble des conditions suivantes sont réunies :

- période comprise entre le 1^{er} avril et le 31 octobre,
- températures extérieurs supérieurs à 6°C ;
- vitesse de vent inférieure à 6 m/s ;

Le contrôle de ces paramétrages a bien été effectué (cf. annexes 1 et 2).

1.4 PRÉSENTATION DU PROTOCOLE DE SUIVI

1.4.1 SUIVI DE FRÉQUENTATION DES CHAUVES-SOURIS

Conformément au protocole de mars 2018 ⁽¹⁾, un enregistreur automatique en continu a été placé à hauteur de nacelle durant la période d'activité des chauves-souris (fin de printemps, été et automne).

L'enregistreur (SM4BAT) a été installé sur l'éolienne n° 6, entre le 11 mai et le 18 novembre 2020. L'éolienne n° 6 se situe approximativement au centre du parc, dans un contexte représentatif (interface entre les cultures et le complexe de petits boisements).

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

1.4.2 SUIVI DE LA MORTALITÉ

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

Le protocole ministériel de 2018 préconise :

- la réalisation d'un minimum de 20 prospections, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-mai, fin octobre) ;
- en cas de présence d'espèces à enjeux sur les autres périodes (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 3,5 de sensibilité (pipistrelle de Nathusius) ⁽²⁾, un suivi de mortalité a été mené entre mai et octobre 2020 à raison de 2 à 3 contrôles par mois, en privilégiant les périodes de plus grande sensibilité pour les oiseaux et les chauves-souris (cf. dates présentées ci-après). En raison d'enjeux identifiés en période printanière, estivale et automnale, ce suivi a fait l'objet d'une prolongation : prospection mensuelle de novembre à avril.

Le parc éolien de Guéhenno comprenant 6 éoliennes, une recherche a été menée autour de chaque aérogénérateur, conformément au protocole ministériel.

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

⁽²⁾ D'après l'Étude d'impact du projet

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

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

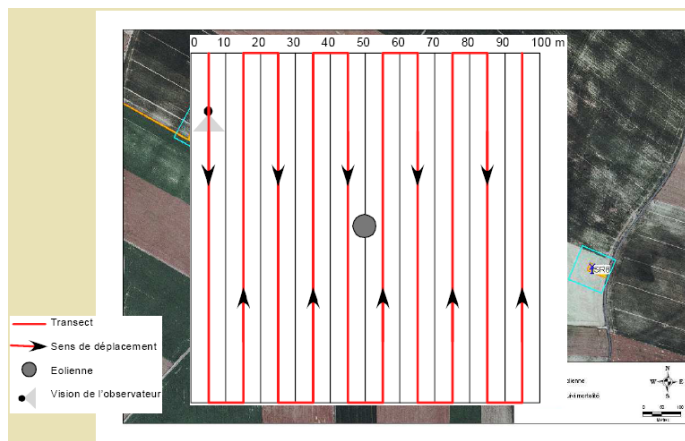


Schéma théorique de prospection - Source : Vienne Nature

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

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

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

Les cadavres collectés sont identifiés sur place.

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

En 2020, les prospections se sont déroulées comme suit (cf. dates précises en annexe) :

- le 24/04 : 1 contrôle au mois d'avril ;
- du 15/05 au 20/05 : 3 contrôles au mois de mai ;
- du 15/06 au 29/06 : 4 contrôles au mois de juin ;
- du 27/07 au 31/07 : 3 contrôles au mois de juillet ;
- du 25/08 au 31/08 : 3 contrôles au mois d'août ;
- du 10/09 au 23/09 : 4 contrôles au mois de septembre ;
- du 26/10 au 30/10 : 3 contrôles au mois d'octobre ;
- le 20/11 au 18/12 : 1 contrôle par mois.

• Estimation de la mortalité

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

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

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

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

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

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

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

- un 1^{er} opérateur disperse 3 à 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 ;
- la personne chargée du suivi de mortalité applique le protocole de recherche de cadavres et comptabilise les contacts.

Au total, 45 leurres ont été utilisés pour le parc de Guéhenno.

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

Ce coefficient (d) est exploité dans les calculs d'estimation de la mortalité réelle (cf. ci-après).



Exemple de leurres utilisés

– 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 persistance 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 mai et novembre 2020, un total de 5 espèces a été recensé pour 776 contacts en altitude.

Les espèces les plus contactées sont communes à assez communes en Bretagne et en Ile-et-Vilaine (pipistrelle commune et pipistrelle de Kuhl). La pipistrelle de Nathusius, la noctule de Leisler, la sérotine commune et les noctules sont moins fréquentes.

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

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats (1)	Protection nationale (2)	Listes rouges		Note de risque (5)
				France (3)	Bretagne (4)	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	IV	Oui	NT	NT	3
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	IV	Oui	NT	LC	3
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	IV	Oui	LC	LC	2,5
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	IV	Oui	NT	NT	3,5
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	IV	Oui	NT	LC	2,5
Groupe des Sérotules ⁽⁶⁾	-	-	-	-	-	-

(1) Directive européenne Habitats (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.

(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).

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

(6) « Sérotule » Signal non identifiable entre une sérotine ou une noctule.

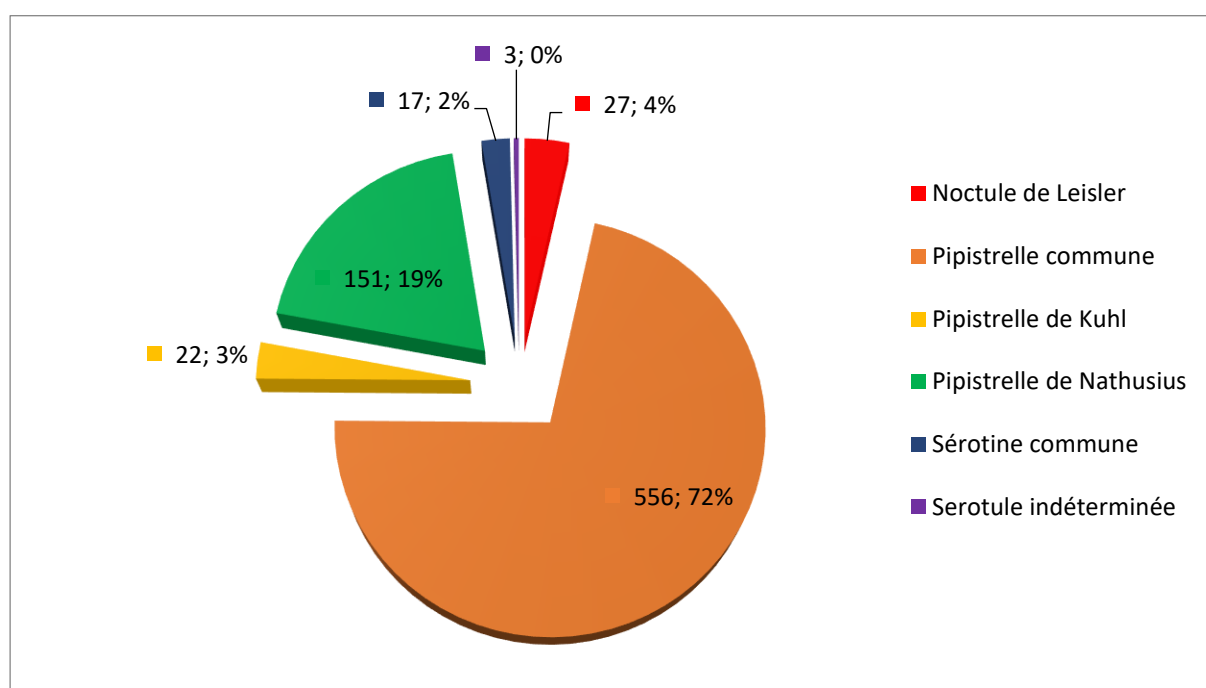
2.1.2 ACTIVITÉ DES CHAUVES-SOURIS

2.1.2.1 Proportion par espèce

L'activité enregistrée est largement dominée par le groupe des pipistrelles, avec un total de 94 % des contacts. Parmi ce groupe, 76 % des contacts correspondent à la pipistrelle commune, 21% à la pipistrelle de Nathusius et 3 % à celle de Kuhl.

Les activités de sérotines (2 %) et de noctules (4 %) sont faiblement représentées sur le parc.

