



Parc éolien de Bourbriac (22)

Suivi environnemental 2023

VI

TBM Environnement (agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE)
2 Rue de Suède - 56400 Auray

10/04/2024

INFORMATIONS & CONTACTS ●●●

Parc éolien « Bourbriac » (22) Suivi environnemental 2023

Étude réalisée pour : EDP Renewables

🏠 25 quai Panhard et Levassor
75013 PARIS

👤 **Diana Marcela MOSQUERA MUNOZ**
Spécialiste environnement
📞 +33 6 38 33 69 25
✉ diana.munoz@edp.com

Étude réalisée par : TBM Environnement (agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE)

🏠 2 Rue de Suède - 56400 Auray
☎ 02 97 56 27 76

Coordination Michaël ROCHE

Analyses mortalité (dont terrain) Yves DAVID, Quentin LE BAYON, Valentin GUIHO, Guillaume LE GUEN, Jean COURTIN, Julie PAVIE, Michaël ROCHE

Analyses nacelle Alice DESDEVANT, Julie PAVIE

Analyses ornithologiques Guillaume LE GUEN, Yves DAVID, Jean COURTIN

SIG et cartographie Loan FERREIRA, Anne LE BELLOUR

Rédaction Guillaume LE GUEN, Julie PAVIE

Contrôle qualité Sylvain CHAUVAUD
Directeur technique de l'agence Ouest d'Écosphère

CONTEXTE ●●●

La SAS « Parc éolien de Bourbriac », représentée par EDP Renewables, exploite les 5 éoliennes du parc éolien de Bourbriac depuis 2009. Elle a sollicité la société Écosphère - Agence Ouest (TBM environnement) pour réaliser son suivi environnemental, composé d'un suivi de la mortalité, d'un suivi chiroptérologique en hauteur et d'un suivi comportemental de l'avifaune.

Cette mission s'intègre dans le cadre de la mise en œuvre du suivi environnemental prévu par l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, et des mesures éventuellement spécifiées dans les arrêtés préfectoraux de permis de construire et les études d'impact.

La prestation a été contractualisée entre la société d'exploitation et TBM environnement en mars 2023.

Mission de TBM environnement :

Le bureau d'études TBM environnement (agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE) a réalisé en 2023, conformément au protocole national de suivi des parcs éoliens terrestres (révision 2018), les suivis environnementaux suivants :

- Suivi de la mortalité des chiroptères et des oiseaux de mi-mai à fin octobre 2023 ;
- Suivi acoustique de l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle E2 du 07/04/2023 au 30/11/2023 ;
- Suivi comportemental de l'avifaune de début avril 2023 à fin janvier 2024.

TBM devra ensuite évaluer l'impacts éolien sur les populations (par collision ou barotraumatisme), et proposer le cas échéant des mesures de réduction proportionnées.

Citation recommandée :

TBM, 2024. Suivi environnemental du parc de Bourbriac en 2023. EDPR, TBM environnement, agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE, 59 p.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, hors du cadre des besoins de la présente étude, et faite sans le consentement de l'entreprise auteur est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L.122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal.

Référence interne étude : « Bourbriac ».

SOMMAIRE

INFORMATIONS & CONTACTS..... 2

CONTEXTE..... 2

SOMMAIRE 3

RESUME OPERATIONNEL 4

1. INTRODUCTION 6

1.1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D’UN SUIVI ENVIRONNEMENTAL 6

1.2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN 7

2. METHODOLOGIE..... 9

2.1. SUIVI DE L’ACTIVITE ORNITHOLOGIQUE 9

2.2. SUIVI DE L’ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN ALTITUDE 12

2.3. SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX 14

3. RESULTAT DU SUIVI ORNITHOLOGIQUE 18

3.1. COMPORTEMENT DES ESPECES NICHEUSES..... 18

3.2. COMPORTEMENT DES ESPECES MIGRATRICES 21

3.3. COMPORTEMENT DES ESPECES HIVERNANTES..... 21

3.4. ELEMENTS DE COMPARAISON AVEC L’EIE / ICPE ET CONCLUSION 22

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE 23

4.1. VALIDITE DU MATERIEL UTILISEE 23

4.2. DESCRIPTION DE L’ACTIVITE ENREGISTREE..... 23

4.3. RELATION DE L’ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS AVEC LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES 25

4.4. SYNTHESE DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE 27

5. RESULTATS DU SUIVI DE MORTALITE..... 28

5.1. RESULTATS BRUTS 28

5.2. RESULTATS DE LA MORTALITE ESTIMEE..... 31

5.3. CONCLUSION DU SUIVI DE MORTALITE 33

6. MISE EN RELATION ENTRE L’ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS EN ALTITUDE ET LES CAS DE MORTALITE
35

7. EVALUATION DES IMPACTS 36

7.1. EFFETS CUMULES..... 36

7.2. OISEAUX..... 36

7.3. CHAUVES-SOURIS 37

7.4. CONCLUSION SUR LES IMPACTS DU PARC 39

8. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION ET SUIVIS 40

8.1. PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FREQUENTANT LE PARC PAR UN BRIDAGE NOCTURNE DIFFERENCIE..... 40

8.2. CONTROLE DE L’ECLAIRAGE NOCTURNE 42

8.3. GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES..... 42

8.4. RENOUELEMENT DU SUIVI 42

9. CONCLUSION OPERATIONNELLE 43

10. BIBLIOGRAPHIE 44

ANNEXE 1 : ARRETE PREFECTORAL D’AUTORISATION D’EXPLOITER 45

ANNEXE 2 : METHODOLOGIE D’EVALUATION DES ENJEUX..... 46

ANNEXE 3 : METHODOLOGIE D’EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES OISEAUX ET DES CHIROPTERES AUX
IENNES..... 47

ANNEXE 4 : METHODOLOGIE D’EVALUATION DES IMPACTS..... 49

ANNEXE 5 : CONDITIONS D’OBSERVATION DES PROSPECTIONS AVIFAUNISTIQUES 51

ANNEXE 6 : DIAGRAMME DE CALIBRATION DU BATMODE..... 52

ANNEXE 7 : LISTE DES ESPECES D’OISEAUX ET STATUTS 53

ANNEXE 8 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES 55

ANNEXE 9 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI 57

ANNEXE 10 : SYNTHESE DES CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE 58

ANNEXE 11 : PARAMETRES SERVANT A L’ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE AVEC GENEST 59

ANNEXE 12 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR DE GENEST 60



RESUME OPERATIONNEL

Ce résumé présente les éléments essentiels à retenir, exposés de manière synthétique. Il se veut pédagogique mais certains sujets restent très techniques. Le détail des descriptions et des analyses permettant de comprendre précisément les enjeux écologiques se trouve dans le corps du texte.

❖ Présentation du parc éolien et contexte du suivi

Le parc éolien concerné par les présents suivis est localisé en Bretagne, à l'ouest du département des Côtes d'Armor. Situé sur la commune de Bourbriac, au sud-ouest de la ville de Guingamp, il est composé de 5 aérogénérateurs Vestas V90/2000 exploitées depuis 2009 par la société EDP Renewables.

Le contexte éco-paysager de ce parc situé en Argoat à l'est des Monts d'Arrée entre Guingamp et Carhaix est marqué par la présence de paysages de polycultures avec couvert herbacé permanent (pâtures, prairies) et cultures annuelles (parcelles agricoles : blé, maïs...), parsemés de linéaires de haies arborées et arbustives.

Ce suivi environnemental est le premier.

❖ Méthodes de travail

Suivi à hauteur de nacelle

Un Batmode, équipé d'un micro, a été installé dans la nacelle de l'éolienne E2 du parc de Bourbriac. Il a fonctionné du **7 avril au 30 novembre 2023, avec plusieurs arrêts monitoring.**

Mortalité

Sur les 5 éoliennes du parc, seules **4 ont été suivies** à chaque passage, l'éolienne E3 étant hors service sur toute la durée du suivi. Un total de **24 passages a été réalisé entre le 16 mai et le 25 octobre 2023** (semaines 20 à 43), avec un **intervalle moyen** entre les passages **de 7 jours**.

❖ Résultats du suivi acoustique à hauteur de nacelle

Le site de Bourbriac présente en 2023 une **activité** en altitude significative **forte durant les périodes d'estivage et de transit automnal 1, assez forte durant le transit automnal 2**. Parmi les espèces les plus contactées, la Pipistrelle commune est considérée comme très sensible au risque de collision lié à l'éolien. La Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Kuhl ont elles aussi une sensibilité forte au risque éolien.

Le suivi acoustique en nacelle démontre que sur l'année 2023, au moins 95 % de l'activité chiroptérologique est enregistrée pour des vents inférieures à 4,5 m/s et pour des températures supérieures à 15°C.

❖ Résultats du suivi de la mortalité

Résultats bruts

Sur le **parc de Bourbriac**, 4 cadavres ont été découverts, **uniquement des chauves-souris** :

- **4 chiroptères appartenant à 2 espèces** : 3 Pipistrelles communes [locales] et 1 Sérotine commune [locale].

Un pic de mortalité apparaît pour les chauves-souris entre juin et la fin septembre.

Estimations de la mortalité

Les différentes variables (persistance des cadavres, efficacité de l'observateur et surface prospectée) permettent une estimation plus robuste de la mortalité en première période mais présentent un biais pour la seconde période lié à une moindre efficacité de l'observateur et à des surfaces prospectées plus réduites.

Les résultats bruts de mortalité ont été corrigés à partir de l'application « **GenEst** », développée par Huso & Dalthorp (USGS). Les résultats obtenus avec cette méthode permettent un ajustement fin aux conditions réelles de suivi. Ainsi, l'estimation de la mortalité réelle aboutit à des valeurs médianes de la mortalité pour les 4 éoliennes suivies de **77,4 cadavres de chauves-souris [IC 80 % : 20,7 - 159,1]** sur la période étudiée. L'estimation de la mortalité des oiseaux n'a pas pu être calculé du fait qu'aucun cadavre n'a été découvert lors du suivi.

❖ Evaluation des impacts par collision

En conclusion, un niveau d'impact **pour chacune des espèces impactées/recensées constaté par le suivi de la mortalité de 2023** sur le parc de Bourbriac a été défini à partir du croisement entre l'intensité de l'impact et l'enjeu de conservation des espèces.

Le niveau d'impact et le risque de collision associé pour chaque espèce sont :

- Pour les oiseaux : négligeables pour toutes les espèces ;
- Pour les chiroptères : moyen pour la Noctule de Leisler, faible pour la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Sérotine commune et négligeable pour la Pipistrelle de Kuhl.

Le niveau d'impact et le risque de collision associé pour chaque période sont :

- Moyens pour les périodes de transit automnal 1 et 2 (hors mois de novembre) ;
- Moyens pour la période d'estivage ;
- Négligeables pour le transit printanier ;
- Non évalué pour l'hibernation.

❖ Mesures de réduction des risques de collision et de suivi

Bridage nocturne

L'impact du parc sur les populations de chauves-souris est jugé significatif bien que modéré. Il est donc nécessaire de mettre en place un bridage afin de protéger au moins 95 % de l'activité

chiroptérologique, soit, pour l'ensemble des éoliennes qui composent le parc, adopter un bridage comme suit :

- Du 16 mai et 31 septembre, pour des vitesses de vents inférieures à 4,5 m/s, des températures supérieures à 10°C et sur toute la nuit ;
- Du 1^{er} octobre au 31 octobre, pour des vitesses de vents inférieures à 4 m/s, des températures supérieures à 10°C et sur toute la nuit.

Suivi de l'efficacité des mesures

Un nouveau suivi de mortalité et en nacelle n'apparaît pas nécessaire à renouveler dans les 12 mois au vu de l'impact modéré et des espèces concernées.





1. INTRODUCTION

1.1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D'UN SUIVI ENVIRONNEMENTAL

1.1.1. CADRE REGLEMENTAIRE

L'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 10 décembre 2021, précise dans son article 12 pour une installation classée ICPE :

« 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. Sauf cas particulier et faisant l'objet d'un accord du préfet, ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. [...] Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation. »

Ce suivi doit également être conforme aux dispositions applicables aux ICPE relatives à l'étude d'impact. Ainsi, l'article R122-14 du code de l'environnement prévoit que :

« - La décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution du projet mentionne :

1° Les mesures à la charge du pétitionnaire ou du maître d'ouvrage, destinées à éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine, réduire les effets n'ayant pu être évités et, lorsque cela est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits ;

2° Les modalités du suivi des effets du projet sur l'environnement ou la santé humaine ;

3° Les modalités du suivi de la réalisation des mesures prévues au 1° ainsi que du suivi de leurs effets sur l'environnement, qui font l'objet d'un ou plusieurs bilans réalisés selon un calendrier que l'autorité compétente pour autoriser ou approuver détermine. Ce ou ces bilans sont transmis pour information par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution à l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement. »

L'arrêté du 22/06/2020, modifiant l'arrêté du 26/08/2011, apporte des précisions quant aux exigences sur les délais de rendu des suivis environnementaux et les modalités de téléversement légales des données brutes collectées. **Il stipule également que ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si un impact significatif est mis en évidence et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives.** Au minimum, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation, à compter de la date de mise en service du parc.

1.1.2. DEFINITION DU PROTOCOLE NATIONAL

En novembre 2015, l'État a publié un protocole standardisé permettant de réaliser les suivis environnementaux. Il guide également la définition des modalités du suivi des effets du projet sur l'avifaune et les chiroptères prévu par l'article R122-14 du code de l'environnement.

Entre 2016 et 2017, ce protocole national s'est avéré inadapté à l'usage et généralisait des mesures qui n'avaient en fait de sens que pour certains parcs. Des travaux associant les administrations, les professionnels de l'éolien (FEE & SER), les associations de protection de la biodiversité (LPO & SFEPM) et le Muséum National d'Histoire Naturelle ont permis alors d'aboutir à un nouveau consensus. Sur cette base, une décision ministérielle a été publiée le 5 avril 2018¹ avec un nouveau protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres.

Ce protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres révisé en 2018 préconise **un suivi de mortalité constitué au minimum de 20 passages (entre les semaines 20 à 43)**. Le suivi pourra être renforcé sur cette même période (augmentation de la fréquence des passages) ou élargi à d'autres périodes de l'année selon les conclusions de l'étude d'impact, les prescriptions potentielles des arrêtés préfectoraux ou si les premiers résultats des suivis de mortalité indiquent des niveaux de mortalité significatifs.

Aussi, **un suivi d'activité en hauteur des chiroptères sera couplé au suivi de mortalité à minima des semaines 31 à 43**, et qui pourra également être élargi en fonction des enjeux, des risques d'impact identifiés et de la présence ou non d'un suivi en hauteur dans l'étude d'impact.

Le tableau suivant synthétise les périodes de suivi préconisées selon les caractéristiques du parc éolien.

Tableau 1 : Période sur laquelle doit être effectué le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur en fonction des enjeux (tiré du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Révision 2018)

Semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères spécifiques *	Dans tous les cas *		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères *
Suivi d'activité en hauteur des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

* Le suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères est mutualisé. Ainsi, tout suivi de mortalité devra conduire à rechercher à la fois les oiseaux et les chiroptères (y compris par exemple en cas de suivi étendu motivé par des enjeux avifaunistiques).

1 Décision du 5 avril 2018, NOR : TREP1807992S

1.2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN

1.2.1. LOCALISATION

Mis en service en 2009, le parc éolien de Bourbriac est exploité par EDP Renewables sur la commune de Bourbriac dans le département des Côtes d’Armor (22). Les 5 éoliennes sont en quinconce, avec un alignement des éoliennes E1, E2 et E3 dans un axe Nord/Sud et un alignement de E4 et E5 en parallèle toujours dans le même axe (cf. Carte 1 : Présentation du parc éolien et des suivisp.8). Les numéros des 5 éoliennes suivies sont issues des références inscrites sur chacune des machines (E1, E2, E3, E4 et E5).



Vue du parc éolien de Bourbriac (G. Le Guen, TBM environnement)

Les 5 éoliennes du parc de Bourbriac sont implantées au sein d’un contexte écologique diversifié, composé de prairies de fauche et diverses cultures céréalières (maïs, blé...). Le site présente un maillage bocager dense avec de nombreuses haies entre les parcelles agricoles.