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

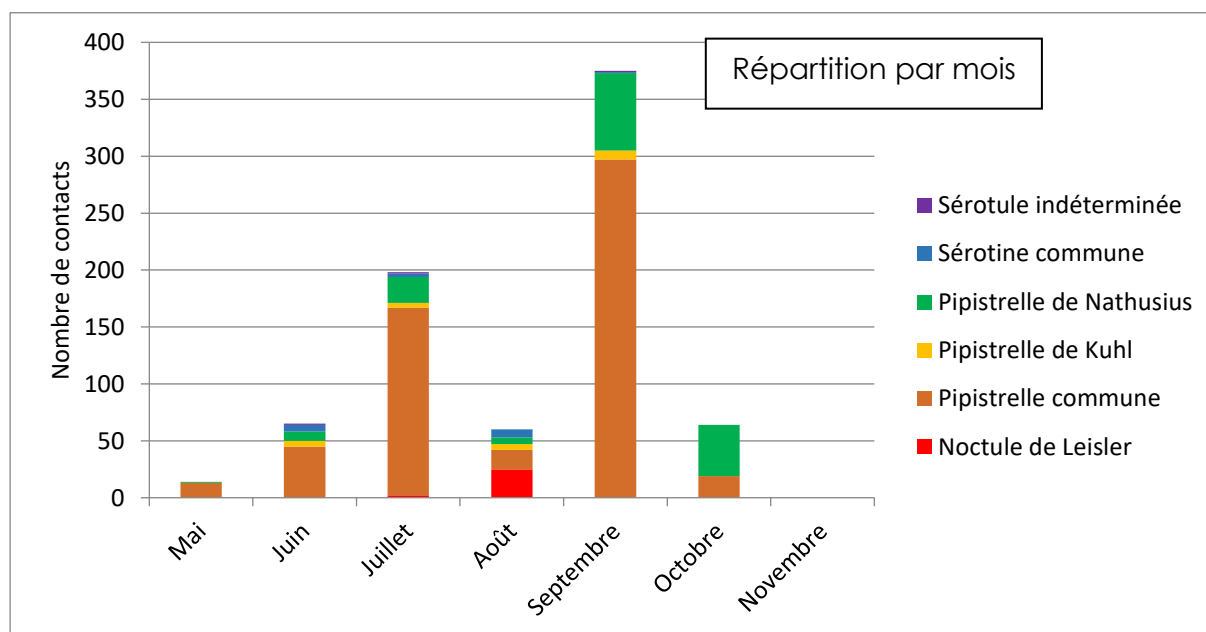


2.1.2.2 Répartition de la fréquentation au cours de la période étudiée

Les contacts ont lieu de mai à fin octobre, avec un dernier enregistrement en date du 22 octobre (enregistrement jusqu'à mi-novembre). L'activité globale des chauves-souris est apparue relativement élevée, avec 5 contacts par nuit en moyenne durant la période d'activité.

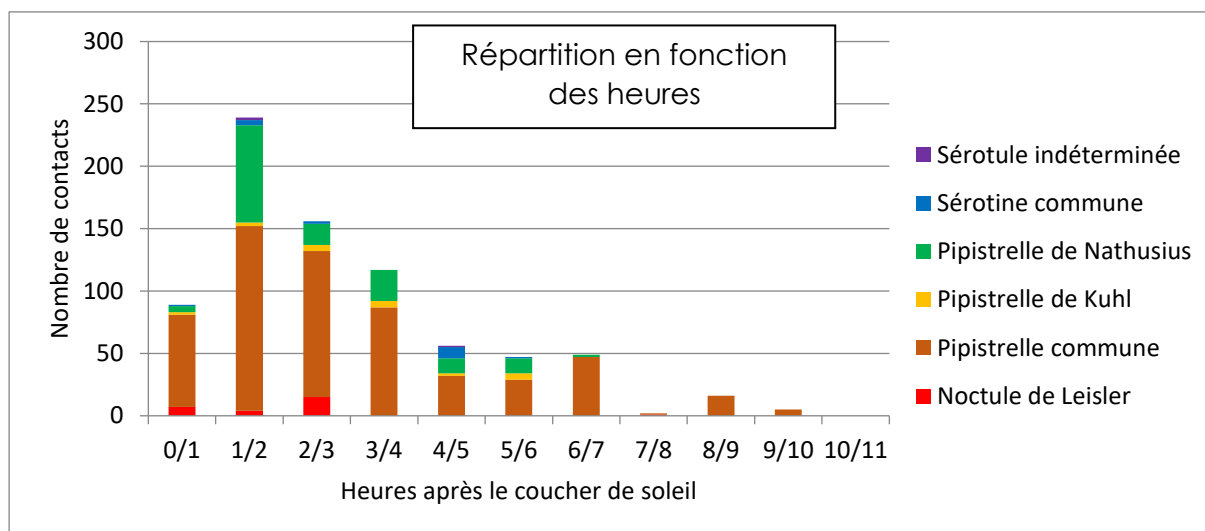
Deux pics d'activités ont lieu, le premier plus modéré, en juillet (26 %) et un second bien plus important en septembre (48 %). L'activité chute ensuite brutalement, après ces pics et devient très faible aux mois d'août et d'octobre (moins de 10 % des contacts par mois). Cette répartition de l'activité est essentiellement marquée par le groupe des pipistrelles (commune et de Nathusius). On remarque en revanche une plus grande diversité d'espèces en août, correspondant au début de la période migratoire pour les chauves-souris. La diversité y est plus importante en particulier par la présence de la noctule de Leisler, mais le nombre total de contacts reste faible.

On remarque également que les sérotines présentent une activité en altitude concentrée en début d'été, durant la période d'élevage des juvéniles.



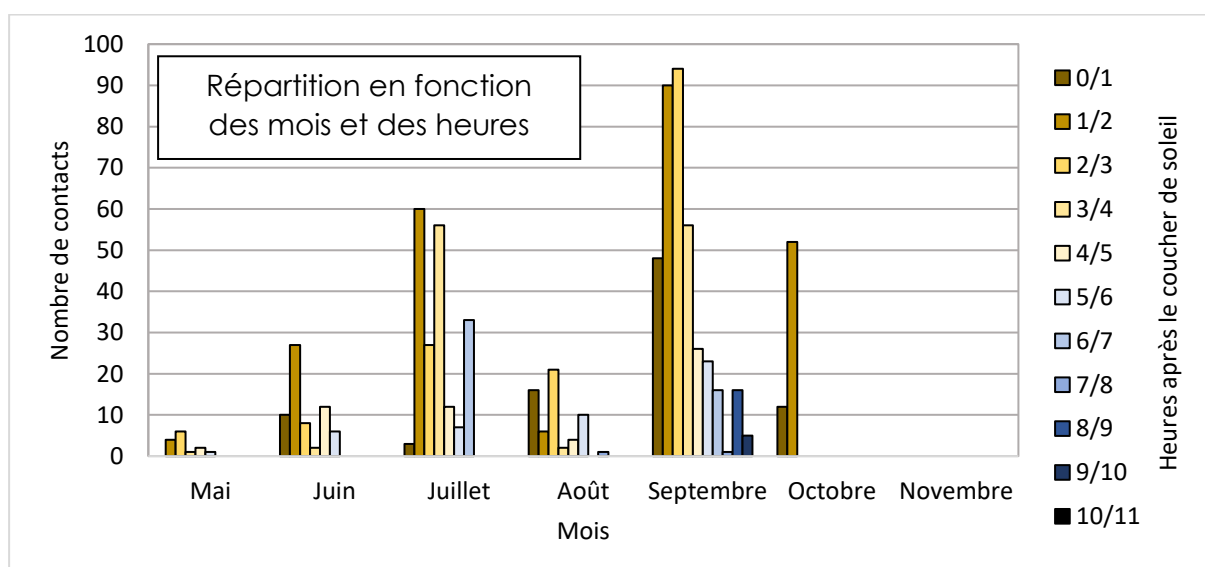
2.1.2.3 Répartition de la fréquentation en fonction des heures

L'analyse des données liées aux heures d'enregistrement permet de confirmer l'un des résultats largement documentés 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. Par contre, les dernières heures de la nuit ne présentent pas un second pic d'activité mais davantage une diminution progressive de l'activité des chiroptères. Au lever du soleil, l'activité en altitude apparaît à l'inverse très faible.



2.1.2.4 Répartition de la fréquentation dans le temps (heure et période)

L'activité observée en altitude est notable aux mois de juillet et septembre, de moindre importance en juin, août et octobre et particulièrement faible en mai. La grande majorité des activités se concentrent en début de nuit (88 %). Par opposition, les activités en fin de nuit sont particulièrement faibles (12 %), hormis durant les pics d'activité du mois de juillet et septembre où l'activité de fin de nuit est significative.