1.2.2. CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES EOLIENNES

Les 5 éoliennes concernées présentent les caractéristiques techniques suivantes :

Tableau 2 : Caractéristiques des éoliennes du parc de Bourbriac

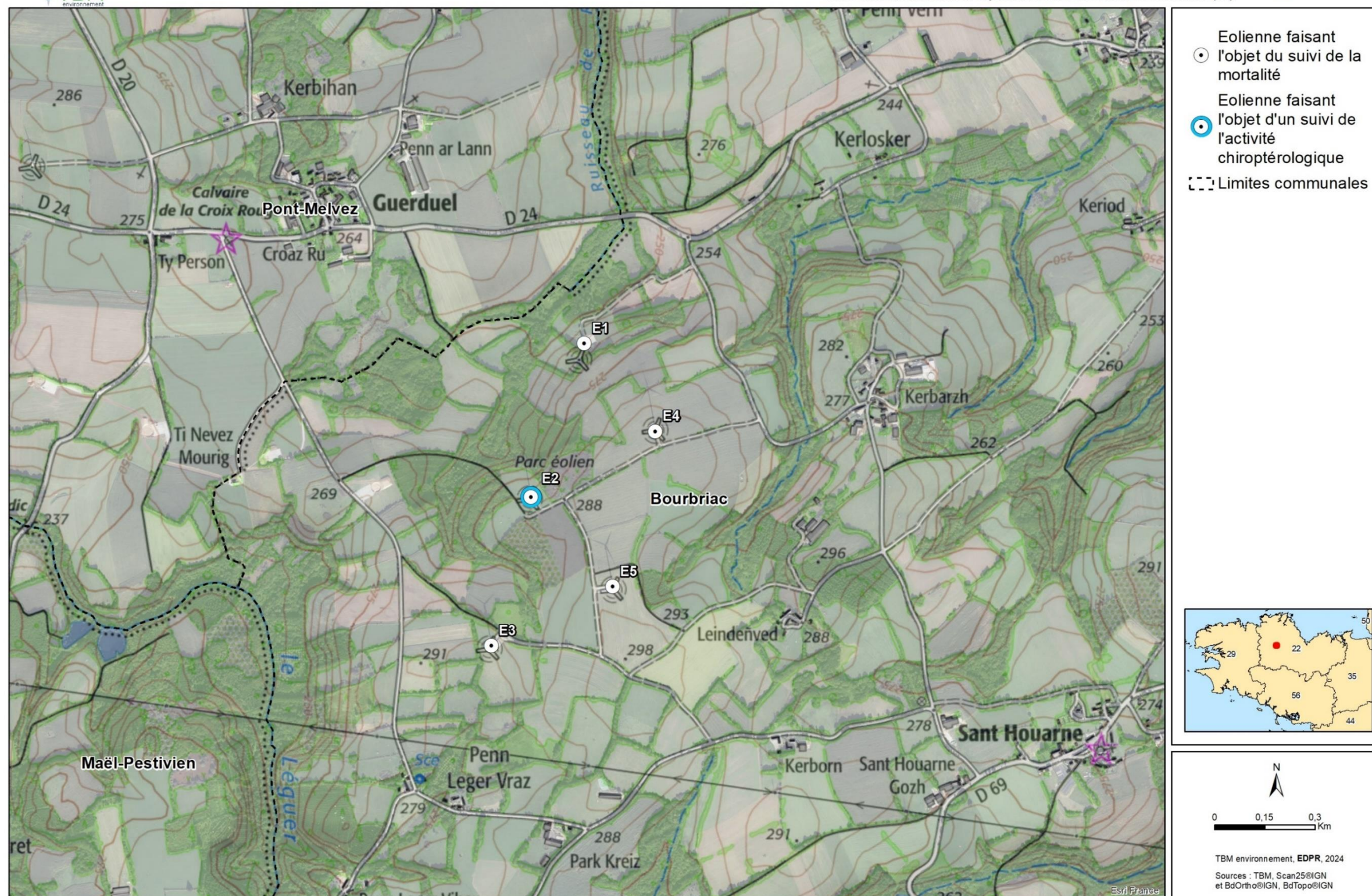
Modèle	Vestas V90/2000
Hauteur du moyeu	78 m
Diamètre du rotor	90 m
Garde au sol	35 m
Zone de balayage du rotor	6 362 m²
Puissance nominale	2 MW
Vitesse de connection (cut-in wind speed)	3 m/s
Vitesse max d'arrêt (10 min en moyenne)	25 m/s
Vitesse de rotation maximale	17,3 tours/minute
Vitesse de rotation minimale	8,2 tours/minute

1.2.3. SITUATION ECOLOGIQUE ANTERIEURE

L’étude d’impact a conduit à la prise d’un arrêté préfectoral d’autorisation d’exploiter (présenté en Annexe 1 : Arrêté préfectoral d’autorisation d’exploiter). Ci-dessous, est résumé le volet écologique de cette étude d’impact, mené en amont du projet. Il est à noter qu’aucun suivi de mortalité n’a été réalisé depuis la mise en service du parc et que celui-ci ne fait l’objet d’aucun plan de bridage.

Le volet écologique de l’étude d’impact environnementale a été réalisé en 2004 par l’association Bretagne Vivante. Le suivi, réalisé entre 2003 et 2004, a permis de relever des enjeux sur la faune jugés globalement faibles à l’exception de la période de reproduction pour les oiseaux où les enjeux étaient jugés moyens du fait de la présence de quatre espèces menacées en France (Caille des blés, Alouette des champs, Tarier pâtre, Bruant jaune) dans les alentours immédiats du site.

Les prospections ont permis de mettre en évidence des impacts globalement non-significatifs sur la faune hormis la présence de la Pipistrelle commune où l’impact était considéré comme moyen.



Carte 2 : Présentation du parc éolien et des suivis



2. METHODOLOGIE

Dans le cas du parc éolien de Bourbriac, le suivi ayant débuté en avril 2023, les préconisations du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (avril 2018) s'y appliquent. Par ailleurs, le présent suivi est conforme aux engagements de l'étude d'impact initiale du projet, à l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter n° 013.05.D.1032 du J07 07 2006.

Ainsi, les protocoles développés dans le cadre du présent suivi ont consisté en la réalisation d'un :

- Suivi comportemental de l'avifaune, à raison de 24 passages entre début avril 2023 et fin janvier 2024 ;
- Suivi de l'activité chiroptérologique en hauteur (nacelle de l'éolienne E2 équipée d'un dispositif de suivi en continu) de début avril à fin novembre 2023. L'étude d'impact réalisée en 2005 ne faisait pas état de la réalisation d'un suivi en altitude (pas d'obligation à l'époque), mais les relevés au sol ont montré la présence d'espèces sensibles (Sérotines, Pipistrelles...) ;
- Suivi de mortalité au pied des éoliennes, à raison de 24 passages répartis entre mi-mai et fin-octobre. Cette pression semble nécessaire au regard des premiers enjeux dans l'étude d'impact et de l'absence de suivi mortalité.

2.1. SUIVI DE L'ACTIVITE ORNITHOLOGIQUE

2.1.1. PROTOCOLE DE TERRAIN

Les inventaires ornithologiques précis ont été réalisés dans un rayon de 300 m autour du parc (aire d'étude immédiate = AEI). Au-delà, des prospections plus ponctuelles ont été réalisées dans un rayon de 2 km (aire d'étude rapprochée = AER) afin d'étudier les espèces présentes aux abords et susceptibles de fréquenter le parc. La Carte 2 : p.11 en fin de chapitre permet de visualiser ces zones.

Conformément à la volonté de EDP Renewables et de la DREAL Bretagne, un suivi comportemental de l'avifaune, sur la base de **24 passages** a été effectué permettant de couvrir les périodes suivantes :

- Période hivernale : 4 passages ;
- Période de migration prénuptiale : 4 passages ;
- Période de nidification : 8 passages ;
- Période de migration postnuptiale : 8 passages.

Les intensités d'échantillonnage sont établies en fonction de la vulnérabilité des espèces présentes et, le cas échéant, des niveaux d'impact résiduels évalués dans l'Etude d'Impact Ecologique.

Les prospections ont été menées en fonction de la biologie des espèces ciblées, avec une identification à vue, en utilisant des jumelles et une longue-vue, et à l'ouïe.

L'ensemble des relevés a été réalisé dans des conditions météorologiques globalement favorables à l'observation et à l'activité des oiseaux (cf. Annexe 5 : Conditions d'observation des prospections avifaunistiques). La représentativité des données est par conséquent jugée bonne pour répondre aux objectifs du suivi.

2.1.1.1. Période hivernale

Au cours des 4 passages hivernaux (06/12/2023, 28/12/2023, 09/01/2024 et 26/01/2024), les mouvements locaux et les stationnements ont été autant que possible précisés et caractérisés. L'ensemble des fonctionnalités locales apparentes a été renseigné (voies préférentielles de déplacement, sites de stationnements préférentiels, territoire de chasse privilégié, etc.).

2.1.1.2. Période de nidification

Au cours des 8 passages réalisés en 2023 (05/04, 17/04, 05/05, 16/05, 24/05, 30/05, 13/06 et 27/06), les relevés ont consisté à définir les cortèges d'oiseaux nicheurs sur le parc et ses abords, à localiser dans la mesure du possible les nids des espèces sensibles (Faucon crécerelle et Buse variable) ou à enjeu (Busards...) et à définir des zones de repos ou des territoires de chasse préférentiels pour ces mêmes espèces. L'objectif ici était de localiser et quantifier les territoires des espèces à enjeu et/ou présentant un indice de vulnérabilité face aux risques de collision et de perturbation des territoires générés par l'activité éolienne.

3 points d'écoute ont été disposés afin de couvrir l'ensemble des habitats constituant la zone d'étude permettant ainsi de dresser une liste des espèces territoriales et leurs effectifs dans l'AEI. Ces points d'écoute sont ainsi reproductibles pour de futurs suivis.

2.1.1.3. Période de migration

En 2023, au cours des 4 passages en période prénuptiale (05/04, 17/04, 05/05 et 16/05) et des 8 passages en période postnuptiale (30/08, 13/09, 19/09, 26/09, 03/10, 17/10, 25/10, et 07/11), l'analyse s'est portée sur les éventuelles réponses comportementales des migrateurs par rapport au parc et/ou à certaines éoliennes. Les passages dédiés à l'avifaune migratrice ont été effectués depuis 2 points fixes d'observation sur des matinées complètes. Le choix du point a été déterminé en fonction des conditions d'observation et de la provenance des flux afin de disposer du meilleur angle de vue vis-à-vis des éoliennes. En complément, divers transects ont été effectués à travers l'AEI voir l'AER afin de notifier les zones de stationnement préférentielles.

Différentes réponses comportementales ont été notées :

- La **hauteur de vol des oiseaux** : sous les pales, à hauteur de pales, au-dessus des pales ;
- L'éventuelle existence d'une réaction des oiseaux (**réaction nette provoquée par les éoliennes**) :
 - **Bifurcation** : l'oiseau modifie sa trajectoire initiale afin de contourner une ou plusieurs éoliennes ou l'ensemble du parc ;
 - **Survol** : l'oiseau prend de l'altitude afin de passer au-dessus des éoliennes ;
 - **Plongeon** : l'oiseau diminue sa hauteur de vol afin de passer sous la zone balayée par les pales ;
 - **Demi-tour** : l'oiseau rebrousse chemin face au parc ;
 - **Traversée** : l'oiseau franchit l'AEI entre les éoliennes sans modification apparente de sa trajectoire ;

- **Séparation du groupe** : le groupe initial d'oiseaux se scinde en plusieurs petits groupes qui peuvent avoir des comportements différents.

- L'existence ou non d'une anticipation par les oiseaux : lorsque les oiseaux modifient leur trajectoire en amont du parc ;
- Le secteur de passage des oiseaux : localisation de la trajectoire des oiseaux (Nord/Sud/Est/Ouest) par rapport à l'éolienne la plus proche repérée par son numéro ;
- L'état de fonctionnement des éoliennes les plus proches : en fonctionnement (quelle que soit la vitesse de rotation des pales) ou à l'arrêt.

2.1.1.4. Limites techniques

La méthode d'échantillonnage a été calée de sorte que les biais soient autant que possible réduits. Le nombre de passages pour cette étude permet de caractériser de manière suffisante la migration dans sa généralité au sein de l'AEI. Toutefois, quelques biais subsistent et sont liés :

- À la méthode d'échantillonnage :
 - Bien que les éoliennes soient éloignées les unes des autres, des superpositions de surfaces échantillonnées lors des écoutes standardisées peuvent se produire ayant pour conséquence de possibles « doubles comptages ». L'observateur a néanmoins été attentif à les réduire au maximum ;
 - Les suivis concernent la fraction diurne des espèces migratrices alors que beaucoup migrent de façon nocturne (cas de nombreux passereaux, des limicoles, des rallidés...). L'exhaustivité des cortèges et des effectifs migrant à travers l'AEI est par conséquent loin d'être atteinte ;
- Aux variations annuelles des conditions météorologiques : certains événements exceptionnels (tempêtes, vents, conditions hivernales rudes...) sont susceptibles de provoquer de fortes variations de flux migratoires et de stationnements d'oiseaux sur des zones inhabituelles ;
- Un biais « observateur » est probable entre les différentes personnes réalisant (suivis) ou ayant réalisé (étude d'impact) les inventaires ;
- Le protocole BACI prévoit que les données puissent être comparées sur le périmètre proche. Dans le présent dossier, une carte indique des points d'écoute standardisés et reproductibles réalisés en période de nidification selon le protocole des IPA (Indice Ponctuel d'Abondance). Les transects et les autres points d'observations sont également indiqués (cf. Carte 02 p.11).

2.1.2. EVALUATION DES EFFETS DU PARC

Il s'agit d'évaluer d'une part si la situation constatée en 2005 (inventaires ayant permis la réalisation de l'EIE) a changé par rapport à celle de 2023. Pour cela, il convient :

- De comparer les résultats qualitatifs et quantitatifs liés à la période de nidification. Toutefois, plusieurs facteurs peuvent limiter fortement cette comparaison :
 - Le périmètre d'étude généralement plus vaste pour l'EIE que pour le suivi post-implantation ;

- La période entre les deux inventaires, au cours de laquelle la dynamique des oiseaux (notamment pour le cortège des cultures) a pu évoluer naturellement ou sous l'influence de facteurs autre que l'implantation d'éoliennes. De plus, les proportions des types de culture dans la zone d'étude (qui conditionnent la reproduction des oiseaux et des paysages d'openfield) ont pu évoluer ;

- D'évaluer si les éventuelles perturbations constatées à l'approche du parc impliquent une perte de territoires ou sont susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces concernées.

L'objectif est à terme de comprendre la sensibilité particulière (bibliographique ou observée sur le parc) de certaines espèces et de la mettre en relation avec la mortalité constatée sur le parc, mais aussi de comprendre la perturbation et la perte de territoire potentielle, induite par la présence d'un parc éolien.





Carte 3 : Méthodologie des inventaires avifaunistiques

2.2. SUIVI DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN ALTITUDE

2.2.1. PROTOCOLE ET MATERIEL

Le suivi acoustique des chiroptères en nacelle a été réalisé du 7 avril au 30 novembre 2023 sur l'éolienne E2. La nacelle de l'éolienne E2 a été équipée en accord avec l'opérateur éolien, compte tenu de sa position centrale au sein du parc et de l'environnement qui l'entoure. En effet, l'éolienne est proche de boisement connecté au réseau de haie traversant le parc de Bourbriac. Le système d'enregistrement automatique des ultrasons (Batmode S+™) a été installé dans la nacelle à une hauteur d'environ 78 mètres.



Batmode S+ installé en nacelle (TBM-Écosphère)

Deux logiciels différents ont été utilisés pour l'identification des espèces de chauves-souris : Analook² (pour l'élimination des bruits, les premiers filtres et la labellisation par groupe d'espèces) et Batsound³ (pour l'identification détaillée).

Certaines espèces utilisent des types de signaux et/ou des fréquences d'émission similaires avec des plages de recouvrements selon les situations. Les sons non identifiés au niveau spécifique peuvent alors être attribués :

- Soit à un couple d'espèces (par exemple pour des signaux qui peuvent être affectés soit à la Pipistrelle de Kuhl soit à la Pipistrelle de Nathusius : couple Pipistrelle de Kuhl/Pipistrelle de Nathusius),
- Soit à un groupe d'espèces (ex : Noctule sp. regroupant toutes les espèces de Noctules ou encore Noctules et Sérotines englobant les espèces de ces deux groupes).

2.2.2. METHODES D'ANALYSE

Un traitement sous Excel a ensuite été réalisé pour quantifier l'activité chiroptérologique et synthétiser les données. Cette activité repose sur la méthode développée par Michel BARATAUD (Barataud M., 2015) : un contact correspond à un enregistrement de 5 secondes au maximum et peut comprendre une (en général) ou plusieurs données d'espèces. Les notions de contact et de donnée

sont équivalentes car lorsqu'une durée de 5 secondes comprend deux espèces, on comptabilise 2 contacts (ou 2 données).

L'évaluation des niveaux d'activité repose sur l'utilisation d'un référentiel d'activité interne Altisphère® ainsi que des nombreux retours d'expérience accumulés par Ecosphère depuis plus de 10 ans. Ce référentiel a été décliné en plusieurs modules selon le type de suivi en altitude (mât, nacelle) et la hauteur du micro (35-60 m, >60 m, etc.).

Les analyses ont été réalisées de manière différenciée selon 3 périodes en lien avec le cycle de vie des chauves-souris et, dans une moindre mesure, la variation des conditions météorologiques. On distingue donc :

- **Période printanière** : Le transit printanier s'étend de **début avril jusqu'à mi-mai**. Il correspond à l'éveil des chauves-souris après l'hibernation et au transit vers les sites estivaux pour les mâles et les sites de mise-bas pour les femelles ;
- **Période estivale** : Cette période correspond en particulier à la naissance et l'élevage des jeunes, et s'étend de **mi-mai à fin juillet** ;
- **Période automnale** : Enfin, cette période regroupe l'émancipation des jeunes, les accouplements (swarming) et le transit vers les sites d'hibernation de début août à fin octobre. Cette période peut être divisée en deux sous périodes en raison des différences météorologiques souvent observées **entre les mois d'août/septembre** d'une part (transit automnal 1) et **les mois d'octobre/novembre** d'autre part (transit automnal 2).

Les trois paramètres traditionnels qui influencent particulièrement l'activité des chauves-souris sont :

- La **sensibilité au vent**, puisque le vent a un impact sur la chasse : les proies (des insectes volants pour la plupart) ne volent pas ou peu si le vent est trop fort. Les mouvements de transit et de déplacement locaux sont aussi perturbés par une vitesse de vent trop élevée ;
- La **sensibilité à la température**, puisque la température est déterminante pour la présence de proies mais aussi en termes de coût d'énergie pour les déplacements des chiroptères.
- En général, la **pluie** stoppe l'activité des chauves-souris ou la diminue au moins fortement (Brinkmann et al., 2011). Les effets de la pluie sur le vol des chauves-souris sont encore peu connus et l'on suppose qu'ils sont plus forts sur les petites espèces.

Simultanément aux enregistrements ultrasonores, les équipements intégrés des éoliennes ont permis d'enregistrer les données météorologiques à hauteur de nacelle, telles que les vitesses de vent et la température. Celles-ci ont été utilisées dans les analyses de corrélation avec les activités afin de déterminer, le cas échéant, des paramètres de bridage visant à protéger les chauves-souris volant dans la zone de rotation des pales.

2.2.3. LIMITES TECHNIQUES

2.2.3.1. Limites liées au matériel utilisé

De manière générale, les résultats obtenus par le suivi d'activité chiroptérologique ne représentent qu'un échantillon pour un volume d'espace aérien donné d'une activité réelle quelle qu'elle soit. Dans le cadre de ce suivi, le micro était placé à environ 78 m de hauteur et orienté dans une direction pointant vers le sol. Cela signifie que les cris venant d'autres directions n'ont pas forcément été perçus.

² Analook : de Chris Corben

³ Batsound : de Pettersson

De plus, le constructeur du détecteur (Bioacoustic Technology) précise que le micro a un volume de détection qui dépend de plusieurs variables, mais dont les plus importantes sont les suivantes :

- La sensibilité du micro (préréglée afin d'éviter la saturation et les bruits de fond par le fabricant) ;
- La puissance et la fréquence des cris d'écholocation selon les espèces. L'atténuation du signal sonore dans l'air est un facteur prépondérant considérant que plus un signal est élevé en fréquence plus il s'atténue vite dans l'air. Ainsi, les noctules émettent des ultrasons à basse fréquence (15-25 kHz) qui parcourent d'assez grandes distances en milieu ouvert, tandis que les petites espèces (pipistrelles) émettent des ultrasons de moyenne fréquence (35-55 kHz) qui parcourent des distances plus courtes. Les distances maximales de détection des espèces ne sont qu'approximatives car les mesures dépendent de nombreux paramètres environnementaux et ne peuvent être chiffrées avec précision à la dizaine de mètres près. Wildlife Acoustics™ annonce une distance de captation de 45 à 50 m environ pour les pipistrelloïdes (40 kHz) et nyctaloïdes (20 kHz) (voir Figure 1 et Figure 2).
- Les conditions météorologiques. Les micros déportés de type SMM-U1 des SM4BAT-FS, qui sont exposés aux intempéries extérieures, peuvent montrer des variations de sensibilité et ainsi affecter la bonne détectabilité des ultrasons émis par les chauves-souris.

Toutefois, ce qui compte dans ce type de suivi, c'est la comparabilité possible des données du fait de l'utilisation d'un même matériel et d'une installation identique tout au long du suivi.

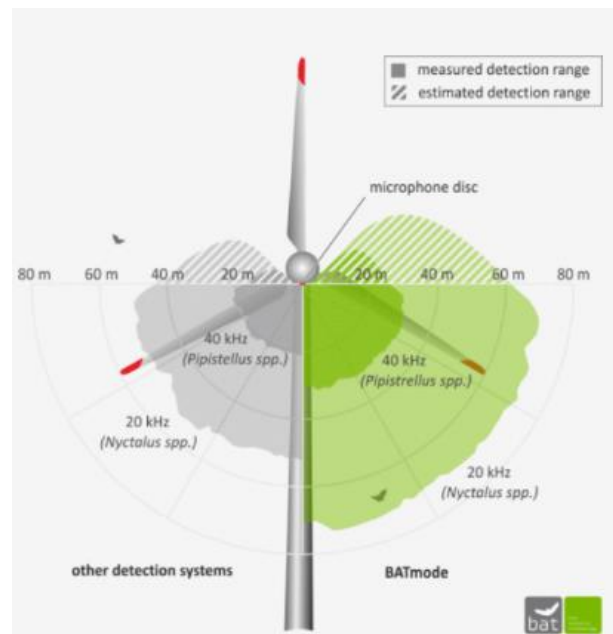


Figure 1 : Variation du volume de captation du micro en fonction de la fréquence d'émission des signaux ultrasonores, de l'hygrométrie et de la température. Source : <http://www.bioacoustictechnology.de/nacelle-monitoring-of-bats-at-wind-turbines/?lang=en>

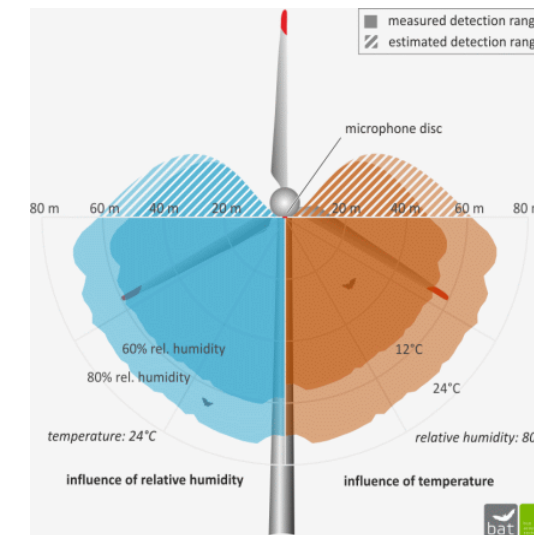


Figure 2 : Schéma présentant les volumes de détection du micro « Ultrasoundgate » d'Avisoft Bioacoustics™ selon les conditions de température et d'humidité. Les couleurs foncées correspondent à la détection d'espèces émettant dans les 40 kHz (Pipistrelles), les claires aux espèces émettant dans les 20 kHz (Noctules, Sérotines).

2.2.3.2. Limites liées à l'identification des espèces

Les chiroptères et tout particulièrement les murins font varier la nature et la structure de leurs émissions ultrasonores en fonction de la distance par rapport aux obstacles et, dans certains cas, ils adoptent des signaux très semblables, rendant impossible toute discrimination spécifique. Ainsi, des associations d'espèces ont pu être constituées lorsque l'analyse des signaux n'a pu déboucher sur une identification spécifique :

- « Sérotule » pour la Sérotine commune et les Noctules commune et de Leisler : ces trois espèces émettent des émissions sonores régulièrement similaires entre 20 et 30 kHz et sont, par conséquent, difficiles à discriminer. Pour certains cas, le terme « Noctule indéterminée » a été employé lorsque la Sérotine commune peut être écartée avec certitude ;
- « Pipistrelle de Kuhl/Nathusius » (PipKN) et « Pipistrelle commune/de Nathusius » (PipPN), associées aux Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, correspondent aux individus émettant des cris en fréquence modulée compris entre 35 et 44 kHz. Seules les séquences caractéristiques dans les extrêmes, les séquences présentant des cris avec une largeur de bande très faible (QFC) et les cris sociaux (servant à discriminer les Pipistrelles) ont généralement permis une distinction efficace des trois espèces.

Les autres espèces de bas vol comme les murins, rhinolophes et oreillards sont plus rarement contactés sur des suivis en altitude.

Les murins utilisent des signaux en fréquence modulée abrupte variant selon le comportement de l'animal et l'environnement dans lequel il se trouve. Une grande majorité des signaux présentent des types acoustiques relativement similaires. Les signaux sont souvent émis avec des fréquences maximales d'énergie comprises entre 20 et 80 kHz ne permettant pas de les différencier. L'identification spécifique demande une analyse détaillée avec le logiciel Batsound et n'est parfois pas possible (important recouvrement entre les différentes espèces).

Les oreillards émettent des fréquences modulées abruptes en forme de S dont la FME est inférieure à 26 kHz. Tout comme les murins, l'identification spécifique demande une analyse détaillée avec le logiciel Batsound et n'est parfois pas possible.

Malgré ces limites, cette étude permet de bien comprendre les modalités d'utilisation du site par les espèces et de qualifier la diversité du peuplement chiroptérologique.

2.3. SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX

2.3.1. PROTOCOLE DE TERRAIN

2.3.1.1. Pression d'échantillonnage

Sur les **5 éoliennes du parc**, seules **4 éoliennes ont été inspectées** à chaque passage en appliquant la même méthodologie, selon un protocole standardisé conforme au protocole ministériel de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres en vigueur depuis avril 2018. En effet, **l'éolienne 3** étant hors service pendant toute la durée de notre suivi, brûlée puis en reconstruction, elle n'a pas fait l'objet d'une inspection hebdomadaire.

Les numérotations inscrites sur les éoliennes ont été suivies pour le référencement sous Système d'Information Géographique.

Le suivi de la mortalité a été réalisé sur 2 périodes pour **un total de 24 passages** :

- Période 1 avec 1 passage/semaine (intervalle de 7,1 jours) de mi-mai à fin juillet (semaine 20 à 30), soit 11 passages correspondant aux mouvements prénuptiaux, à la nidification des oiseaux et à la période de parturition des chauves-souris ;
- Période 2 avec 1 passage/semaine (intervalle de 6,9 jours) d'août à fin octobre (semaine 31 à 43), soit 13 passages correspondant à la migration postnuptiale.

Le protocole d'étude directe de la mortalité implique la recherche de cadavres d'oiseaux et de chiroptères au sol.

2.3.1.2. Relevé des cadavres et identification des espèces

Lors du relevé des cadavres, tous les examens utiles à la détermination de l'espèce (biométrie, examen dentaire, sexe...) sont réalisés sur le terrain. Néanmoins, la prise des différentes mesures biométriques nécessaires à l'identification n'est généralement possible qu'avec une manipulation du cadavre de chauve-souris, voire son prélèvement pour l'observation et les mesures de la dentition sous loupe binoculaire. L'identification à l'espèce, notamment des chauves-souris, représente une plus-value importante lors de l'analyse des résultats, en permettant de distinguer des espèces ayant des comportements différents (sédentaires ou migratrices) ou encore des statuts de menace et de rareté différents.

S'agissant d'espèces protégées, **une demande de dérogation pour la capture ou l'enlèvement de cadavres de chiroptères protégés au niveau national a été faite et obtenue auprès de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Côtes d'Armor (Arrêté préfectoral du 22 septembre 2023).**

Après avoir identifié et photographié les cadavres découverts autour des éoliennes suivies, les informations suivantes ont été notées (cf. Annexe 10 : Synthèse des cadavres découverts lors du suivi de mortalité) :

- Localisation du cadavre par rapport à l'éolienne : direction et distance au mât, substrat ;
- Etat du cadavre : degré de dégradation, type de blessure apparente, temps estimé de la mort, analyse des causes de mortalité, etc. ;
- Selon les besoins, des mesures complémentaires ont été relevées : sexe, biométrie (longueur de l'avant-bras, du 3^e et/ou du 5^e doigt, etc.).

Pour les chiroptères, différents ouvrages ont pu être utilisés pour l'identification en fonction de l'état dans lequel est le cadavre au moment de sa découverte :

- La clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe, par **Dietz & von Helversen (2004)** ;
- La clé morphologique et la clé des crânes présentes dans le guide : Mammifères de Suisse : clés de détermination, détermination par **Marchesi et al. (2011)** ;
- Identification des chiroptères de France à partir de restes osseux. Fédération Française de Spéléologie, par **Dodelin B. (2002)** ;
- Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des Vespertilionidés de l'ouest européen. Le Rhinolophe, bulletin de la coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris. N°4. **Museum d'Histoire Naturelle de Genève - Menu H. et Popelard J-B. (1987).**

Les deux premières clés sont principalement utilisables pour des individus en bon (voire très bon) état, la troisième permet une identification à partir du crâne et tout particulièrement de la dentition. En effet, certaines espèces, même en bon état de conservation, sont difficilement identifiables avec certitude sans la dentition, en raison d'un haut degré de variabilité intraspécifique, comme c'est tout particulièrement le cas pour le genre *Pipistrellus*. L'identification de l'espèce s'effectue en mesurant les rangées dentaires (de la canine à la 3^e molaire) et la distance entre la 1^{re} et la 3^e molaire, puis en vérifiant les autres critères, discriminants (présence/absence de protoconule, de métalophe/paralophe) et distinctifs (matrice présente dans la clé des crânes, **Marchesi et al. (2011)**).

Pour les oiseaux, les ouvrages suivants ont été consultés :

- **Svensson I., Grant P., Mullarney K. & Zetterström D. 2010.** *Le guide ornitho*. Delachaux & Niestlé, Paris, 2e édition, 447 p ;
- **Demongin L. 2015.** *Guide d'identification des oiseaux en main*. Les 250 espèces les plus baguées en France., 310 p ;
- **Svensson. 1992.** *Identification guide to european passerines*. BTO, 4ème édition, 368 pp.

Dans certains cas, le cadavre a été dévoré et seules les plumes restent. Elles possèdent pour la plupart des caractéristiques particulières permettant de spécifier l'individu. Dans ce cas, le guide et site internet suivants peuvent aider à l'identification :

- **Fraigneau C. 2017.** *Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale*. Delachaux & Niestlé, Paris. 400 p ;
- En français : www.alulawebiste.com ;
- En anglais et en allemand : www.federn.org.

❖ Prise en compte des cadavres et plumées dans l'analyse

Les différentes plumées ou plumes trouvées au sol peuvent soit provenir d'une prédation naturelle soit de la collision avec une éolienne. Afin de conclure sur l'une des deux situations, différents critères sont pris en considération, tels que la sensibilité de l'espèce (et donc sa propension à se faire impacter par les éoliennes), l'âge de l'individu (et notamment s'il n'est pas encore volant), la présence de traces de prédation ou d'impact dû à la collision, la quantité de plumes retrouvées etc. Dans le doute entre l'une des deux situations, le choix de ne pas compter le cadavre comme dû à l'éolienne sera systématiquement retenu.

2.3.1.3. Prise en compte des biais liés à la récolte des données brutes

Des écarts importants peuvent exister entre la mortalité brute découverte lors du suivi et la mortalité réelle à cause :

- De la surface réellement contrôlée (a). La surface de prospection théorique ne contient pas, en général, la totalité des cadavres tués par l'éolienne et parfois seule une portion de la surface est accessible (limite de la surface de prospection en culture dense, en zones boisées, etc.) ;
- Du taux de persistance des carcasses (p). En effet, la disparition des cadavres est plus ou moins rapide selon l'abondance des charognards, les disparitions pouvant avoir lieu dans la nuit même ou sur un nombre de jours plus ou moins important ;
- De l'efficacité du chercheur (d). La performance de l'observateur pour la découverte des cadavres peut varier selon les personnes (formation, expérience, fatigue) mais aussi selon la saison (hauteur et densité de la végétation, présence de feuilles mortes, etc.) ;
- Du respect des postulats des modèles statistiques / développement plus ou moins fin des modèles statistiques utilisés pour tenir compte des paramètres précédents.

❖ Surfaces prospectées

D'après la bibliographie, une majorité des cadavres tombe dans un rayon de 50 m autour des mâts (Grünkorn et al. 2005 ; Brinkmann et al. 2011), il s'agit du rayon minimal à suivre. Conformément aux recommandations du protocole de suivi environnemental actuellement en vigueur, dans le cas de machines présentant des pales de longueur supérieure à 50 m, les prospections se font dans un rayon équivalent à la longueur des pales autour des mâts des machines.

Pour le parc éolien de Bourbriac, les pales mesurent 45 m ; les prospections ont donc été effectuées dans un rayon d'au moins 50 m autour des mâts des éoliennes.

Cette surface a été prospectée en réalisant des transects autour des mâts des éoliennes suivies. Chaque transect est espacé de 5 mètres ce qui permet à l'observateur de rechercher la présence de cadavre sur une largeur de 2,5 mètres de part et d'autre de sa ligne de déplacement. En effet, Arnett et al. (2005) ont démontré que l'efficacité chute fortement au-delà d'une distance de 3 mètres. De la sorte, l'observateur a réalisé des transects pour s'éloigner au maximum de 55 m des mâts. Précisons que ces itinéraires ont été réalisés d'un pas lent et régulier pour une détectabilité optimale et quand les conditions lumineuses sont suffisantes.