Synthèse de la fréquentation du parc par la chauve-souris

Les principaux éléments à retenir sont :

- Le niveau de fréquentation du parc en altitude par les chauves-souris est plus élevé en septembre (12,5 contacts par nuit en moyenne), et dans une moindre mesure, en juillet (6 contacts par nuit). L'activité est beaucoup plus faible pour les autres mois (maximum 2 contacts 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 classique des chiroptères (chiroptères plus actifs en dessous de 6 m/s et au-delà de 10°C ⁽¹⁾) ;
- 6 espèces au total ont été contactées, dont une espèce moins commune dans la région (noctule de Leisler) ;
- Les pipistrelles (commune et de Kuhl) dominent, de manière classique, les relevés ;
- On observe une plus grande diversité d'espèces en période de migration ;
- Les chauves-souris sont plus actives entre 1 et 4h00 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 juillet et septembre ;
- Durant le mois le plus actif (septembre), l'activité des chauves-souris reste significative tout au long de la nuit ;
- A l'inverse, pendant les mois de faible activité, les chauves-souris fréquentent le parc en altitude uniquement en début de nuit.

⁽¹⁾ Behr, O., Brinkmann, R., Hochradel, K., Mages, J., Körner- 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.

2.2 SUIVI DE LA MORTALITÉ

2.2.1 ANALYSE GÉNÉRALE

Au total, 7 « cadavres » et/ou plumées ont été observés entre mai et novembre 2020, comprenant 6 oiseaux et 1 chauve-souris. La buse variable constitue l'espèce la plus impactée (3 cadavres observés). La pipistrelle commune constitue l'unique chauve-souris relevée (1 cadavre).

Synthèse de mortalités observées

Date	Cadavre	Localisation	Remarques
23/04/2020	Laridé sp.	Éolienne E3	Plumée (pas de cadavre)
23/04/2020	Buse variable	Éolienne E3	Plumée et quelques parties du cadavre
23/04/2020	Pigeon ramier	Éolienne E3	Plumée (pas de cadavre)
15/05/2020	RAS	-	-
18/05/2020	RAS	-	-
20/05/2020	Pigeon ramier	Éolienne E3	Plumée (pas de cadavre)
15/06/2020	RAS	-	-
18/06/2020	RAS	-	-
19/06/2020	RAS	-	-
29/06/2020	RAS	-	-
27/07/2020	RAS	-	-
29/07/2020	RAS	-	-
31/07/2020	Buse variable	Éolienne E4	Cadavre
25/08/2020	RAS	-	-
27/08/2020	RAS	-	-
31/08/2020	RAS	-	-
10/09/2020	Buse variable	Éolienne E4	Cadavre
14/09/2020	RAS	-	-
16/09/2020	Pipistrelle commune	Éolienne E1	Cadavre
23/09/2020	RAS	-	-
26/10/2020	RAS	-	-
28/10/2020	RAS	-	-
30/10/2020	RAS	-	-
20/11/2020	RAS	-	-

2.2.2 ESPÈCES TROUVÉES

Au total, 4 espèces différentes ont été observées au pied des éoliennes : 3 oiseaux et 1 chauve-souris (cf. fiches de mortalité en annexe).

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

La **buse variable** (*Buteo buteo*) est un rapace diurne très commun dans nos territoires. Cet oiseau fréquente avant tout les milieux forestiers et apprécie les zones de lisière. Les milieux ouverts constituent des zones de chasse pour leur alimentation. La majorité des individus sont sédentaires et occupent le territoire tout au long de l'année. Lors de ses vols planés, la buse se retrouve généralement entre 50 à 500 mètres de hauteur.

La buse variable est l'espèce la plus notée au niveau du parc de Guéhenno, avec 3 cadavres inventoriés entre avril et septembre 2020.



Cadavre de buse variable
(31/07/2020)

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.

La seconde espèce la plus impactée du parc, le pigeon ramier, a été observée par deux fois en plumées, en avril et mai 2020.



Plumé de pigeon ramier
(20/05/2020)

Un **laridé sp.** n'a pas été identifié à l'espèce, en raison du manque d'éléments identifiables. Cette famille est principalement composée de goélands, mouettes et de sternes et se rencontre en milieu marin comme dans les terres.

Ce taxon a été observé à une seule reprise, en avril 2020.



Plumé de Laridés sp. (23/04/2020)

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

1 cadavre de pipistrelle commune a été observé en septembre 2020.



Cadavre de pipistrelle commune
(16/9/2020)

D'après une étude de la LPO⁽¹⁾ et les analyses de Tobias Dür (2017), la buse variable est le rapace présent en Bretagne le plus impacté par l'éolien en France et en Europe, en particulier au moment de la migration de septembre. Le pigeon ramier figure également parmi les espèces les plus touchées, notamment dans les milieux ouverts tel que les champs. Certains laridés (goéland argenté, mouette rieuse) figurent également parmi les espèces les plus touchées en Europe.

Statut des oiseaux observés morts sur le parc éolien de Guéhenno

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Oiseau (2)	Protection nationale (3)	Listes rouges		Niveau de sensibilité (6)	Effectif
				France (4)	Bretagne (5)		
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	-	Oui	LC	LC	2	3
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	An. II	-	LC	LC	1	2
Laridé sp.	<i>Laridae sp.</i>	-	-	-	-	-	1

Légende

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

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

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

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

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

Statut des chiroptères observés morts sur le parc éolien de Guéhenno

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

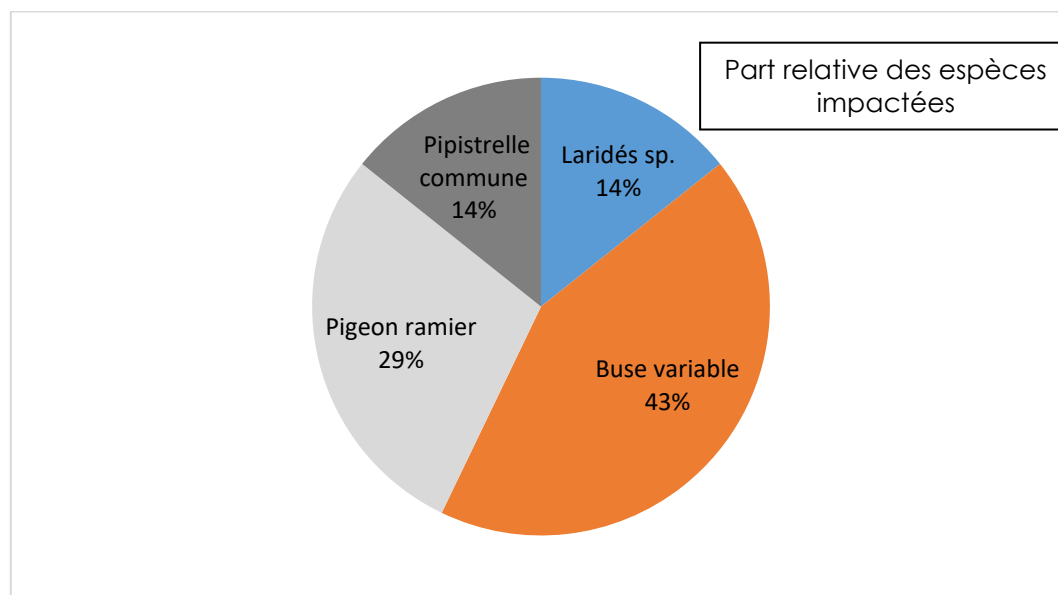
Légende

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

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

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

La principale espèce impactée par l'activité éolienne du parc de Guéhenno est la buse variable (3 cadavres). La seconde espèce la plus touchée (2 cadavres) correspond au pigeon ramier.