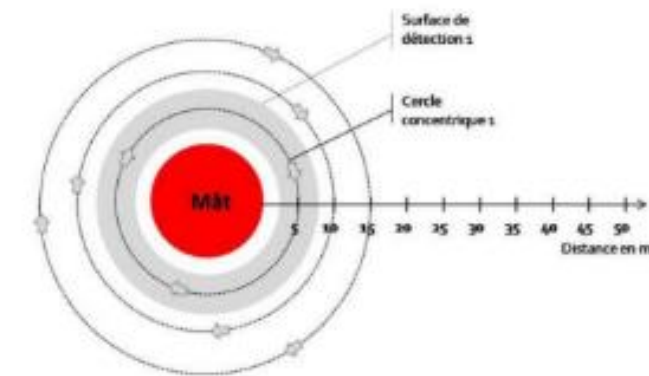


Figure 3 : Schéma représentatif des transects concentriques

Si le suivi direct de la mortalité se révèle pertinent pour évaluer les effets d'un parc, il peut s'avérer extrêmement difficile, voire impossible dans les cas où le couvert végétal est trop dense (Cornut & Vincent, 2010). Selon le milieu et le type de recouvrement de la végétation, une zone réellement prospectable est définie (cf. Tableau 3). Durant la période échantillonnée, les surfaces prospectables ont varié selon l'assolement autour des éoliennes (blé, colza, exploitant en activité dans les parcelles...). Le tableau suivant décrit les 3 classes de végétation utilisées pour définir les niveaux de visibilité. A chaque passage le niveau de visibilité a été renseigné sur chaque parcelle ou habitat. Une estimation de la surface prospectée autour des machines a ainsi été calculée pour chaque visite à partir de la cartographie des habitats sous SIG. Ces données sont ensuite intégrées dans le calcul des taux de détection afin d'interpréter correctement les résultats.

Tableau 3) et sert de base de calcul aux corrections surfaciques. Sur le parc étudié, la proportion de chaque type de végétation a été notée lors de chaque passage et associée à une classe de visibilité : visibilité nulle ou mauvaise, moyenne, bonne.

Durant la période échantillonnée, les surfaces prospectables ont varié selon l'assolement autour des éoliennes (blé, colza, exploitant en activité dans les parcelles...). Le tableau suivant décrit les 3 classes de végétation utilisées pour définir les niveaux de visibilité. A chaque passage le niveau de visibilité a été renseigné sur chaque parcelle ou habitat. Une estimation de la surface prospectée autour des machines a ainsi été calculée pour chaque visite à partir de la cartographie des habitats sous SIG. Ces données sont ensuite intégrées dans le calcul des taux de détection afin d'interpréter correctement les résultats.

Tableau 3 : Classes de végétation relevées sur le terrain

Classe de végétation	Type de végétation	Suivi de mortalité
Classe 1	Végétation haute et dense, sans visibilité au sol => cultures, prairies à végétation haute et dense	Visibilité nulle ou mauvaise = non prospectée
Classe 2	Végétation couvrante mais de hauteur faible à moyenne ou végétation peu couvrante mais pouvant être haute => cultures très basses, friches, herbe des plateaux, labour grossier, prairie rase	Visibilité moyenne = prospectée
Classe 3	Végétation de faible hauteur, peu couvrante à absence de végétation => plateformes, chemins, labour	Visibilité bonne = prospectée

Le détail des surfaces réellement prospectées au cours du suivi est présenté dans le chapitre 5.2.1.1 et en Annexe 9 : Surfaces prospectées par éolienne au cours du suivi.

Les estimations doivent être corrigées en fonction de la surface réellement prospectée par rapport à la surface théorique du protocole. En tout état de cause, lorsque la zone n'a pas pu être entièrement parcourue, la surface contrôlée pour chaque éolienne a été systématiquement estimée. Les différences entre les deux sont liées en général à la topographie et/ou à la densité de la végétation. Le coefficient de correction surfacique renseigne alors sur le pourcentage de cadavres non relevés par l'observateur. Deux facteurs rendent difficiles l'appréciation :

- Plus la surface réellement prospectée est petite, plus la marge d'erreur est grande ;
- La répartition spatiale des carcasses influe sur les calculs : de manière courante, plus l'on s'éloigne du mât, plus la densité en cadavres diminue (Strickland et al, 2011).

En général, on ajuste les estimations de mortalité totale par une simple relation de proportionnalité entre la surface prospectée sur la surface prospectable en théorie. Cette formule repose sur le fait que la distribution des cadavres est homogène dans l'espace et ne tient donc pas compte de la distribution réelle des cadavres sur le terrain. Huso (2010) a estimé que cela conduit probablement à une surestimation de la mortalité.

Behr et al. (2011) considèrent que si la surface pouvant être prospectée est inférieure à 40 % dans les 50 m autour du mât, il n'est pas possible d'obtenir des résultats fiables statistiquement.

❖ Persistance des cadavres

Il s'agit d'une donnée fondamentale à renseigner car elle varie significativement dans le temps ainsi que selon la situation géographique et le contexte écologique des parcs éoliens.

Le taux de persistance varie selon :

- La taille du cadavre (des chiroptères/passereaux aux rapaces) et de sa visibilité (couleur, lieu) ;
- Les populations de prédateurs locaux (espèces, abondance) et la plus ou moins grande spécialisation des charognards sur un type de recherche de proies (qui peut varier dans le temps et dans l'espace en fonction de l'abondance et l'accessibilité des ressources) ;
- La capacité de dégradation in situ des cadavres (variables selon leur état : de frais à momifié) ;
- Les travaux agricoles susceptibles d'enfouir ou de déplacer les cadavres. Sur le parc éolien de Saint-Alban, la terre a été retournée plusieurs fois par période par les engins agricoles, entraînant donc la disparition plus rapide des cadavres.

Une partie des chauves-souris et oiseaux tués par les éoliennes disparaît donc avant qu'ils ne puissent être découverts dans le cadre des prospections, s'ils sont dévorés ou déplacés par les prédateurs. À titre indicatif, en Allemagne, Niermann et al. (2011) ont annoncé que le taux de persistance variait de 1,3 à 24,5 jours pour une valeur moyenne de 4,2 jours. En fonction des périodes, ce taux peut atteindre une valeur nulle ou très petite c'est-à-dire que les cadavres disparaissent très rapidement. Santos et al. (2011) démontrent que les temps de persistance sont très faibles en Europe notamment pour les chiroptères et les petits oiseaux, avec une probabilité de disparition très élevée dans les 2 premiers jours par rapport à d'autres groupes d'animaux.

En 2011, Niermann et al. ont réalisé ces tests avec des souris de laboratoires de couleur foncée qu'ils ont disposées au sol avec des gants pour éliminer toute odeur humaine pouvant s'avérer répulsive pour les prédateurs. Ils ont ainsi estimé un taux d'enlèvement de 0,79, c'est-à-dire qu'après 24 h, 7,9 cadavres sur 10 ont été retrouvés en moyenne au pied des éoliennes.

Le taux de persistance équivaut à la proportion de cadavres qui demeurent durant l'intervalle compris entre deux recherches (Cornut et Vincent, 2010). Des tests de disparition de cadavres peuvent ainsi être effectués sur le terrain à chaque période pour tenir compte des variations de hauteur de végétation dans la zone contrôlée.

Une probabilité de persistance « r » a ensuite été modélisée à partir de modèles statistiques dits d'analyse de survie et basés sur la méthode du maximum de vraisemblance (Dalthorp et al., 2018). Cette variable « r » correspond à la probabilité estimée qu'un cadavre qui arrive à un instant aléatoire et uniforme dans l'intervalle de x jours persiste jusqu'à la fin de cet intervalle. La variable « période » a été considérée et retenue comme variable influençant la persistance dans le cas de ce parc.

En accord avec les recommandations du protocole de suivi environnemental, un test de persistance a été effectué aux deux périodes (fin de printemps et en début d'automne).

Le test a consisté à déposer entre 4 à 6 cadavres de souris, poussin ou rat fraîchement décongelés autour de chacune des 4 éoliennes suivies (soit 52 cadavres au total sur l'année). Aussi, les leurres ont été déposés aléatoirement sur l'emprise de la surface théorique à prospecter et répartis sur l'ensemble des types d'habitats présents.

Ensuite, l'observateur note les cadavres subsistants le lendemain du jour de la dépose, puis 2 fois par semaine pendant les deux semaines suivantes (si les cadavres sont toujours présents). Ainsi, ces passages ont été réalisés après le jour 0 de la dépose à jour 1, jour 3, jour 7, jour 10 et jour 14 à minima. Le taux de persistance correspond donc à la proportion de cadavres qui reste durant l'intervalle de temps entre deux recherches.

Les gros cadavres, comme la Buse, sont plus rares et ont la plupart du temps une persistance beaucoup plus longue. C'est pourquoi ce type de cadavre n'entre pas dans la persistance moyenne. Leur découverte pose par ailleurs des questions sur le type de traitement statistique (exemple : 1 seul cadavre de buse sur une période ne peut pas être corrigé par un facteur valable exclusivement pour les petits cadavres). Ainsi, la persistance des cadavres naturels ne sera pas intégrée afin d'éviter les biais dans les calculs pour les gros cadavres.



Poussin utilisé pour un leurre de persistance (G. Le Guen, TBM environnement)



Renard prospectant la plateforme sous une éolienne lors d'un contrôle à J+1 du test de persistance (piège photographique, Ecosphère)

❖ Efficacité de l'observateur

Toutes les méthodes utilisent le facteur d, c'est-à-dire le taux de détection (ou d'efficacité) par l'enquêteur. L'efficacité de recherche décrit la proportion de faux cadavres retrouvés après la prospection. Elle varie en fonction de la personne (Niermann et al. 2011) et surtout du couvert végétal (Rodrigues et al., 2015).

Les tests d'efficacité sont effectués en fonction de classes de végétation définies par la combinaison de la hauteur de végétation, de la visibilité du site et de la topographie (Rodrigues et al. 2015). Le principe est de dissimuler des leurres et de compter le nombre de leurres retrouvés par l'observateur qui effectue sa prospection comme lors d'une recherche classique de cadavres. Seule la surface prospectable doit être utilisée pour ce test, afin d'éviter un biais dans les corrections.

L'occupation du sol et l'efficacité de l'observateur à détecter des cadavres peuvent varier dans le temps et c'est pourquoi cette dernière a été testée sur chaque période les 06/06 (période 1) et 12/09/2023 (période 2) pour chaque observateur participant au suivi de mortalité.

Ce test consiste à déposer, par une seconde personne, des leurres artificiels aux formes et couleurs proches de cadavres naturels (tels que des morceaux de caoutchouc assimilables à des chauves-souris, ou encore des pommes de terre pour les petits oiseaux plus gros et plus colorés). Les leurres ont été déposés aléatoirement au sein des classes de végétation prospectée (visibilité bonne et moyenne) et pointés au GPS. Chaque observateur a été testé sur un nombre d'éoliennes équivalent à celui qui aurait été prospecté lors d'une journée classique de recherche.

Ces leurres dispersés varient entre 8 à 12 par éolienne sur les 4 éoliennes suivies pour chaque période. Un total de 76 leurres a été utilisé pour ce test sur l'année pour l'ensemble du parc.



Leurres en caoutchouc déposés dans différents habitats pour le test d'efficacité de l'observateur (J. Pavie, Ecosphère)

L'objectif est alors de calculer le taux d'efficacité de l'observateur qui correspond au nombre de leurres retrouvés par rapport au nombre de leurres déposés (valeur comprise entre 0 à 1).

$$d = \frac{\text{Nombre de leurres découverts}}{\text{Nombre de leurres déposés}}$$

2.3.2. OUTIL D'ESTIMATION DE LA MORTALITE : GENEST

A partir de 2018, les spécialistes internationaux que sont Huso, Dalthorp (USGS) et Korner-Nievergelt (Oikostat), cités dans le protocole national 2018, se sont associés avec d'autres pour mettre à disposition gratuitement une solution informatique (« package ») nommée « GenEst »⁴ et fonctionnant sous le logiciel⁵ open source R (Simonis et al., 2018). Celle-ci permet d'imbriquer les différents paramètres précédemment détaillés pour modéliser finement la mortalité (persistance des faux cadavres par éolienne non moyennée et possiblement cumulée avec celle des éventuels petits et/ou gros cadavres réels, efficacité de la détection par éolienne non moyennée, par classe de visibilité, correction surfacique par éolienne) et fournir des estimations ajustées selon les variables prises en compte (taille des cadavres, période de l'année, distinction oiseaux / chauves-souris...). Les types de modèles statistiques et les variables sont déterminés par l'utilisateur.

Comme demandé par le protocole national 2018, cette application permet d'obtenir une médiane et des intervalles de confiance à 80 % ou 95 % pour les estimations de mortalité ainsi obtenues. Nous avons choisi l'intervalle de confiance à 80 % qui semble le plus adapté.

Les calculs reposent ainsi sur les données existantes relevées sur le terrain. Ils se basent sur un protocole standardisé, à savoir un nombre de visites défini sur plusieurs éoliennes, pendant lesquelles les cadavres sont recherchés. Elle utilise également les données issues des tests d'évaluation de la persistance des cadavres et de la détection des observateurs mais ces données peuvent être intégrées de manière plus fine avec des variations possibles sans que cela soit trop pénalisant sur la justesse des estimations (par exemple par période et par taille de cadavres selon les classes de visibilité des zones prospectées).

Pour les différents tests (persistance, efficacité et correction surfacique), GenEst utilise l'ensemble des données brutes de chaque éolienne. L'outil GenEst permet donc, à ce jour, d'obtenir les estimations les plus justes et précises pour un parc suivi.

⁴ <https://www.usgs.gov/centers/fresc/science/a-generalized-estimator-estimating-bird-and-bat-mortality-renewable-energy>

⁵ <https://www.r-project.org/>

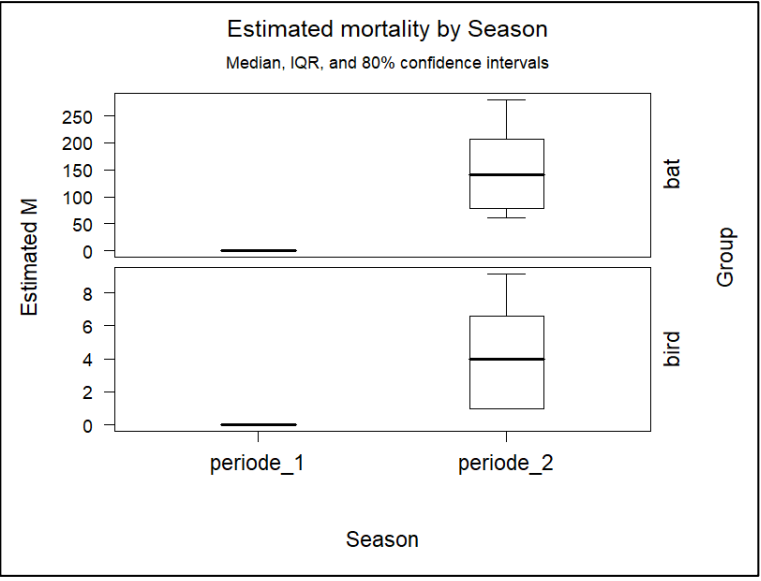


Figure 4 : Impression d’écran de l’interface de GenEst montrant les résultats déclinés par période et groupe des cadavres (exemple Ecosphère)





3. RESULTAT DU SUIVI ORNITHOLOGIQUE

Au total, 49 espèces ont été recensées toutes périodes confondues lors des passages dédiés pour l'avifaune, auxquelles s'ajoutent les observations opportunistes lors des passages pour le suivi de la mortalité.

3.1. COMPORTEMENT DES ESPECES NICHEUSES

34 espèces nicheuses ont été recensées durant la période printemps/été 2023 sur la zone étudiée :

- 26 espèces nichent sur le territoire du parc éolien (rayon de 300 mètres autour des éoliennes = AEI) ;
- 8 autres espèces nichent dans un rayon de 300 mètres à 2 kilomètres du parc éolien = AER.

3.1.1. CORTEGES/ENJEUX/SENSIBILITES AU SEIN DE L'AEI

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des espèces nicheuses au sein de l'AEI, dont la sensibilité à la collision et/ou l'enjeu écologique régional est/sont supérieurs à faibles. Ces espèces potentiellement plus sensibles feront l'objet d'une analyse plus fine par la suite.

Tableau 4 : Sensibilité spécifique de l'avifaune nicheuse au sein de l'AEI en 2023

Espèce	Localisation et quantification au sein du territoire du parc (AEI)	Sensibilité à la collision ⁶	NICHEURS BRETAGNE		
			LRR ⁷	Enjeu spécifique régional	Enjeu spécifique stationnel*
Bruant jaune	Un couple cantonné au sud de E2 et un chanteur le long du chemin à proximité de E4.	-	EN	Fort	Fort
Pouillot fitis	Un mâle chanteur cantonné dans le fourré au sud-ouest de E2.	-	VU	Assez fort	Assez fort
Alouette des champs	4 chanteurs notés dans le parc avec 1 couple en parade au sud de E5.	1	VU	Assez fort	Assez fort
Verdier d'Europe	Un mâle chanteur à l'ouest de E5 dans la plantation de sapin.	-	VU	Assez fort	Assez fort
Bouvreuil pivoine	Un couple observé en période de reproduction dans le boisement au nord de E1. Un mâle chanteur observé dans le boisement à l'est de E5.	-	NT	Moyen	Moyen

*cf. Annexe 2 : Méthodologie d'évaluation des enjeux

Parmi les 26 espèces nicheuses, la majorité ont un niveau de sensibilité à la collision faible (classes 0 et 1). Cinq espèces ont un enjeu régional allant de « Moyen » à « Fort ». Il s'agit du Bruant jaune (EN), du Pouillot fitis, de l'Alouette des champs, du Verdier d'Europe (VU) et du Bouvreuil pivoine (NT). Ces cinq espèces ont une sensibilité à la collision faible.