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

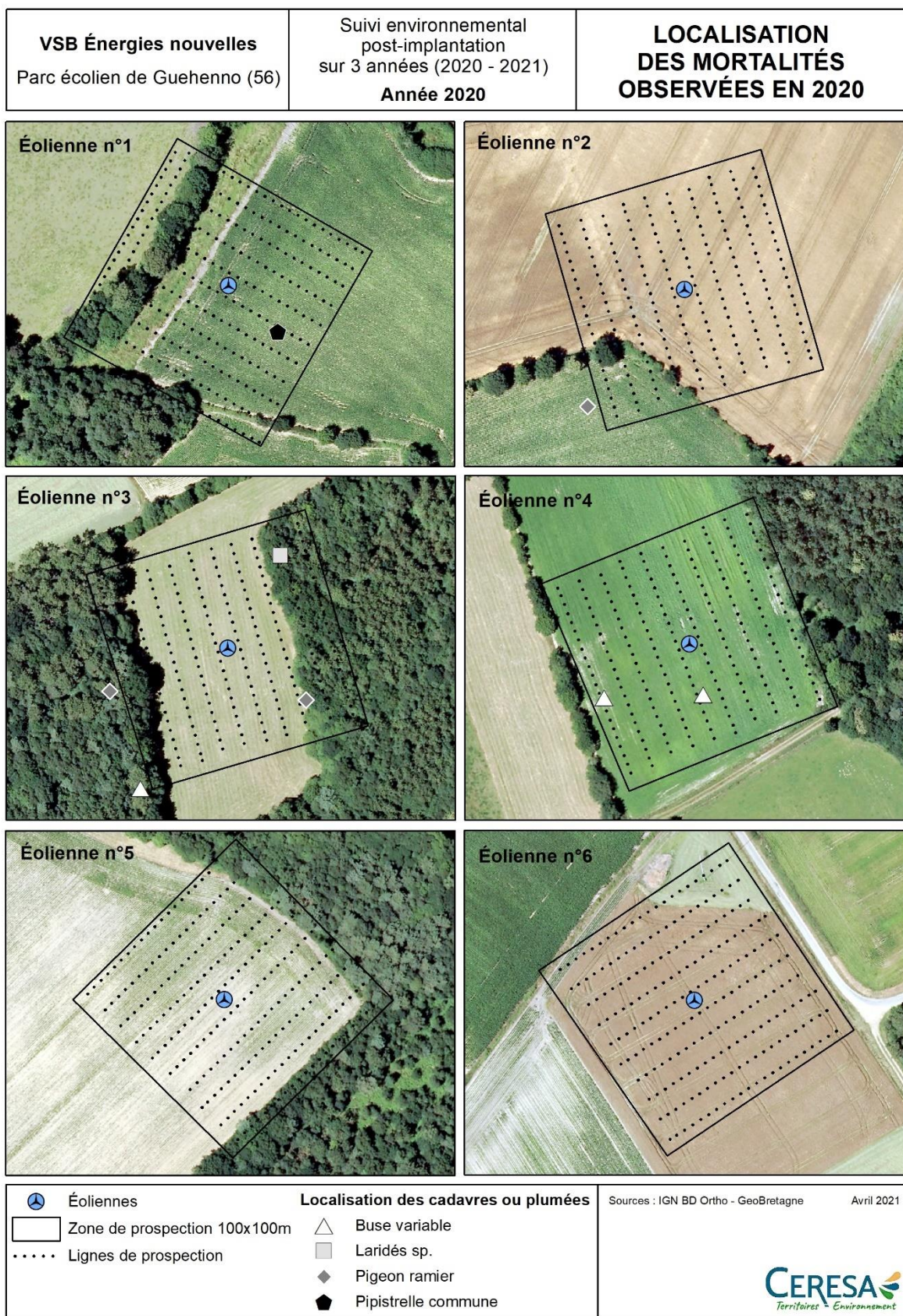
(2) Annexe IV de la Directive européenne Habitats (92/43/CEE) : espèce animale d'intérêt communautaire nécessitant une protection stricte.

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

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

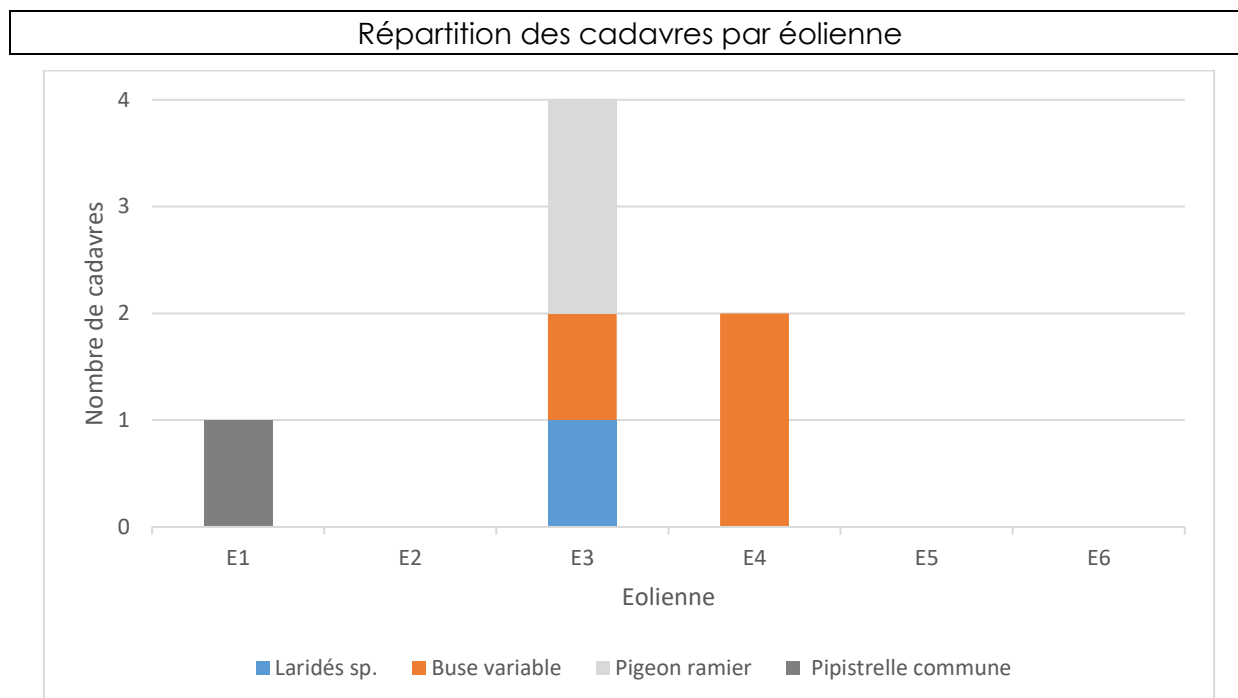
(5) Liste rouge régionale & Responsabilité biologique régionale des mammifères de Bretagne, UICN France, Bretagne environnement, Océanopolis Brest, GMB & Bretagne Vivante (2015).

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



2.2.3 RÉPARTITION DES CADAVRES PAR ÉOLIENNE

Parmi les six éoliennes du parc, trois éoliennes sont concernées par des cadavres d'oiseaux et/ou de chauves-souris. L'éolienne E3 est celle qui génère le plus de mortalité (4/7 des effectifs), suivie par l'éolienne E4 (2/7 des effectifs). L'éolienne E1 est celle ayant engendré la seule mortalité de chauves-souris sur le parc. Aucun cadavre n'a été observé sous la moitié des éoliennes du parc (E2, E5 et E6).



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 notamment). En effet, les éoliennes E3, E4 et E1, où le taux de mortalité est le plus important, se trouvent à proximité de boisements et de haies.


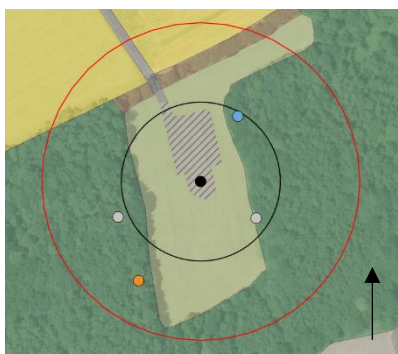

À noter, cependant, qu'aucun cadavre n'a été trouvé autour de l'éolienne E5, qui se trouve dans un contexte similaire.

2.2.4 DISPERSION ET ORIENTATION DES CADAVRES

En moyenne, les cadavres ont été observés à 44 mètres des mâts. L'intervalle des distances entre les cadavres et le mât est particulièrement important et va de 21 mètres à 72 mètres.

La majorité des cadavres ont été repérés au Sud des éoliennes, durant des périodes de vents modérés (<30 km/h) suivant des directions Nord et Est.

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

Éolienne E1					Éolienne E3					Éolienne E4				
														
Sp.	Date	Distance	Vent	Or.	Sp.	Date	Distance	Vent	Or.	Sp.	Date	Distance	Vent	Or.
Pc	16/09	29	M	→	Bv	23/04	72	M	↑	Bv	31/07	43	M	→
					L	23/04	45	M	↑	Bv	10/09	21	C	↑
					Pr	23/04	40	M	↑					
					Pr	20/05	55	C	↑					

Légende :

Espèce		Date	Distance	Vitesse du vent (sur 3 jours) ⁽¹⁾		Orientation du vent ⁽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)	←	Ouest
Bv	Buse variable			M	Modéré (13 à 30 km/h)	↑	Nord
L	Laridé			AF	Assez fort (31 à 75 km/h)	→	Est
Pr	Pigeon ramier			F	Fort (>75 km/h)	↓	Sud
				-		-	Ø