⁶ Sensibilité exprimée par rapport à la taille des populations européennes de l'espèce concernée - classes de sensibilité issues du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE & FEE, 2015) ;

⁷ LRR = Liste Rouge Régionale des oiseaux nicheurs de Bretagne (2021) ;

3.1.2. CORTEGES/ENJEUX/SENSIBILITES AUX ABORDS DU PARC (AER HORS AEI)

8 autres espèces sont nicheuses en-dehors du territoire du parc (à plus de 300 m des éoliennes) mais le fréquentent plus ou moins régulièrement, lors de leur déplacement ou de leur recherche alimentaire. Parmi elles, 3 présentent une sensibilité au risque de collision au moins moyenne et/ou un enjeu de conservation au moins moyen.

Tableau 5 : Sensibilité spécifique de l'avifaune nicheuse aux abords du site d'étude en 2023

Espèce	Localisation et quantification au sein du territoire du parc (>300m)	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes ⁸	NICHEURS BRETAGNE		
			LRR ⁹	Enjeu spécifique régional	Enjeu spécifique stationnel
Buse variable	Régulièrement notée au sein du parc et dans l'AER. Passage en vol et en chasse, posée sur un perchoir.	3	LC	Faible	Faible
Epervier d'Europe	Un couple effectuant des parades aériennes a été observé en début entre E1, E2 et E4. Observé également en chasse au sein de l'AER à plusieurs reprises.	2	LC	Faible	Faible
Canard colvert	Un couple a été observé en vol à basse altitude au nord de E1. La présence du ruisseau de « Rond Ar Hor » peut être une zone favorable pour la nidification de cette espèce.	2	LC	Faible	Faible

*cf. Annexe 2 : Méthodologie d'évaluation des enjeux

Notons que :

- Les trois espèces citées dans le tableau ont un enjeu stationnel faible malgré un risque de collision moyen ou fort ;
- La Buse variable est probablement nicheuse au sein des boisements en périphérie du parc éolien et chasse dans les cultures et prairies. Elle a été observée à plusieurs reprises postée sur un arbre mort sur le plateau entre E4 et E5 ;
- L'Epervier d'Europe, rapace relativement commun, pourrait nicher dans les différentes structures arborées au sein du territoire du parc de Bourbriac ;
- Le Canard colvert peut nicher parfois assez loin des points d'eau. Ici, la présence du ruisseau « Rond Ar Hor » au nord du parc de Bourbriac peut être favorable comme site de nidification pour l'espèce.

3.1.3. FONTIONNALITES ET REACTIONS

Sur les 34 espèces nicheuses du parc et de ses abords (rayon d'environ 2 kilomètres), 26 fréquentent le territoire du parc comme zone de nidification et 8 le fréquentent régulièrement pour de la recherche de nourriture et/ou du déplacement. Le comportement et les effectifs de ces derniers ont été observés afin d'évaluer si le parc éolien a des conséquences sur leurs mouvements, leurs alimentations.

⁸ Sensibilité exprimée par rapport à la taille des populations européennes de l'espèce concernée - classes de sensibilité issues du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE & FEE, 2015) ;

⁹ LRR = Liste Rouge Régionale des oiseaux nicheurs de Bretagne (2021) ;

Les fréquences de traversées ou les zones de chasse du parc sont différentes selon les espèces :

- Les espèces cantonnées qui circulent très peu et qui se déplacent très majoritairement au ras du sol en période de reproduction : Accenteur mouchet, Merle noir, Pinson des arbres, Roitelet à triple bandeau, Rougegorge familier, etc. **Il s'agit d'espèces nichant au sein des réseaux de haies présent sur le parc de Bourbriac et dans les boisements au nord, à l'ouest et à l'est. Pour ces dernières, aucun comportement particulier par rapport aux éoliennes n'a été observé. Le parc éolien ne modifie pas les fonctionnalités locales de ces espèces ;**
- Les espèces cantonnées qui circulent et effectuent ponctuellement des vols à travers certaines parcelles agricoles et sont susceptibles de monter en altitude : Alouette des champs, Bergeronnette grise, Linotte mélodieuse, pigeons, etc. Les espèces les plus abondantes sont celles liées aux milieux ouverts à semi-ouverts (Alouette des champs, Etourneau sansonnet, pigeons). **Il semble que les individus nicheurs se préoccupent très peu des éoliennes. Certains postes de chant sont situés à moins de 50 mètres des mâts.**

La Buse variable et l'Épervier d'Europe utilisent un large domaine vital. Le parc éolien de Bourbriac, installé au sein de milieux variés alliant parcelles agricoles, boisements et réseaux de haies, est composé d'habitats de chasse et de reproduction favorables aux rapaces comme ces deux espèces. Le niveau de sensibilité aux collisions est « moyen » pour l'Épervier d'Europe et « fort » pour la Buse variable. Les observations sur le parc de Bourbriac montrent que l'Épervier d'Europe n'utilise le parc que pour le transit et son comportement ne présente pas ou peu de risque de collision avec les éoliennes. Les Buses variables utilisent le parc de manière beaucoup plus régulière. Il est à noter que les Faucons crécerelles n'ont pas été observés au sein du parc de Bourbriac contrairement à ce qui a pu être noté au sein du parc voisin de Ty Nevez Mouric situé plus à l'est. Les comportements de ces espèces en période de reproduction (parade, chasse) sont parfois à risque. En effet, ils évoluent dans le rayon d'action des pales à des distances très proches sans se soucier des éoliennes ce qui les expose à de gros risques de collision. Ces espèces ont été observées à plusieurs reprises au sein du parc, soit en vol à haute altitude soit en chasse le long des haies, dans les boisements ou encore dans les cultures.

Aussi, au sein du parc éolien de Bourbriac et de ses abords, des Goélands brun ont été observés à plusieurs reprises, ainsi que des Goélands argentés (une observation de cinq individus posés au nord du parc). Les deux espèces sont localisées non loin du trait de côte ou des couples nicheurs sont connus. Il y a donc des déplacements de Goélands entre la côte et les champs où ils trouvent de la nourriture.

Lors de nos prospections, sur certains groupes de laridés ou des individus isolés, des comportements d'évitement ou des passages préférentiels vis-à-vis du parc ont été observés. En effet, la majorité des laridés évitent le parc. En arrivant du nord, ils ont tendance à le contourner et passer entre le parc de Bourbriac et le parc de Ty Nevez Mouric. Il y a donc un dérangement par les éoliennes vis-à-vis des Laridés. Toutefois, ces derniers s'adaptent et ces ajustements de trajectoires ne sont pas de nature à remettre en cause le gainage de zones alimentaires et le bon accomplissement du cycle biologique des goélands.

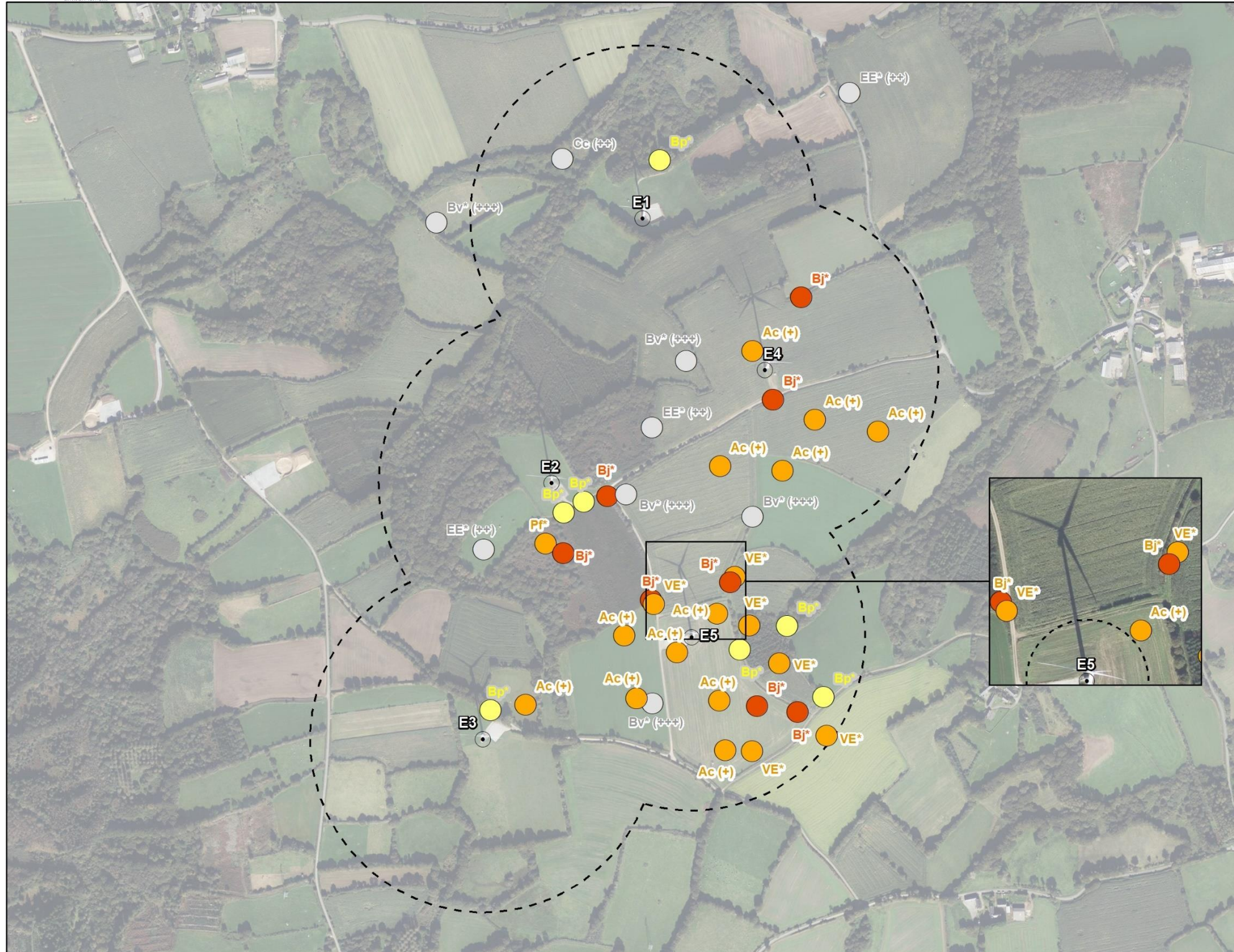
Par ailleurs, au sein de l'AER (2 km), plusieurs autres espèces comme le Busard Saint-Martin, le Faucon pèlerin et la Grande Aigrette, ont pu être observées de façon anecdotique mais n'ont pas présenté d'enjeu sur le parc éolien de Bourbriac car ont eu de rares déplacements éloignés des éoliennes.

3.1.4. SYNTHESE

Parmi les **34 espèces nicheuses** recensées au sein de la zone d'étude (AEI et AER) :

- 1 espèce présente un enjeu stationnel « fort » de conservation : le Bruant jaune ;
- 3 espèces présentent un enjeu stationnel « assez fort » de conservation : le Pouillot fitis, l'Alouette des champs et le Verdier d'Europe ;
- 1 espèce présente un enjeu stationnel « moyen » de conservation : le Bouvreuil pivoine ;
- 3 espèces présentent une sensibilité aux collisions avec les éoliennes : la Buse variable, l'Épervier d'Europe et le Canard colvert.

L'observation des mouvements locaux révèle que les espèces nicheuses adoptent des comportements globalement peu risqués vis-à-vis des éoliennes. Les espèces les plus abondantes s'adaptent au parc éolien en privilégiant les abords Est et Ouest ainsi que les trouées entre éoliennes. La plupart des espèces évoluent dans l'espace de garde au sol des éoliennes sauf pour les Buses variables, les Épervier d'Europe et les Faucons crécerelles qui ont parfois des comportements à risque vis-à-vis des éoliennes.



● Eoliennes
Rayon de 300 m
□ autour des éoliennes

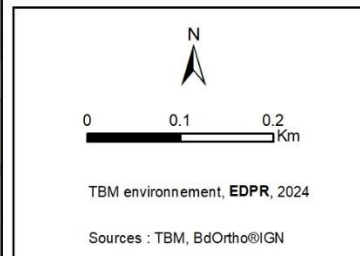
Enjeux

- Très forts
- Forts
- Assez forts
- Moyens
- Faibles

Sensibilité de l'espèce à l'éolien :
+ : Sensibilité faible à l'éolien
++ : Sensibilité moyenne à l'éolien
+++ : Sensibilité forte à l'éolien
++++ : Sensibilité très forte à l'éolien
Absence d'astérisque : Sensibilité à l'éolien négligeable
(Sensibilité au risque de collision à l'éolien - Dürr, 2022)

Code	Nom	Enjeux
Bj*	Bruant jaune - <i>Emberiza citrinella</i>	Fort
Ac	Alouette des champs - <i>Alauda arvensis</i>	Assez fort
Pf*	Pouillot fitis - <i>Phylloscopus trochilus</i>	
VE*	Verdier d'Europe - <i>Chloris chloris</i>	
Bp*	Bouvreuil pivone - <i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Moyen
Bv*	Buse variable - <i>Buteo buteo</i>	Faible
Cc	Canard colvert - <i>Anas platyrhynchos</i>	
EE*	Épervier d'Europe - <i>Accipiter nisus</i>	

* espèces protégées



Carte 3 : Enjeux avifaunistiques en période de reproduction

3.2. COMPORTEMENT DES ESPECES MIGRATRICES

40 espèces ont été contactées en période de migration : 21 en période de migration prénuptiale et 19 en période de migration postnuptiale.

3.2.1. CORTEGES/ENJEUX/SENSIBILITES A L'ECHELLE DU PARC ET SES ABORDS IMMEDIATS

Au printemps les flux observés sont très faibles et diffus, aucun stationnement de grande taille n'a été trouvé. Tandis qu'à l'automne, les flux sont plus conséquents, tout en restant modérés. Aucun stationnement notable n'a été remarqué hormis des stationnements d'Étourneaux sansonnets et de grives.

Les prospections ont montré des mouvements bas réguliers, ainsi que quelques regroupements dans l'AEI. Trois grands types de milieux accueillent des groupes d'oiseaux : les milieux arborés (boisements et haies), les prairies et les cultures.

Dans les boisements, des troupes de Grives musicienne et mauvis, Merle noir et Pigeon ramier ont pu être notées en période migratoire. Les boisements, ainsi que le réseau dense de haies arborées, permettent également l'accueil de nombreuses autres espèces, sous la forme d'individus isolés ou de petits groupes : Épervier d'Europe, Buse variable, Bruant jaune, Bouvreuil pivoine...

Dans les prairies et friches, plusieurs espèces font halte. Au sein d'une même espèce, certains individus poursuivront leur migration tandis que d'autres nicheront sur site, c'est le cas de l'Alouette des champs.

Dans les cultures, des bandes de quelques dizaines de Pipits farlouses et de Bergeronnettes grises s'alimentent.

En conclusion, l'AEI abrite une diversité d'espèces d'oiseaux dans des effectifs corrects en période migratoire. **Les milieux les plus attractifs sont les prairies, les haies et les chaumes.** Bien qu'accueillant de nombreuses espèces, **l'intérêt est moindre pour les autres milieux comme les cultures. Ces habitats ne présentent pas un enjeu réellement significatif** pour les déplacements et les regroupements locaux d'oiseaux.

3.2.2. FONCTIONNALITES ET REACTIONS

Malgré de faibles effectifs observés au global, les fonctionnalités locales des oiseaux migrants ont pu être précisées. La représentativité des données est meilleure pour le passage postnuptial.

La majorité des flux postnuptiaux sont diffus. Ils proviennent :

- Du nord et se dirigent vers le sud et le sud-ouest. Ces flux ont principalement concerné les grives et les fringilles, qui migrent majoritairement entre les éoliennes en suivant les réseaux de haies et les boisements ce qui les expose moins au risque de collision.

En migration prénuptiale, les flux concernent des effectifs plus réduits.

Sur l'ensemble des passages migratoires, les comportements de vol divergent selon les espèces/groupes d'espèces :

- Les rapaces : 2 espèces ont été observées en migration active à savoir 1 Épervier d'Europe et 1 Buse variable. Aucune n'a montré de réaction particulière face aux éoliennes. Il est à noter la faible diversité et les faibles effectifs de rapace en migration ;
- Les oiseaux d'eau : nous considérons ici comme oiseaux d'eau un groupe hétéroclite d'espèces liées aux zones humides (Laridés, Limicoles, Anatidés, Ardéidés). La localité du parc favorise les échanges d'oiseaux marins entre la côte et la terre ;
- Les passereaux : La majorité des effectifs n'a pas présenté de réaction particulière vis-à-vis du franchissement du parc. Seuls quelques groupes d'Étourneaux sansonnets passent au plus près des éoliennes. Par ailleurs, il faut signaler que la plupart de ces espèces, en raison de leur petite taille, peut difficilement être repérée de loin et suivie sur de longues distances. Il est donc difficile de dire si un changement de cap s'est produit en amont du parc. C'est pour cette raison que les résultats pour ce groupe doivent être pris avec précaution ; le suivi réalisé et les résultats obtenus pour ce groupe ne peuvent être fins, ils sont simplement indicatifs.

Par ailleurs, le flux de fringilles et de grives semble longer le parc par l'est en évitant l'éolienne E4.

S'agissant des stationnements, aucun regroupement particulier de migrants n'a été observé au sein du parc ni à ses abords.

La grande majorité des espèces migratrices les plus abondamment observées n'est pas menacée et est caractérisée par des sensibilités faibles à la collision sauf pour la Buse variable qui est caractérisée par une sensibilité de 3 et le Goéland brun avec une sensibilité de 2 aux risques de collisions. Ce dernier a été observé en période de migration prénuptiale et postnuptiale mais cela concernait des individus isolés.