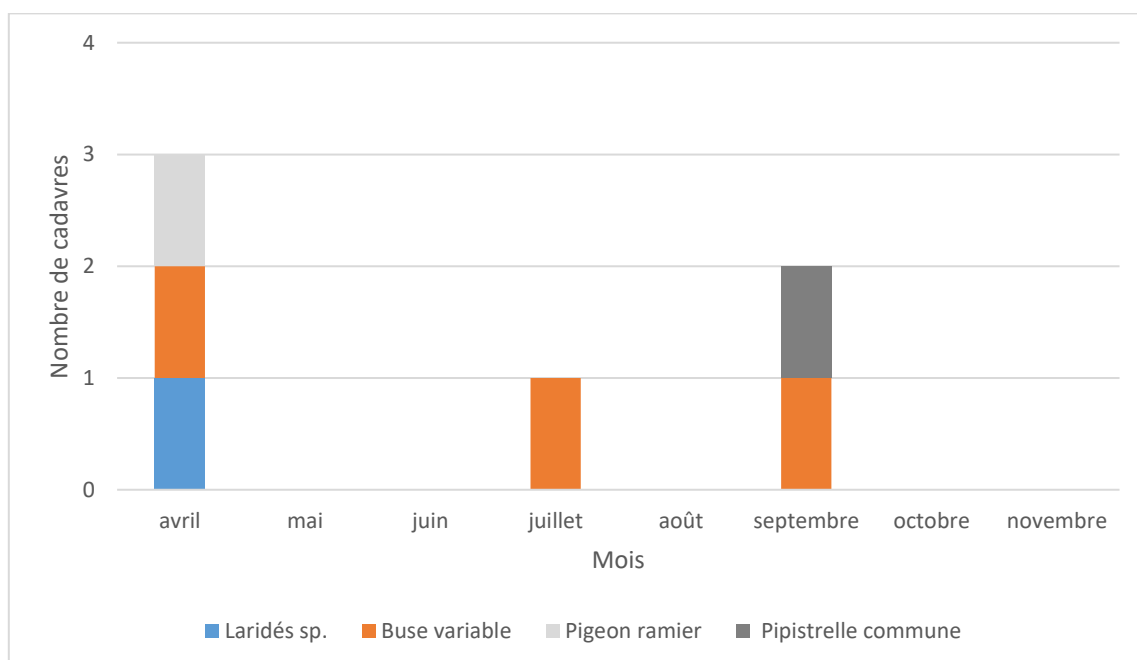
⁽¹⁾ Données météo VSB

2.2.5 RÉPARTITION DES CADAVRES EN FONCTION DES SAISONS

Les mortalités ont été observées principalement au printemps, avec 3 cadavres trouvés, ainsi qu'en automne, avec 2 cadavres.

Contrairement aux observations de la LPO (Marx, 2017), les impacts sur les oiseaux comme sur les chiroptères d'ailleurs, sont irréguliers tout au long de la période de suivi. Dans le cas présent, la répartition des impacts se concentre sur deux périodes : au printemps pour les oiseaux et en automne pour les chauves-souris, correspondant dans le premier cas à la période de reproduction de l'avifaune, et dans le second cas à la migration et au regroupement automnaux des chiroptères.

Répartition des cadavres au cours de l'année 2020



2.3 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 7 mois de suivi)

	Paramètres									Formules N =			
	C	d	I	A	p_{brut}	p_{Jones}	p_{Huso}	\hat{I}	t_m	Winkelman	Erickson	Jones	Huso
Oiseaux	6	0,65	2,4	1,32	0,88	0,96	0,96	52,83	24,72	14,07	0,93	12,78	12,78
Chiroptères	1	0,65	2,4	1,32	0,88	0,96	0,96	52,83	24,72	2,34	0,16	2,13	2,13

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 Winkelman (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.

2.3.1 ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LES OISEAUX

Dans le cadre du suivi mené sur Bignan, Buléon et Guéhenno, en 2020, pour 6 cadavres d'oiseaux trouvés sur le parc entre mi-avril et mi-novembre, les formules estiment un impact corrigé de 0,93 cadavres pour 7 mois avec la formule d'Erickson, 12,78 pour les formules de Jones et Huso et 14,07 pour la formule de Winkelmann.

Ces valeurs permettent d'estimer une moyenne de 10,14 cadavres pour 7 mois pour l'ensemble du parc, pour une médiane de 12,78 c / 7 mois, soit 1,69 cadavres/éolienne en moyenne et 2,13 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 7 mois peut donc être augmentée proportionnellement afin d'estimer l'impact sur l'année ().

Le suivi de mortalité ayant été réalisé sur une durée 7 mois, l'impact annuel peut donc être estimé à **2,90 cadavres par éolienne et par an pour la moyenne et de 3,65 cadavres par éolienne et par an pour la médiane.**

2.3.2 ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LES CHAUVES-SOURIS

Concernant les chiroptères, pour 1 cadavre réellement trouvé sur le parc entre mi-avril et mi-novembre 2020, les formules estiment un impact corrigé de 0,16 cadavres/7 mois pour la formule d'Erickson, 2,13 c/7 mois pour les formules de Jones et Huso et 2,34 c/7 mois pour la formule de Winkelmann.

Ces valeurs permettent d'estimer une moyenne de 1,69 cadavres /7 mois pour l'ensemble du parc, pour une médiane de 2,13 c/ 7 mois.

Contrairement aux oiseaux, les valeurs concernant les chauves-souris ne sont pas doublées car les 7 mois de suivis couvrent la période d'activité des chauves-souris, la partie hivernale n'étant pas significative (chauves-souris globalement peu actives).

L'estimation annuelle peut donc être évaluée à **0,28 cadavres/ éolienne/an pour la moyenne et 0,36 pour la médiane.**

L'unique cas de mortalité constatée permet de valider l'efficacité du dispositif de bridage mis en place sur le parc de Guéhenno.

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

La mortalité d'une pipistrelle commune en septembre est cohérente avec les données compilées sur les parcs éoliens de l'Ouest de la France. Il apparaît en effet que cette espèce soit la plus impactée par la présence des parcs éoliens, et que la deuxième moitié de l'été et le début d'automne correspondent à la période durant laquelle le maximum de mortalités est constaté.

La mortalité est particulièrement marquée en septembre en Bretagne.

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

• Comparaison avec les conclusions de l'étude d'impact

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

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

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

2.3.3 ESTIMATION DE L'IMPACT POUR CHAQUE ÉOLIENNE

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

Impact moyen et médian estimé par éolienne à partir des formules correctives
(sur 7 mois de suivi)

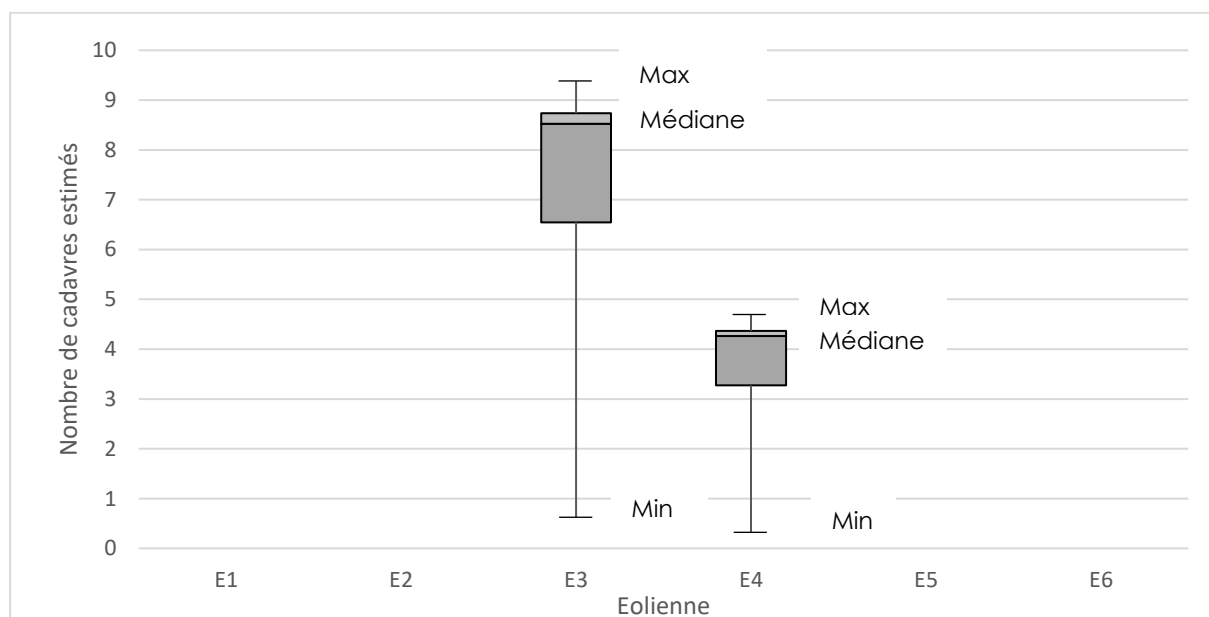
	W	E	J	H	Moyenne oiseaux	Médiane oiseaux	Moyenne chauve- souris	Médiane chauve- souris
Éolienne 1	2,34	0,16	1,22	2,13	-	-	1,90	2,13
Éolienne 2	0	0	0	0	0	-	0	-
Éolienne 3	9,38	0,62	8,52	8,52	8,81	8,52	0	-
Éolienne 4	4,69	0,31	4,26	4,26	4,40	4,26	0	-
Éolienne 5	0	0	0	0	0	-	0	-
Éolienne 6	0	0	0	0	0	-	0	-

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

D'après les formules corrigées, l'éolienne la plus impactante en 2020 pour l'avifaune (E3), a généré une moyenne de 8,81 c/7 mois (médiane de 8,52 c / 7 mois), soit 15,10 c / an en moyenne (médiane de 14,60) selon Marc, 2017 (LPO).

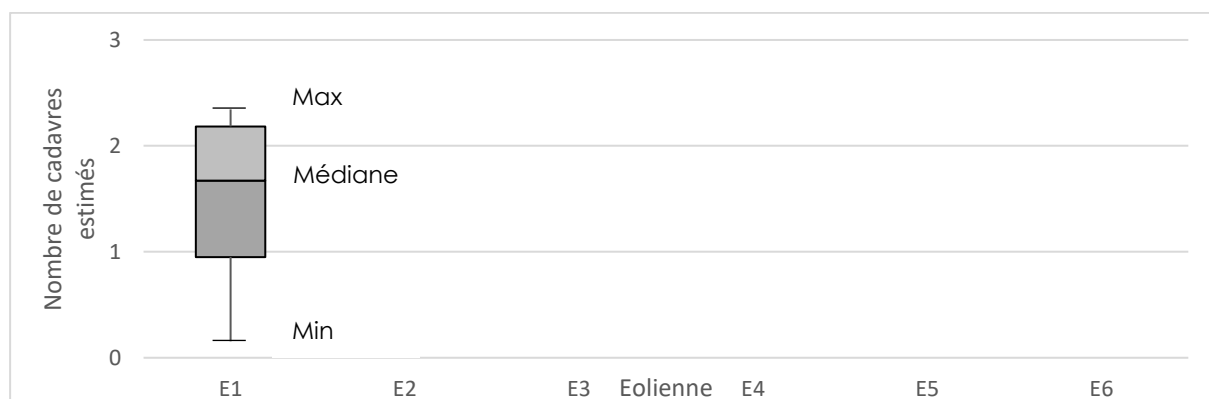
De la même manière, la seconde éolienne ayant un impact sur l'avifaune (E4) a engendré 4,40 c / 7 mois (médiane de 4,26), soit 7,54 c / an (médiane de 7,30).

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



L'éolienne ayant eu un impact sur les chauves-souris en 2020 (E1), a généré une moyenne corrigée de 1,90 c / an et de 1,67 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 3, 4 et dans une moindre mesure 1 qui sont les plus impactantes.

Troisième partie

SYNTHÈSE

3.1 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX

Au total, 6 oiseaux de 3 espèces différentes ont été impactés entre avril et novembre 2020. La période la plus impactante semble être le mois d'avril, avec 3 cadavres pour 3 espèces différentes. Viennent ensuite les mois de juillet et septembre (respectivement 1 cadavre dans le mois).

Les cadavres d'oiseaux ont été trouvés aux pieds des éoliennes E3 et E4, E3 étant la plus impactante en 2020 (4 cadavres). En isolant les résultats concernant l'éolienne E5, il est possible d'établir une corrélation entre l'occupation du sol et le nombre de cadavres, car les éoliennes E3 et E4, proches des zones boisées, sont celles générant le plus de mortalité. L'éolienne E5 se trouve également assez proche des boisements, sans pour autant qu'il y ait eu d'observation de cadavre. Les éoliennes en contexte de milieux ouverts (E2 et E6), n'ont généré aucune mortalité.

Les calculs de la mortalité annuelle estimée (moyenne et médiane des 4 formules appliquées), indiquent une mortalité moyenne estimée de 2,9 cadavres par éolienne et par an (3,6 pour la médiane) pour le parc de Guéhenno. Une étude réalisée par la LPO en 2016 (LPO, 2016- Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015) qui fait référence en la matière, met en évidence une mortalité réelle estimée entre 0,3 et 7,6 oiseaux impactés par éolienne et par an, avec une moyenne de 4,2 oiseaux par éolienne et par an (3,6 pour la médiane). Le parc de Guéhenno se trouverait donc globalement en dessous de cette moyenne estimative.

L'oiseau le plus impacté est la buse variable, avec 50 % des cadavres relevés (3 cadavres sur la période).

3.2 SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS

- **Mortalité**

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

Le cadavre de chauve-souris a été trouvé au pied de l'éolienne E1. Une corrélation est souvent observée entre la mortalité de chauves-souris et le contexte environnant, notamment la proximité des haies. L'éolienne E1 se trouve effectivement assez proche d'une haie et d'une lisière boisée (moins de 100 m), mais pas d'avantage que les autres éoliennes du parc.

Les calculs de la mortalité annuelle estimée (moyenne et médiane des 4 formules appliquées), indiquent une mortalité moyenne estimée de 0,36 cadavres par éolienne et par an (0,36 pour la médiane) pour le parc de Guéhenno. Nous manquons de référentiel concernant l'impact moyen des parcs français sur les chauves-souris pour pouvoir évaluer l'ampleur de l'impact du parc de Guéhenno sur les chauves-souris. Cependant le nombre de mortalités constatées reste conforme à ce que l'on observe sur d'autres parcs que nous avons suivis en Bretagne (13 parcs suivis depuis 2014).

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

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

- l'espèce la plus impactée (pipistrelle commune) est également l'espèce la plus contactée en altitude (72 % des contacts) ;
- la seule mortalité observée est corrélée avec le pic d'activité enregistré en altitude (septembre) ;
- le faible taux de mortalité estimé (0,36 cadavres par éolienne et par an) peut être rattaché à l'effet positif du bridage mis en place, en particulier lors des 4 premières heures après le coucher du soleil, entre juin et octobre. Sur les autres mois, le bridage semble présenter moins d'intérêt, notamment en fin de nuit (très peu de contacts en altitude) ;
- l'importance relative de l'activité en altitude (776 contacts en 6 mois, soit environ 5 contacts par nuit en moyenne) peut être reliée au contexte environnant, composé essentiellement d'une mosaïque de milieux ouverts et fermés, propices à l'activité de chasse des chauves-souris.

3.3 RECOMMANDATIONS

Les résultats obtenus mettent en évidence que l'activité du parc éolien de Guéhenno engendre un impact globalement inférieur aux moyennes observées sur d'autres parcs en France, que ce soit pour les oiseaux (estimation moyenne de 2,90 cadavres par éolienne et par an) que pour les chauves-souris (estimation moyenne de 0,36 cadavres par éolienne et par an).

Le parc est surtout impactant pour la buse variable qui constitue la principale espèce concernée par l'activité du parc. Cependant, il n'existe, à l'heure actuelle, aucune mesure complémentaire réellement efficace pouvant permettre de réduire cet impact, d'autant plus que le parc est déjà sujet à un bridage.

Concernant les chauves-souris, le parc est soumis à un bridage nocturne des éoliennes entre avril et octobre. Malgré le constat d'un taux assez élevé d'activité des chauves-souris en altitude, notamment en juillet et septembre, un seul cas de mortalité de pipistrelle commune a été constaté au mois de septembre, ce qui confirme l'efficacité du bridage mis en place.

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 juillet et en septembre où l'activité se poursuit sur l'ensemble de la nuit, avec cependant une activité moindre qu'en début de nuit,
- l'activité est élevée aux mois de juillet et de septembre, et plus modérée aux mois de juin, août et octobre,
- l'activité est très faible en mai et nulle en novembre.

Ainsi, le bridage apparaît pertinent sur les 4 premières heures de la nuit, notamment de juin à octobre, mais de moindre importance aux heures précédant le lever du soleil, sauf pour les mois de juillet et de septembre où l'activité est d'avantage répartie sur l'ensemble de la nuit.

Sur la base de ces éléments, une réflexion pourrait être envisagée, en partenariat avec les services instructeurs, pour adapter les périodes de bridage.

Conformément à l'arrêté d'autorisation du parc, le suivi sera renouvelé en 2021 et 2022. Les suivis futurs seront comparés avec les résultats obtenus en 2020 pour valider ou non ce constat.