Certaines espèces sensibles, mais non menacées à l'échelle européenne, fréquentent ponctuellement le parc mais les effectifs concernés sont faibles. La situation des espèces migratrices nocturnes, dont les flux ne sont pas décelables de jour et les sensibilités à la collision nettement sous-estimées, est à prendre en compte, surtout pour celles dont les populations sont menacées ou quasiment menacées en Europe, afin d'anticiper d'éventuels impacts directs et cumulatifs.

Les flux migratoires sont globalement diffus au niveau du parc éolien de Bourbriac. Il semblerait qu'une voie à l'est du parc soit privilégiée par les passereaux.

L'observation des comportements en vol ne révèle pas de perturbation nette des trajectoires. Des adaptations de vol sont néanmoins envisageables pour plusieurs espèces puisqu'une majorité des oiseaux observés à proximité du parc utilise la hauteur de garde au sol des éoliennes.

3.3. COMPORTEMENT DES ESPECES HIVERNANTES

3.3.1. CORTEGES/ENJEUX/SENSIBILITES A L'ECHELLE DU PARC ET SES ABORDS IMMEDIATS

37 espèces hivernantes ont été recensées sur le parc et ses abords proches (dans les 2 kilomètres autour du parc).

Les observations en saison froide n'ont **pas montré d'intérêt notable pour les hivernants**. Une bande de Vanneaux huppés (350 individus) et de Pluviers dorés (600 individus) a été observée en fin décembre au nord-ouest du parc (en limite des parcs de Ty Nevez Mouric et de Le Gollet). Des ardélidés (Grande Aigrette et Héron cendré) ont régulièrement été observés se nourrissant dans les cultures et les prairies aux abords du parc.

Les haies et les boisements accueillent des groupes de Grives litorales, mauvis et musiciennes.

Au sud de la parcelle de l'éolienne E5, une trentaine d'Alouette des champs, ainsi que de nombreux fringilles et passereaux (Pipit farlouses, Verdier d'Europe, Bergeronnette grises etc.) se nourrissent dans un semis de céréales.

Au nord du parc de Bourbriac, un groupe de cinq Goélands argentés a été observé au nord de l'éolienne E1. Le Goéland argenté a une sensibilité « forte » aux risques de collision avec les éoliennes. De plus il est classé « Vulnérable » sur la Liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne de 2021.

En cas de conditions météorologiques particulières, la fréquentation du parc éolien de Bourbriac peut augmenter. En effet, la qualité des boisements et du réseau de haies dans l'AER est favorable à l'hivernage de certaines espèces. Une vague de froid peut faire descendre des effectifs considérables de grives et autres passereaux, mais pour certains de ces individus l'utilisation du parc ne sera que temporaire dans le secteur.

La zone d'étude locale présente un intérêt faible pour l'avifaune en hiver.

3.3.2. FONCTIONNALITES ET REACTIONS

Les mouvements locaux quotidiens concernent majoritairement les passereaux, dont les caractéristiques de déplacements sont équivalentes à celles évoquées en période de reproduction. Les réactions sont également les mêmes. Les espèces adaptent leurs trajectoires en s'approchant des éoliennes. Ces espèces s'alimentent au sein de cultures proches des éoliennes, allant jusqu'à s'alimenter à proximité immédiate des mats.

Le parc éolien et ses abords proches ne semblent pas jouer de rôle particulier pour l'avifaune hivernante. Nous retrouvons cependant quelques parcelles agricoles qui accueillent des effectifs intéressants de stationnement de passereaux notamment de Pinson des arbres et d'Alouette des champs. La majorité des espèces qui traversent le parc est composée de passereaux avec une majorité de grives, d'Etourneau sansonnet et de Pinson des arbres. Les espèces de laridés sont représentées plus anecdotiquement (Goéland brun et Goéland argenté). Les individus contournent le parc pour rejoindre la côte ou pour se nourrir dans les terres. Pour rappel, les laridés forment un groupe sensible aux collisions avec les éoliennes.

3.4. ELEMENTS DE COMPARAISON AVEC L'EIE / ICPE ET CONCLUSION

Rappelons tout d'abord que la comparaison post-implantation et pré-implantation est délicate, notamment du fait de zones d'étude différentes (zone d'étude prise en compte au stade projet plus

grande que celle du suivi post-implantation) et d'autre part, en raison d'une pression d'inventaire nettement moindre pour le suivi pré-implantation.

L'étude d'impact réalisée entre 2003 et 2004 a permis de dresser une liste des espèces d'oiseaux fréquentant la zone du parc avant son implantation :

- Toutes périodes confondues : 49 espèces d'oiseaux avaient été recensées sur le site ;
- En période de reproduction : 29 espèces nicheuses avaient été recensées sur le site.

3.4.1. AVIFAUNE EN PERIODE DE NIDIFICATION

Globalement, 5 espèces observées entre 2003 et 2004 n'ont pas été recontactées en 2023.

Parmi les 5 espèces non retrouvées lors des prospections de 2023, il faut noter une espèce à enjeu « moyen » : le Coucou gris.

Enfin, 3 nouvelles espèces nicheuses ont été contactées en 2023 au sein de l'AER : la Mésange à longue queue, la Fauvette des jardins et la Sittelle torchepot. Ces trois espèces ont un enjeu « faible » en Bretagne.

3.4.2. AVIFAUNE EN PERIODE DE MIGRATION

L'étude d'impact menée par Bretagne Vivante entre 2003 et 2004 ne fait pas apparaître de chiffre détaillé mais elle mentionne que pendant la migration pré- et postnuptiale, le flux d'oiseaux survolant ou faisant halte sur le site est assez fort et concerne principalement des espèces communes comme la Grive musicienne, la Grive litorale, la Grive mauvis, le Pinson des arbres et l'Alouette des champs.

3.4.3. AVIFAUNE EN PERIODE HIVERNALE

Parmi les espèces observées entre 2003 et 2004, 9 d'entre elles, sans enjeu pour la région, n'ont pas été retrouvées lors des prospections hivernales de 2023/2024. Il convient de noter que la Bécasse des bois, non recontactée lors de nos prospections, est une espèce discrète et difficile à détecter.

En outre, **15 nouvelles espèces, fréquentant l'AER en période hivernale**, ont été identifiées en 2023/2024 par rapport à l'EIE.

Elles présentent des sensibilités différentes aux risques de collision. Notons parmi elles que le Goéland argenté présente un enjeu « fort », le Goéland brun et le Vanneau huppé un enjeu « moyen ».

La Grande Aigrette, le Pigeon ramier, l'Alouette lulu, le Pluvier doré, la Grive draine, la Mésange huppée, la Mésange nonnette, le Pipit farlouse, le Pigeon biset, la Sittelle torchepot et la Bergeronnette des ruisseaux ont une sensibilité aux risques de collisions classée de « faible » à « négligeable ».

Les espèces les mieux représentées en hiver sont les fringilles et les grives en termes de diversité d'espèce. Les Vanneaux huppés et les Pluviers dorés sont conséquents par leur nombre mais il y a généralement des variations interannuelles.



4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

4.1. VALIDITE DU MATERIEL UTILISEE

Le micro du Batmode 2S+, et notamment sa capsule exposée aux intempéries extérieures, peut montrer des variations de sensibilité et ainsi affecter la bonne détectabilité des ultrasons émis par les chauves-souris. Un test de calibration quotidien a automatiquement été effectué pour vérifier la qualité du micro tout au long du suivi (cf. Annexe 6 : Diagramme de calibration du Batmode). Une valeur a été obtenue pour 225 nuits sur 237 nuits au total. Pour ce suivi acoustique, la calibration du micro a dépassé de temps en temps le seuil de fonctionnalité (-6/+6 dBFS par rapport à la valeur initiale selon Ecosphère) avec certaines fois des valeurs aberrantes, d'autres fois plus rares, aucune valeur obtenue. Le niveau de calibration pouvait même changer dans la même journée avec des valeurs devenant tant tôt hors du seuil tant tôt dedans. Cela signifie que lorsque le seuil de calibration est mauvais, le micro a une perte de sensibilité, influençant alors négativement la détectabilité des chauves-souris. Sur les 168 journées de mauvaise calibration du micro, 51 nuits ont tout de même enregistré plusieurs contacts et certaines sont apparues en même temps qu'un problème de monitoring.

On peut aussi comptabiliser 8 nuits de dysfonctionnement sur des nuits complètes (soit 96,6% de nuits totalement suivies) et 23 nuits de dysfonctionnement sur une partie de la nuit (soit 90,3% de nuits en partie suivies) sur les 237 nuits du suivi réalisé entre le 7 avril et le 30 novembre 2023. Les raisons des déconnexions du Batmode et des multiples arrêts monitoring ne sont pas connues (peut-être certaines fois débranchement du système lors de maintenances techniques). D'autres dysfonctionnements mineurs ont eu lieu mais sans impact apparent sur les enregistrements car apparus durant la journée. Les nuits de dysfonctionnement partiel ont eu un arrêt de plusieurs minutes ou heures sans connaître la durée exacte, et peuvent avoir certaines fois enregistrées quelques sons de chauves-souris, sans pour autant que la nuit soit totalement effective. Aucune période n'a pu donc être suivie dans son intégralité.

Par ailleurs, les données météorologiques fournies par le client ne sont pas complètes. Ainsi, les analyses de vent et de température seront à considérer avec précaution. Cependant, tous les contacts de chauves-souris ont pu être associés à des données nocturnes de vent et de température, et ont alors été couplés pour réaliser les analyses suivantes.

Finalement le suivi a été **totalement effectif sur 214 nuits soit 90,3 % de la période d'échantillonnage**, ce qui est **suffisant pour les analyses mais supprime un nombre trop important de contacts (n=360) dans les analyses**. Nous avons donc choisi de **prendre les 229 nuits complètes et en partie effectives soit 96,6 % de la période d'échantillonnage**. Cela nous permettra d'obtenir des relations entre les chauves-souris et les données météo plus complètes avec un nombre de contacts légèrement plus grand, qui restent toutefois à nuancer au regard des défaillances techniques durant le suivi.

4.2. DESCRIPTION DE L'ACTIVITE ENREGISTREE

4.2.1. RICHESSE SPECIFIQUE

Sur le parc éolien de Bourbriac, un total de **2 866 contacts** a été enregistré durant le suivi en nacelle de 2023 soit une activité de **10,3 contacts/nuits** sur la période de **suivi totalement effectif** et une activité de **10,6 contacts/nuits** sur la période de **suivi en partie effectif**. Ce taux d'activité global correspond à un **niveau fort** d'après le référentiel Altisphère.

L'analyse des enregistrements a permis d'identifier avec certitude lors de ce suivi, 4 espèces de chauves-souris fréquentant le parc éolien de Bourbriac :

- Une dominance du groupe des pipistrelles avec 74,9 % des données dont :
 - La grande majorité de Pipistrelle commune (66,33 %) ;
 - 7,99 % de Pipistrelle de Kuhl ;
 - 0,56 % de Pipistrelle de Nathusius.
- Une proportion plus faible du groupe des noctules et des sérotines avec (25,1 %) des données dont :
 - La grande majorité de Noctule de Leisler (24,81 %) ;
 - Le reste des données correspond à des séquences ne permettant pas la distinction précise entre le groupe des noctules et sérotines (0,31 %).

Cette richesse spécifique enregistrée est faible comparée aux 21 espèces connues à l'échelle régionale, mais peut-être en adéquation avec la localisation géographique assez proche de la côte. Les espèces de Pipistrelles et de Noctules-Sérotines sont connues pour évoluer en altitude et sont très communes dans les suivis réalisés à hauteur de nacelle dans l'ouest de la France.

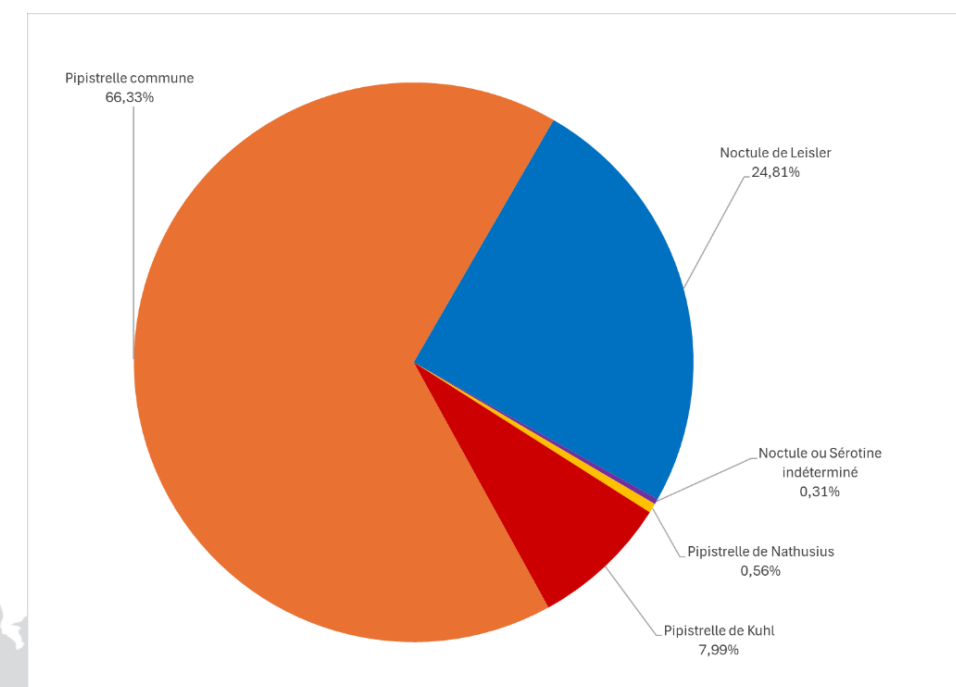


Figure 5 : Espèces contactées à hauteur de nacelle de l'éolienne E2 sur le parc de Bourbriac en 2023

4.2.2. CHRONOLOGIE DE L'ACTIVITE

Le tableau suivant présente les résultats d'activité par mois et période pour l'ensemble des espèces (cf. Tableau 6). La distribution des contacts au cours des périodes et de la nuit est également représentée sur la Figure 6 et la Figure 7.

Tableau 6 : Activités mensuelles enregistrées du 07/04 au 30/11/2023 depuis la nacelle de l'éolienne E2

Mois	Nuits positives	Nuits totalement suivies	Nb contacts totaux	Nb contact / nuits suivies totalement	Nuits totalement suivies et en partie suivies	Nb contacts partiels	Nb contact / nuits totales et partielles
Avril	1	24	6	0,25	24	6	0,25
1ère quinz. Mai	0	13	0	0	13	0	0
Période printanière	1	37	6	0,16	37	6	0,16
2ème quinz. Mai	1	16	1	0,06	16	1	0,06
Juin	16	21	737	35	27	1057	39,1
Juillet	5	28	107	3,8	28	107	0,262
Période estivale	22	65	845	13	71	1165	16,4
Août	8	30	108	3,6	31	113	3,6
Septembre	15	30	1170	39	30	1170	39
Période automnale 1	23	60	1278	21,3	61	1283	21
Octobre	7	28	377	13,5	31	412	13,3
Novembre	0	24	0	0	29	0	0
Période automnale 2	7	52	377	7,25	60	412	6,9
Total	53	214	2506	11,7	229	2866	12,5

L'analyse de l'activité selon les mois et les périodes liées au cycle de vie des chauves-souris permet de distinguer trois périodes enregistrant une activité notable sur le parc de Bourbriac en 2023 :

- Pendant la période printanière, le niveau d'activité global est « très faible » avec 0,16 contacts par nuit en moyenne (cf. Figure 6). L'activité est très faible avec seulement 6 contacts de chauves-souris (Pipistrelles communes uniquement) enregistrés en une nuit (le 26 avril) sur l'ensemble de la période. Cela peut s'expliquer par des vents globalement plus forts et des températures plus basses enregistrés sur la période (cf. Tableau 7) ;
- Pendant la période estivale, le niveau d'activité est « fort » avec 16,4 contacts par nuit en moyenne et représente 40,7 % de tous les contacts enregistrés sur l'ensemble du suivi dominée par la Noctule de Leisler et la Pipistrelle commune. L'activité est très irrégulière avec ponctuellement des nuits de plus forte activité, notamment des pics de forte activité le 10/06, le 11/06, le 16/06 et le 17/06 avec respectivement 314, 183, 124 et 288 contacts majoritairement du groupe des Noctules et Sérotines (Figure 6) ;
- Pendant la période automnale, on peut distinguer aussi :
 - Durant la première période automnale, l'activité est de niveau « fort » avec 21 contacts par nuit en moyenne et représente 44,8 % de tous les contacts enregistrés sur l'ensemble du suivi, largement dominée par les Pipistrelles. L'activité est irrégulière sur la période et plus faible en août qu'en septembre avec trois pics d'activité en début de mois les 05/09, 07/09 et 09/09, respectivement avec 197, 525 et 217 contacts enregistrés, majoritairement de Pipistrelles (cf. Figure 6).

- Durant la deuxième période automnale, l'activité est de niveau « assez fort » avec 6,9 contacts par nuit en moyenne. L'activité est totalement concentrée sur la première moitié d'octobre avec deux pics d'activité les 04/10 et 08/10 à 153 et 124 contacts de Pipistrelles enregistrés (cf. Figure 6), où les vitesses de vent sont faibles (2,14 et 1,58 m/s). Sur le reste de la période les vitesses de vents sont beaucoup plus élevées et les températures diminuent régulièrement jusqu'à la fin de la période (cf. Tableau 7).

On rappellera que la chronologie générale est dépendante des conditions météorologiques (étudiée au chapitre 4.3) avec donc des variations interannuelles.

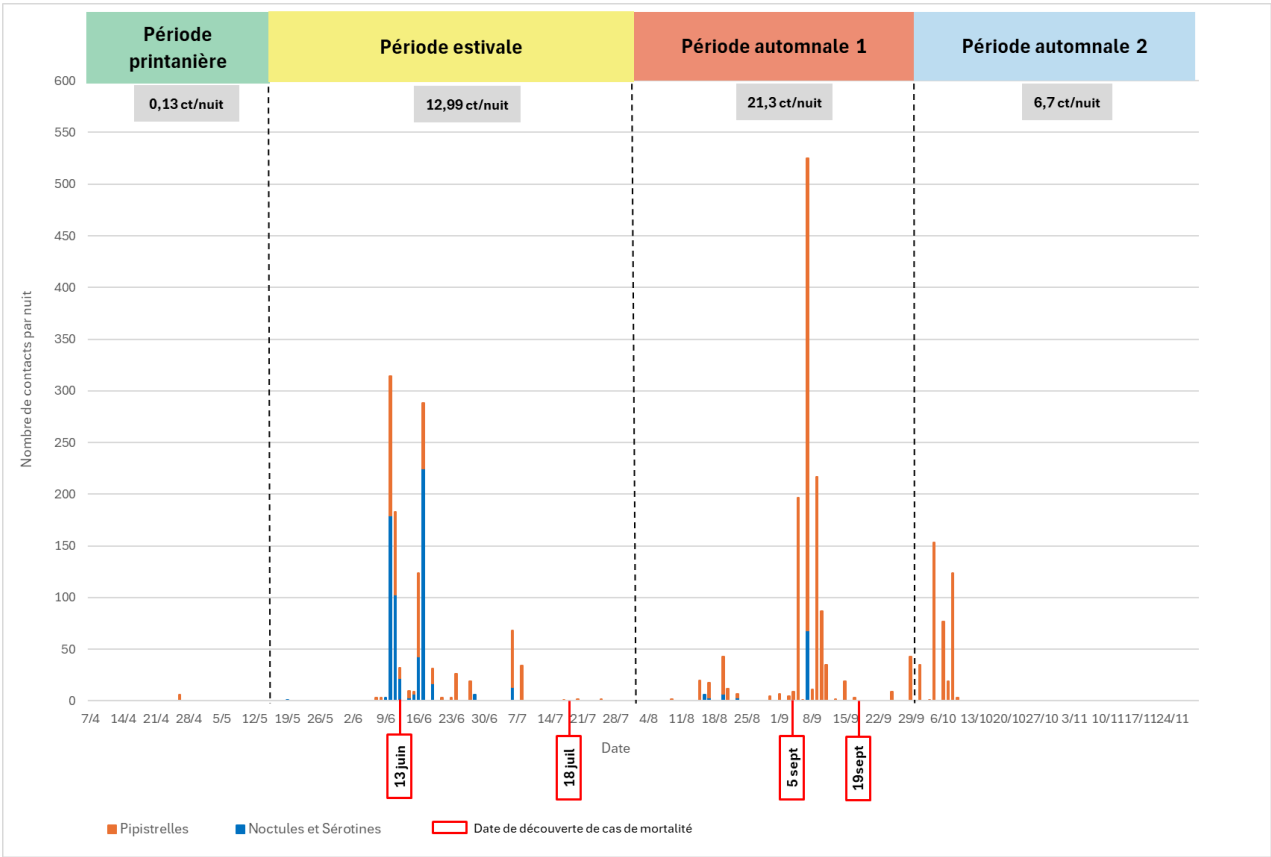


Figure 6 : Chronologie de l'activité enregistrée en nacelle de l'éolienne E2 pour 2023

Enfin, la Figure 7 permet de constater les points suivants :

- L'activité est répartie de façon assez homogène sur l'ensemble de la nuit pour l'ensemble des périodes étudiées, avec toutefois une légère diminution globale en fin de nuit ;
- Au total, 6 contacts de Pipistrelles communes ont été enregistrés quelques minutes (maximum 8 min) avant le coucher du soleil : 4 contacts le 26/04, 1 contact le 15/09 et 1 contact le 04/10.

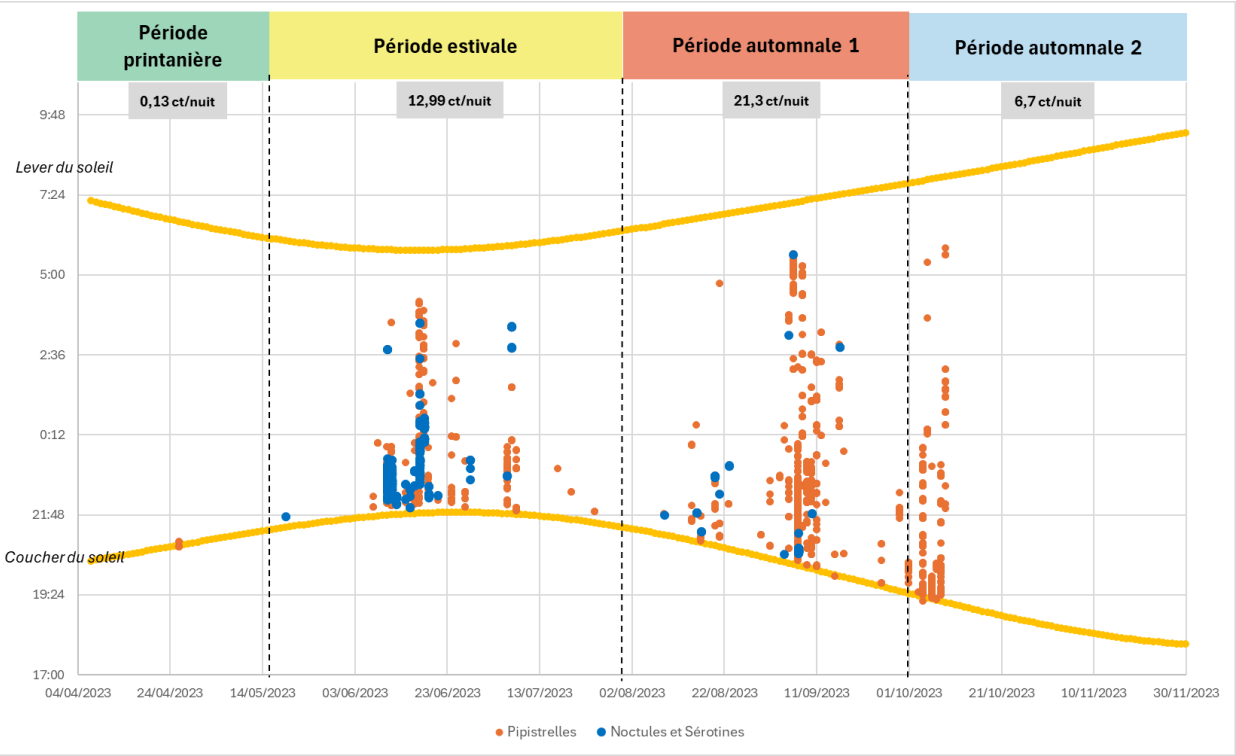


Figure 7: Chronologie de l'activité normée par rapport à l'heure du coucher et lever du soleil enregistrée en nacelle de l'éolienne E2 pour 2023

4.3. RELATION DE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS AVEC LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les données météorologiques fournies par la SAS « Parc éolien de Bourbriac » ont été recueillies par l'anémomètre (vitesse de vent) et le thermomètre (température) présents sur l'éolienne E2. Elles couvrent la période du 7 avril au 30 novembre 2023, avec cependant de nombreuses tranches horaires sans aucune donnée récupérées. Les mesures de la vitesse du vent et de la température ont été effectuées quotidiennement toutes les 10 minutes.

Ces données météo ont été corrélées avec les données des enregistrements de chauves-souris provenant de la même éolienne afin de caractériser les conditions dans lesquelles ces dernières fréquentent les abords de l'éolienne E2. Tous les contacts enregistrés ont des données météorologiques correspondantes (N=2866).

Le Tableau 7 ci-après montre la répartition moyenne de l'activité chiroptérologique et les données météorologiques nocturnes disponibles par mois.

Tableau 7 : Données météorologiques nocturnes moyennes enregistrées à hauteur de nacelle en 2023

	Vent nocturne moyen [min-max] (m/s)	Température nocturne moyenne [min-max] (°C)
Avril	5,58 [1,1-13,2]	9,77 [5-15]
Mai (1 ^{ère} quinz)	5,68 [1,5-12,6]	11,90 [9-17]
Mai (2 ^{ème} quinz)	6,01 [3-11,1]	11,82 [10-15]
Juin	4,51 [0,6-11,7]	15,96 [10-25]
Juillet	6,50 [1,4-13,3]	15,42 [11-24]
Août	5,64 [0,9-14,8]	15,99 [12-24]
Septembre	5,72 [0,5-15]	17,73 [10-28]
Octobre	6,93 [0,5-16,2]	14,15 [7-26]
Novembre	7,83 [1,2-28]	9,62 [5-16]

En 2023, les vents nocturnes les plus importants ont été enregistrés en octobre et novembre (entre 6 et 8 m/s en moyenne), et dans une moindre mesure en mai, juillet et octobre (> 6 m/s en moyenne). Le mois de juin enregistre les vitesses de vent les plus faible (< 5 m/s en moyenne), puis les autres mois sont relativement homogènes concernant la vitesse moyenne des vents nocturnes (entre 5 et 6 m/s en moyenne).

Les températures nocturnes moyennes sont de l'ordre de 11-12°C en mai, et 14-16°C en juin, juillet, août et octobre. Elles augmentent assez rapidement en septembre avec 17-18°C le mois le plus chaud. Les températures sont les plus faibles en avril et novembre avec 9-10°C.

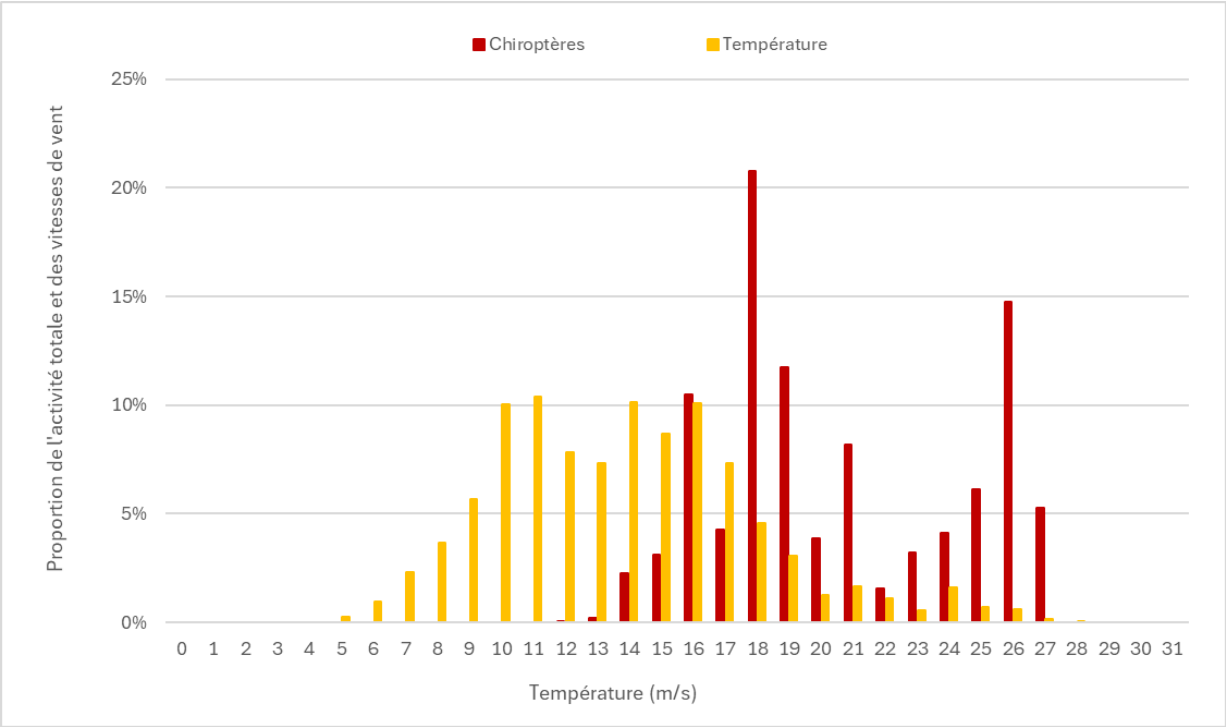


Figure 8 : Distribution de l'activité des chiroptères selon les températures nocturnes moyennes en 2023

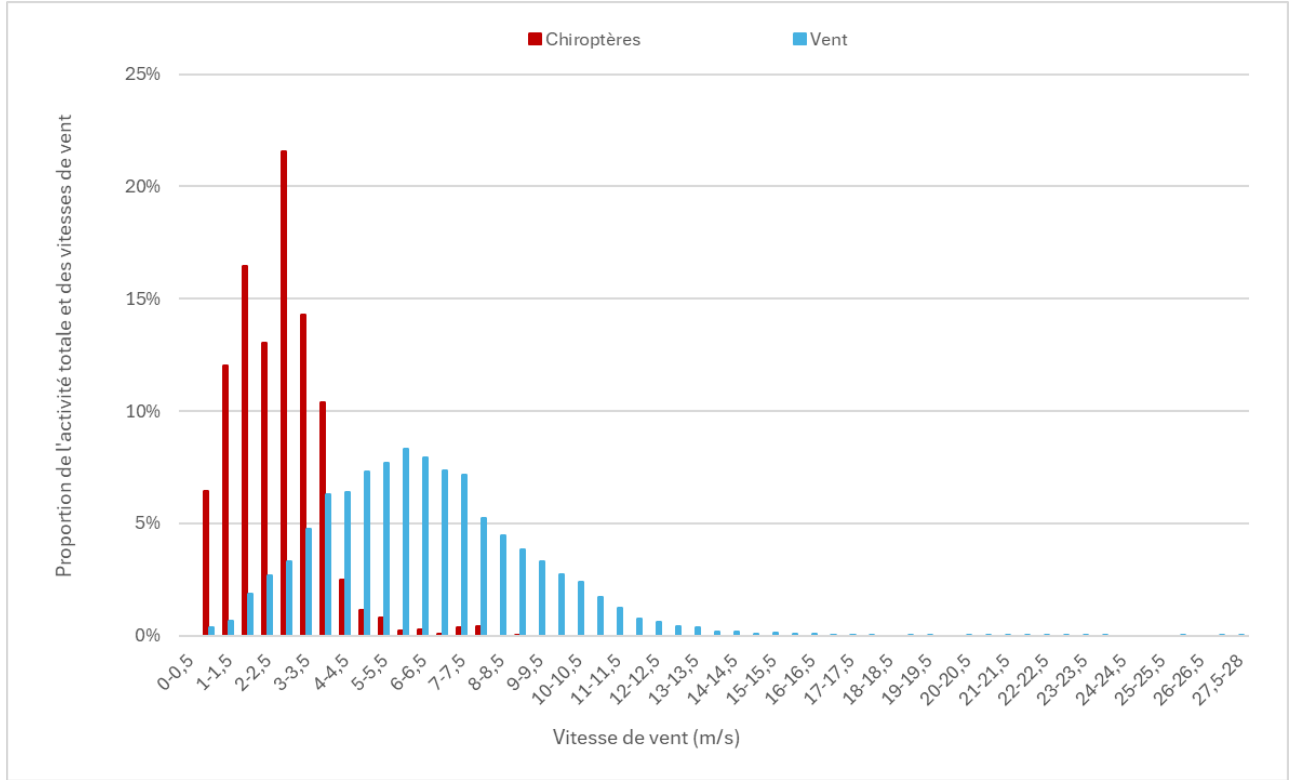


Figure 9 : Distribution de l'activité des chiroptères selon les vitesses de vent nocturnes moyennes en 2023