ANNEXES

• Annexe 1 : Screenshot du SCADA – Exemple logbook E1, septembre 2020

Turbine Log								
Farm	Guehenno							
Power Plant	E1-SEN100418							
Term	01.09.2020 - 28.09.2020							
Type	Date	Code	Description	Wind [m/s]	Power [kW]	Loss of Production [kWh]	Comment	Duration
Default entry	28.09.2020 19:32:42	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,74	108,00	217,00	Bats protection management.	2:22:25
Default entry	28.09.2020 17:55:06	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,33	112,00	272,00	Bats protection management.	1:14:37
Default entry	28.09.2020 05:44:43	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,49	184,00	10,00	Bats protection management.	0:21:50
Default entry	27.09.2020 19:13:11	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,41	132,00	941,00	Bats protection management.	1:33:52
Default entry	27.09.2020 18:21:04	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,96	43,00	228,00	Bats protection management.	0:28:08
Default entry	26.09.2020 02:03:44	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	4,80	101,00	1464,00	Bats protection management.	2:44:19
Default entry	24.09.2020 05:57:41	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,76	363,00	10,00	Bats protection management.	0:03:16
Default entry	23.09.2020 04:09:44	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,96	454,00	92,00	Bats protection management.	0:11:58
Default entry	23.09.2020 02:07:11	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,77	333,00	157,00	Bats protection management.	0:30:11
Default entry	22.09.2020 21:32:22	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,57	112,00	61,00	Bats protection management.	0:35:24
Default entry	22.09.2020 20:46:54	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,81	275,00	161,00	Bats protection management.	0:32:38
Default entry	22.09.2020 19:50:53	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	6,04	28,00	49,00	Bats protection management.	0:11:41
Default entry	22.09.2020 18:07:45	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,93	311,00	236,00	Bats protection management.	0:42:45
Default entry	21.09.2020 01:56:45	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	3,13	17,00	7,00	Bats protection management.	4:00:01
Default entry	20.09.2020 18:11:59	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	4,08	12,00	56,00	Bats protection management.	4:00:01
Default entry	20.09.2020 01:55:21	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	4,29	56,00	186,00	Bats protection management.	4:00:01
Default entry	19.09.2020 18:14:07	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	3,44	14,00	280,00	Bats protection management.	4:00:01
Default entry	19.09.2020 03:36:55	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,90	309,00	419,00	Bats protection management.	2:17:04
Default entry	19.09.2020 01:53:58	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,24	119,00	232,00	Bats protection management.	1:07:14
Default entry	18.09.2020 18:16:14	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	6,00	203,00	287,00	Bats protection management.	4:00:01
Default entry	17.09.2020 04:22:55	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,37	139,00	1604,00	Bats protection management.	1:28:18
Default entry	17.09.2020 03:47:23	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,90	347,00	110,00	Bats protection management.	0:07:26
Default entry	16.09.2020 20:21:29	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,92	60,00	150,00	Bats protection management.	0:19:52
Default entry	16.09.2020 02:51:16	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,94	46,00	329,00	Bats protection management.	2:23:56
Default entry	15.09.2020 19:12:59	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,46	87,00	321,00	Bats protection management.	3:09:39
Default entry	15.09.2020 18:22:37	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	4,15	41,00	0,00	Bats protection management.	0:26:02
Default entry	15.09.2020 03:38:13	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,12	288,00	117,00	Bats protection management.	1:34:58
Default entry	15.09.2020 01:48:26	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	5,77	284,00	232,00	Bats protection management.	1:30:15
Default entry	14.09.2020 18:24:45	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	3,25	7,00	24,00	Bats protection management.	4:00:01
Default entry	13.09.2020 18:26:52	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	2,41	-1,00	183,00	Bats protection management.	2:44:27
Default entry	13.09.2020 05:38:38	ST - 229 - 1	[ON] Bat protection active	6,01	374,00	49,00	Bats protection management.	0:07:03

• Annexe 2 : Paramétrage des éoliennes pour le bridage – BatModule, SGRE

Bat protection

Bat protection active

☒

Start date bat

01/04 00:00

End date bat

01/11 00:00

Time before sunrise

240 minutes

Time after sunrise

0 minutes

Time before sunset

0 minutes

Time after sunset

240 minutes

Max. wind bat activity

6.0 m/s

Hyst. wind bat activity

0.5 m/s


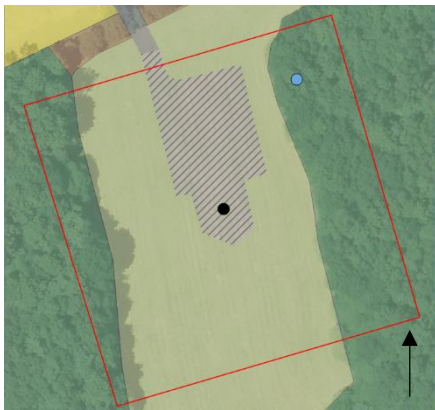
Min. temp. bat activity


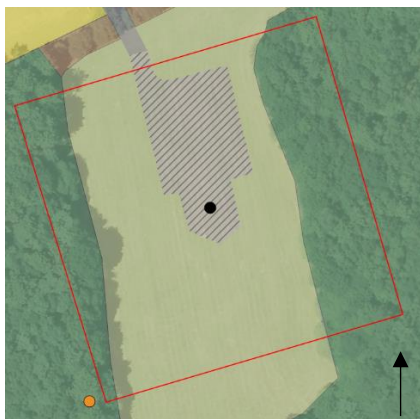
6.0 °C



Hyst. temp. bat activity



0.5 °C


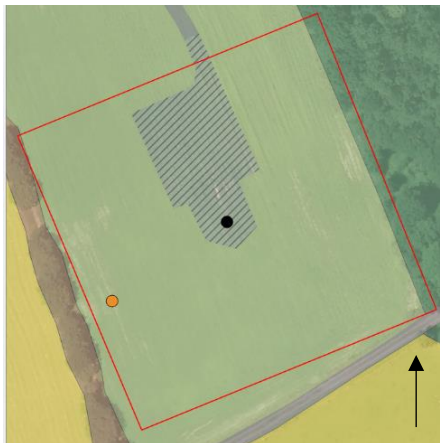
• **Annexe 3 : Fiches de suivi de mortalité**


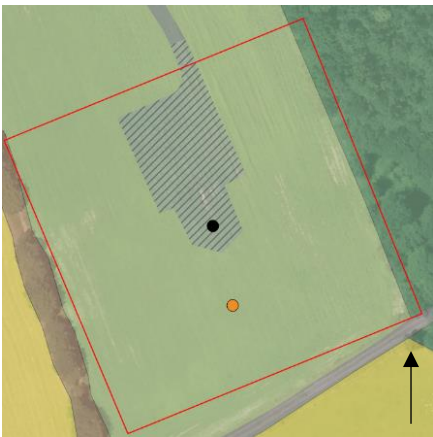
FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ					
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale
23-04-2020	E3	45 mètres	X L93 : 277042.55 Y L93 : 6770858.06	Sissilia de Parscau	Boisement
Espèce		État		Cause présumée	
Laridé sp.		Fragment (plumée)		Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)	
Photographie			Carte		
					



FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ					
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale
23-04-2020	E3	72 mètres	X L93 : 276980.2 Y L93 : 6770754.59	Sissilia de Parscau	Boisement
Espèce		État		Cause présumée	
Buse variable		Fragment (plumes et fragments de cadavre), stade inconnu		Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)	
Photographie			Carte		
					

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ					
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale
23-04-2020	E3	40 mètres	X L93 : 277053.98 Y L93 : 6770794.07	Sissilia de Parscau	Boisement
Espèce		État		Cause présumée	
Pigeon ramier		Fragment (plumes)		Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)	
Photographie			Carte		
					

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ					
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale
20/05/2020	E3	55 mètres	X L93 : 276967,02 Y L93 : 6770794,67	Sissilia de Parscau	Boisement
Espèce		État		Cause présumée	
Pigeon ramier		Fragment (plumes)		Collision puis prédation au sol ou simple prédation (potentiellement non liée aux éoliennes)	
Photographie			Carte		
					

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ					
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale
31/07/2020	E4	43 mètres	X L93 : 277290.65 Y L93 : 6771017.75	Margot Février	Prairie améliorée
Espèce		État		Cause présumée	
Buse variable		Cadavre frais		Collision probable	
Photographie			Carte		
					

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ					
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale
10/09/2020	E4	21 mètres	X L93 : 277332.96 Y L93 : 6771017.51	Anne Gadby	Prairie améliorée
Espèce		État		Cause présumée	
Buse variable		Cadavre frais		Collision probable	
Photographie			Carte		
					

FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ					
Parc éolien de Bignan, Buléon et Guéhenno (56)					
Date	Numéro d'éolienne	Distance avec le mât	Localisation	Nom du prospecteur	Couverture végétale
16/09/2020	E1	29 mètres	X L93 : 276170,18 Y L93 : 6770549,85	Sissilia de Parscau	Plate-forme
Espèce		État		Cause présumée	
Pipistrelle commune		Cadavre frais		Barotraumatisme	
Photographie			Carte		
					

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

Guéhenno

Date	Opérateur	Météo			Heure début	Colonne N° 1															Colonne N° 2										Colonne N° 3									
		Temps	T°C	Vent		Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib					
23/4/2020	Sdp	Couvert	8	Nul	8h26	Prairies	500	3,5	Labours	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5					Labours	900	5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3,5	foret	300	
15/5/2020	HD	Variable	18	Nul	8h15	Prairies	500	3,5	Labours	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5					Labours	900	5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3,5	foret	300	
18/5/2020	HD	Ensoleillé	20	Nul	8h30	Prairies	500	3,5	Labours	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5					Labours	900	5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3,5	foret	300	
20/5/2020	Sdp	Ensoleillé	10	Moyen	7h44	Prairies	500	3,5	Labours	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5					Labours	900	5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3,5	foret	300	
15/6/2020	Ag	Pluvieux	15	Faible	8h30	Prairies	600	4	Mais	300	3				foret	0	0	plate-forme	100	5					Mais	900	3	plate-forme	100	5					Prairies	800	3	foret	300	
18/6/2020	ALP	Couvert	13	Nul	8h05	Prairies	400	3	Mais	300	4				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	5	Mais	900	4	plate-forme	100	5					Prairies	600	2	foret	300
19/6/2020	Sdp	Pluvieux	13	Nul	07h15	Prairies	400	2,5	Mais	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	5	Mais	900	5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3	foret	300
24/6/2020	MF	Ensoleillé	14	Faible	8h30	Prairies	400	2,5	Mais	300	0,5				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	900	0,5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3	foret	300
27/7/2020	MF	Ensoleillé	15	Fort	8h30	Prairies	400	2,5	Mais	300	0,5				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	900	0,5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3	foret	300
29/7/2020	MF	Ensoleillé	17	Faible	8h30	Prairies	400	2,5	Mais	300	0,5				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	900	0,5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3	foret	300
31/7/2020	MF	Ensoleillé	18	Moyen	8h30	Prairies	400	2,5	Mais	300	0,5				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	900	0,5	plate-forme	100	5					Prairies	600	3	foret	300
25/8/2020	Ag	Variable	17	Fort	8h40	Prairies	400	3	Mais	100	0,5	Mais	200	0	foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	400	0,5	plate-forme	100	5	Mais	500	0	Prairies	800	3	foret	300	
27/8/2020	Ag	Ensoleillé	17	Faible	8h30	Prairies	400	3	Mais	150	0,5	Mais	150	0	foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	400	0,5	plate-forme	100	5	Mais	500	0	Prairies	800	3	foret	300	
31/8/2020	Ag	Ensoleillé	10	Faible	8h30	Prairies	400	3	Mais	200	0,5	Mais	100	0	foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	600	0,5	plate-forme	100	5	Mais	300	0	Prairies	600	3	foret	300	
10/9/2020	Ag	Couvert	16	Faible	8h30	Prairies	200	3	Mais	200	0,5	Mais	100	1	foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	400	5	Mais	600	0,5	plate-forme	100	5	Mais	300	0	Prairies	600	3	foret	300	
14/9/2020	Sdp	Ensoleillé	15	Moyen	8h15	Prairies	400	3	Mais	100	2	Mais	100	0	foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	400	2	plate-forme	100	5	Mais	500	0	Prairies	600	4	foret	300	
16/9/2020	Sdp	Variable	16	Nul	8h30	Prairies	400	3	Mais	100	2	Mais	100	0	foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	400	2	plate-forme	100	5	Mais	500	0	Prairies	600	4	foret	300	
23/9/2020	HD	Variable	13	Faible	8h10	Prairies	400	3	Mais	100	2	Mais	100	0	foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Mais	400	2	plate-forme	100	5	Mais	500	0	Prairies	600	4	foret	300	
28/10/2020	JM	Ensoleillé	10	Moyen	8h30	Prairies	400	3	Mais	300	3				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	3	Mais	800	2	plate-forme	100	5	Labours	100	5	Prairies	800	4	foret	300	
28/10/2020	JM	Ensoleillé	10	Moyen	8h30	Prairies	400	3	Mais	300	3				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	3	Mais	800	2	plate-forme	100	5	Labours	100	5	Prairies	800	4	foret	300	
30/10/2020	JM	Ensoleillé	10	Moyen	8h30	Prairies	400	3	Mais	300	3				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	3	Mais	800	2	plate-forme	100	5	Labours	100	5	Prairies	800	4	foret	300	
20/11/2020	MF	Ensoleillé	7	Faible	8h45	Prairies	200	4	Labours	300	2				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	400	3,5	Labours	800	4	plate-forme	100	5	Labours	100	5	Prairies	600	4	foret	300	
18/12/2020	Sdp	Pluvieux	11	Fort	8h40	Prairies	400	3	Labours	300	5				foret	0	0	plate-forme	100	5			Prairies	200	4	Labours	800	5	plate-forme	100	5				Prairies	600	4,5	foret	300	

				Colonne N° 4												Colonne N° 5												Colonne N° 6												Mortalité	Remarque																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib			Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation	L prospect	I visib	Végétation

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

Date	Test n°	Leures déposés	Leures retrouvés	Coef. correcteur d
17/06/2019	1	22	15	0,68
28/08/2019	2	23	14	0,61
Total	2	45	29	-
Moyenne	-	22,5	14,5	0,65

• **Annexe 6 : Tests de persistance des cadavres (p)**

Test 1										
Date	15/06/20	16/06/20	18/06/20		19/06/20		22/06/20	24/06/20	26/06/20	29/06/20
Éolienne	Dépôt	obs	obs	p	obs	p	obs	obs	obs	obs
E1	4	3	3	0,75	3	0,75	2	2	2	2
E2	4	4	4	1	4	1	4	3	3	3
E3	4	4	4	1	4	1	4	0	0	0
E4	4	3	3	0,75	3	0,75	0	0	0	0
E5	4	4	4	1	4	1	3	3	3	3
E6	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4
Total	24	22	22	-	22	-	17	12	12	11
Moyenne	-	-	-	0,92	-	0,92	-	-	-	-
Intervalle totale (jrs)	0	1	3		4		7	9	11	14
Intervalle inter. (jrs)	0	1	2		3		3	2	2	3

Test 2									
Date	10/09/20	11/09/20	14/09/20		16/09/20		18/09/20	21/09/20	23/09/20
Éolienne	Dépôt	obs	obs	p	obs	p	obs	obs	obs
E1	4	4	3	0,75	3	0,75	3	3	3
E2	4	4	3	0,75	2	0,5	0	0	0
E3	4	4	2	0,5	2	0,5	2	2	2
E4	4	4	4	1	4	1	3	3	3
E5	4	3	2	0,5	2	0,5	2	2	2
E6	4	4	4	1	4	1	4	4	4
Total			18	-	17	-	14	14	14
Moyenne	-	-	-	0,75	-	0,71	-	-	-
Intervalle totale (jrs)	0	1	4		6		8	11	13
Intervalle inter. (jrs)	0	1	3		2		2	3	2

Légende :

Obs = Effectifs retrouvés ;

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

Intervalle intermédiaire = intervalle entre deux jours d'observations.

• **Annexe 7 : Correcteur surfacique (A)**

Sr																						
Date	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20	23/4/20
E1	7 500	7 500	7 500	7 600	7 800	8 000	4 900	4 900	4 900	5 100	5 150	5 200	6 600	5 400	5 800	5 400	5 400	5 400	6 400	6 400	6 400	6 600
E2	1 000	10 000	10 000	6 400	8 200	10 000	1 900	1 900	1 900	1 400	1 400	1 600	1 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	5 200	5 200	5 200	8 400
E3	7 300	7 300	7 300	4 900	3 700	7 000	5 200	5 200	5 200	5 200	5 200	5 200	5 200	8 200	8 200	8 200	8 200	8 200	7 600	7 600	7 600	7 600
E4	4 000	4 000	4 000	6 400	6 400	8 200	6 400	6 400	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	8 200	8 200	8 200	8 200	8 200	8 200	8 200	8 200	8 200
E5	7 400	7 400	7 400	6 200	4 600	8 200	6 200	9 400	9 400	7 400	9 400	9 400	8 400	8 200	8 200	8 200	8 200	8 200	6 400	6 400	6 400	8 000
E6	1 900	1 000	1 000	10 000	10 000	10 000	6 400	6 400	6 400	8 200	8 200	8 200	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	8 200
Total réel	38 100	74 400	74 400	83 000	81 400	10 2800	62 000	68 400	75 600	74 600	78 700	79 200	83 600	85 200	86 000	85 200	85 200	85 200	87 600	87 600	87 600	94 000
Total théorique	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Moyenne	6 350	6 200	6 200	6 917	6 783	8 567	5 167	5 700	6 300	6 217	6 558	6 600	6 967	7 100	7 167	7 100	7 100	7 100	7 300	7 300	7 300	7 833
A	1,324																					

Légende :

Sr : Surface réellement prospectée

A : Correcteur surfacique

Annexe 8 : Écart type des valeurs estimées

	Oiseaux						Chiroptères					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Min	0,00	0,00	0,62	0,31	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Premier quartile	0,00	0,00	6,55	3,27	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Médiane	0,00	0,00	8,52	4,26	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Troisième quartile	0,00	0,00	8,74	4,37	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	0,00	0,00	9,38	4,69	0,00	0,00	2,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00