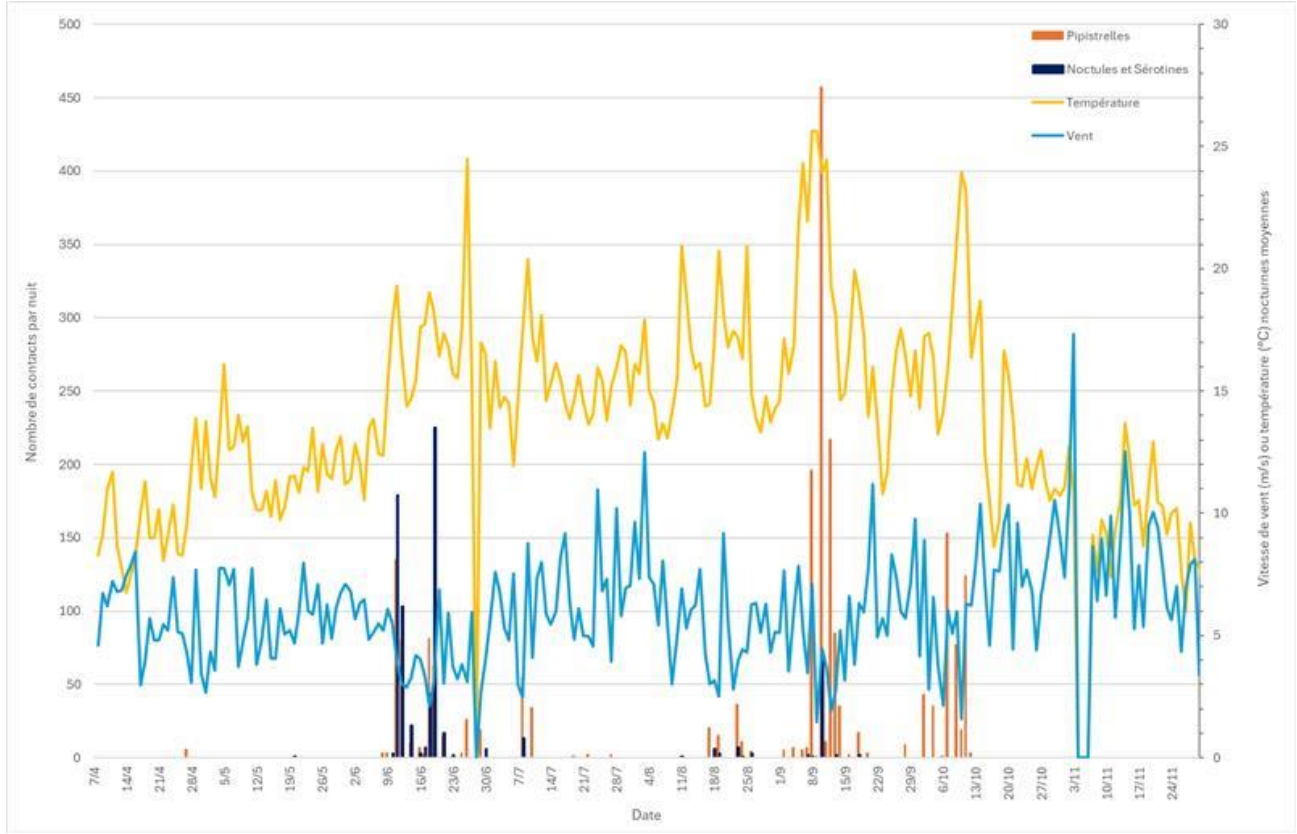


Figure 10 : Distribution de l'activité des chauves-souris selon les températures et vitesses de vent nocturnes moyennes sur l'éolienne E2 en 2023

4.3.1. RELATION ENTRE ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS ET TEMPERATURE

Sur l'ensemble de la période suivie, toutes les chauves-souris volent à des températures comprises entre 12 et 27°C. L'activité chiroptérologique est anecdotique sous 14°C pour les trois premières périodes et sous 13°C pour la quatrième période.

La corrélation de l'activité des chauves-souris avec les températures permet de constater que la totalité de l'activité a été enregistrée pour des températures supérieures à 10°C pour toutes les périodes. La majorité des contacts (> 90 %) a été obtenue pour des températures supérieures à 12°C avant mi-mai, supérieures à 15°C entre mi-mai et fin juillet, supérieures à 13°C entre octobre et novembre (cf. Figure 11 et Tableau 8). Entre août et septembre, les chiroptères ont été enregistrés à hauteur de nacelle par des températures légèrement plus chaudes avec au moins 90 % des données enregistrées pour une température supérieure à 17°C, ce qui est cohérent avec la hausse globale des températures au moins de septembre (cf. Figure 11 et Tableau 8).

La température minimale à laquelle une chauve-souris a été enregistrée en altitude est de 12°C dans la nuit du 19 mai 2023 (Noctule ou Sérotine indéterminée).

	Transit printanier	Estivage	Transit automnal 1	Transit automnal 2
	7 avril au 15 mai (n = 6)	16 mai au 31 juillet (n = 1165)	01 août au 30 septembre (n = 1283)	01 octobre au 30 novembre (n = 412)
Niveau d'activité	Faible	Fort	Fort	Assez fort
Nombre moyen de contacts/nuit	0,16	16,4	21	6,9
Pourcentage des données pour une température supérieure à 10°C	100 %	100 %	100 %	100 %
Au moins 90 % des données obtenues pour une température supérieure à...	12 °C	15 °C	17 °C	13 °C

Tableau 8 : Corrélation entre activité des chauves-souris et température au parc de Bourbriac en 2023 sur l'éolienne E2 (n correspond au nombre de contacts utilisé pour la corrélation sur une période donnée)

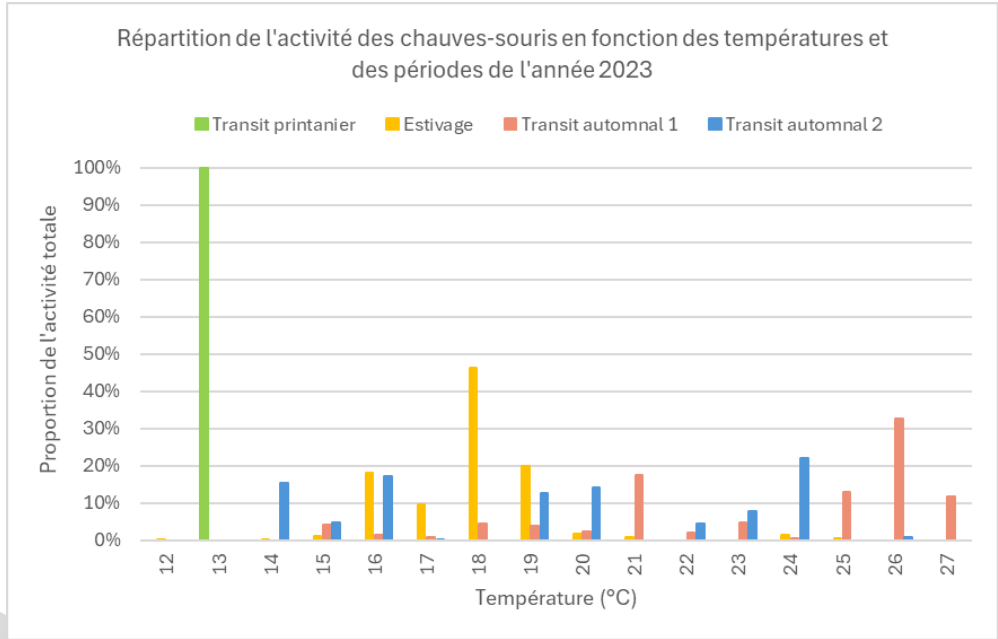


Figure 11 : Répartition des contacts de chauves-souris en fonction des températures et des périodes de l'année 2023

4.3.2. RELATION ENTRE ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS ET VITESSE DE VENT

Sur l’ensemble de la période suivie, toutes les chauves-souris volent à des vitesses de vent comprises entre 0,5 et 8,7 m/s. L’activité chiroptérologique est globalement anecdotique au-delà de 5,5 m/s sauf pour le transit automnal 1 (au-dessus de 8 m/s).

L’analyse de la Figure 12 et du Tableau 9 permet de mettre en évidence les points suivants :

- En transit printanier, en estivage et en transit automnal 2, la totalité des données a été enregistrée pour une vitesse de vent inférieure à 6 m/s. Tandis que pour le transit automnal 1, 97% des données ont été enregistrés pour cette même valeur de vent ;
- Entre fin mars et mi-mai, une majorité (> 90 %) de l’activité a été enregistrée pour des vitesses de vents inférieures à 2,5 m/s. Le nombre de contacts est très faible pour cette période, la corrélation est donc moins fiable pour cette période que sur le reste du suivi. Entre octobre et novembre, la majorité a été enregistrée pour des vitesses de vent inférieures à 3 m/s. Sur cette période, les températures sont plus froides et les vitesses de vent plus élevées, les chauves-souris sont alors actives lorsque les vitesses de vent sont plus faibles uniquement ;
- De mi-mai à fin septembre, plus de 90 % de l’activité est obtenue pour des vitesses de vent inférieures à 4 m/s.

La vitesse de vent maximale à laquelle une chauve-souris a été enregistrée en altitude est de 8,7 m/s dans la nuit du 6 septembre 2023 (Pipistrelle commune).

	Transit printanier	Estivage	Transit automnal 1	Transit automnal 2
	7 avril au 15 mai (n = 6)	16 mai au 31 juillet (n = 1165)	01 août au 30 septembre (n = 1283)	01 octobre au 30 novembre (n = 412)
Niveau d’activité	Faible	Fort	Fort	Assez fort
Nombre moyen de contacts/nuit	0,16	16,4	21	6,9
Pourcentage des données pour une vitesse de vent < 6 m/s	100 %	100 %	97 %	100 %
Au moins 90 % des données obtenues pour une vitesse de vent inférieure à...	2,5 m/s	4 m/s	4 m/s	3 m/s

Tableau 9 : Corrélation entre activité des chauves-souris et vitesse de vent au parc de Bourbriac en 2023 sur l’éolienne E2 (n correspond au nombre de contacts utilisé pour la corrélation sur une période donnée)

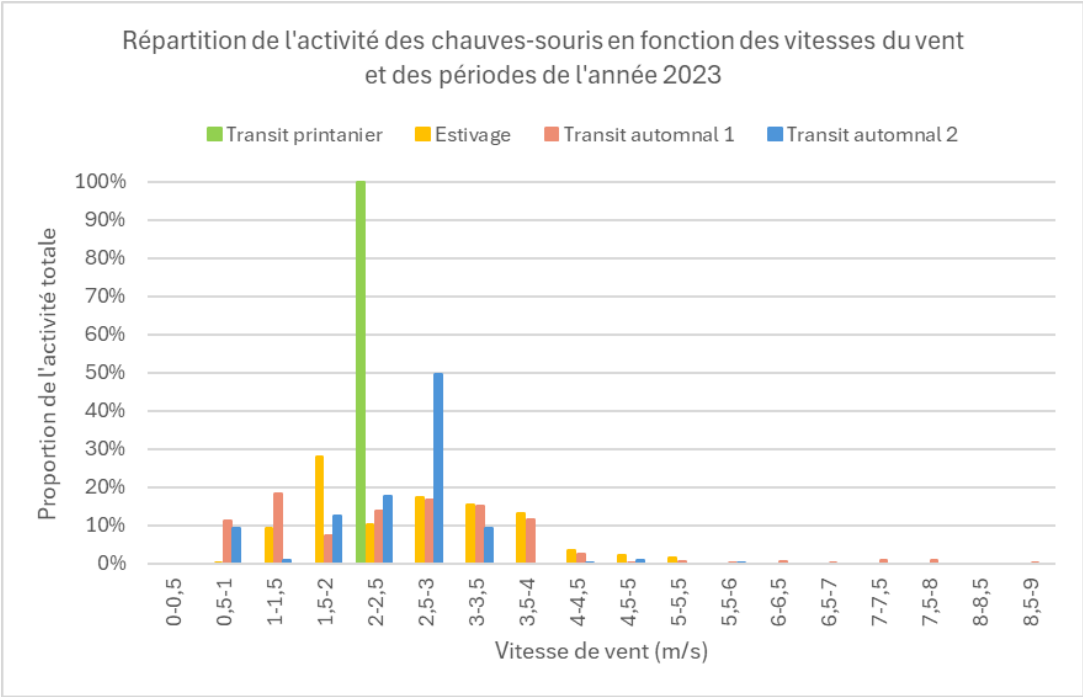


Figure 12 : Répartition des contacts de chauves-souris en fonction des vitesses de vent et des périodes de l’année 2023

4.4. SYNTHESE DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

Le site de Bourbriac présente en 2023 une activité en altitude significative de niveau très fort sur les périodes d’estivage et de transit automnal 1, de niveau assez fort en transit automnal 2, de niveau faible en transit printanier.

L’activité est majoritairement dominée par une espèce : la Pipistrelle commune (66,33 % des données), puis s’en suivent deux espèces : la Noctule de Leisler (24,81 %) et la Pipistrelle de Kuhl (7,99 %). Elles sont toutes habituellement retrouvées en altitude. La Pipistrelle commune est considérée comme très sensible au risque de collision lié à l’éolien, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Kuhl ont elles aussi une sensibilité forte au risque éolien (cf. Annexe 3 : Méthodologie d’évaluation de la sensibilité des oiseaux et des chiroptères aux collisions éoliennes).

L’activité des chauves-souris se prolonge tout au long de la nuit, et est répartie de façon irrégulière quelle que soit la période de fin mars à fin novembre 2023. Seuls 6 contacts ont été enregistrés avant le coucher du soleil, principalement en avril.

Par ailleurs, sur l’ensemble des périodes, de fin mars à fin novembre, la totalité des contacts a été enregistrée au-dessus de 10°C, ainsi que la quasi-totalité a volé par des vitesses de vent inférieures à 6 m/s (97 % pour le transit automnal 1, cf. Figure 8 et Figure 9). Ces valeurs des paramètres correspondent aux valeurs de régulation les plus communément proposées dans l’analyse qu’Ecosphère a réalisé sur les arrêtés préfectoraux de 816 parcs éoliens français.





5. RESULTATS DU SUIVI DE MORTALITE

5.1. RESULTATS BRUTS

L'intégralité des données recueillies dans le cadre de ce suivi (espèce, sexe, âge, date de découverte, statut, cause de la mortalité, éolienne, distance au mât, coordonnées, découvreur, identificateur) est détaillée en Annexe 10 : Synthèse des cadavres découverts lors du suivi de mortalité.

Sous les 4 éoliennes du parc de Bourbriac suivies en 2023 et dans un rayon de 50 m autour des mâts, un total de 4 cadavres a été découvert. Il s'agit uniquement de chauves-souris.

5.1.1. REPARTITION SPATIALE

Les cadavres découverts sur le parc de Bourbriac sont distribués de manière hétérogène entre les éoliennes, avec 1 cadavre découvert sous l'éolienne E1 et 3 cadavres découverts sous l'éolienne E5, et aucun cadavre sous les autres éoliennes (cf. Carte 4 p.Erreur ! Signet non défini. et tableau ci-dessous). Cette hétérogénéité ne reflète pas les conditions locales assez homogènes sur le parc, avec une topographie et un contexte similaire entre les différentes éoliennes. Il est toutefois à noter que les analyses sur la répartition spatiale des cadavres sont limitées par le faible nombre de cadavres découverts.

Avec 3 cadavres de chauves-souris, l'éolienne E5 apparaît la plus mortifère comparativement aux trois autres éoliennes en fonctionnement. L'éolienne est sur le point haut du parc et se trouve dans l'axe de deux boisements séparés de plus de 260 mètres, ce qui pourrait expliquer la mortalité plus élevée sous cette éolienne. Au moment des suivis, l'occupation du sol a été du labour puis de la culture de maïs. Il n'y avait donc pas de développement d'une friche ou d'un couvert végétal présentant une attractivité plus importante notamment pour les chauves-souris.

Tableau 10 : Répartition des cadavres découverts en 2023 (n=4) sur le parc éolien de Bourbriac

Eolienne n°	Nombre de cadavres découverts	Chiroptères	Oiseaux
E1	1	1	0
E2	0	0	0
E3	0	0	0
E4	0	0	0
E5	3	3	0
TOTAL	4	4	0

5.1.2. REPARTITION TEMPORELLE ET ESPECES CONCERNEES

La mortalité est plutôt répartie de manière régulière au cours de la période de suivi comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 11 : Répartition temporelle de la mortalité (n = 4 sous les 4 éoliennes suivies)

Période	Sous-période	Date	Chiroptères	Oiseaux	Total
1	Période printanière	16/05/2023	0	0	0
		23/05/2023	0	0	0
	Période estivale	24/05/2023	0	0	0
		26/05/2023	0	0	0
		30/05/2023	0	0	0
		02/06/2023	0	0	0
		06/06/2023	0	0	0
		13/06/2023	1	Pipistrelle commune (E1)	1
		20/06/2023	0	0	0
		27/06/2023	0	0	0
		04/07/2023	0	0	0
		11/07/2023	0	0	0
		18/07/2023	1	Pipistrelle commune (E5)	1
		26/07/2023	0	0	0
2	Période automnale 1	01/08/2023	0	0	0
		09/08/2023	0	0	0
		16/08/2023	0	0	0
		22/08/2023	0	0	0
		30/08/2023	0	0	0
		05/09/2023	1	Pipistrelle commune (E5)	1
		12/09/2023	0	0	0
		13/09/2023	0	0	0
		15/09/2023	0	0	0
		19/09/2023	1	Sérotine commune (E5)	1
		22/09/2023	0	0	0
		26/09/2023	0	0	0
	Période automnale 2	03/10/2023	0	0	0
		10/10/2023	0	0	0
		17/10/2023	0	0	0
		25/10/2023	0	0	0



Pipistrelles communes sous l'éolienne E1 (à gauche) et l'éolienne E5 (à droite) (TBM environnement)



Sérotine commune (à gauche) et Pipistrelle commune (à droite) sous l'éolienne E5 (TBM environnement)

Ainsi, sur le parc Bourbriac, 4 cadavres ont été découverts :

- **4 chauves-souris appartenant à 2 espèces** : trois Pipistrelles communes dont 2 locales et 1 en transit automnal possible, et une Sérotine commune en transit automnal possible.

En période d'**estivage** (mise-bas et élevage des jeunes de mi-mai à fin juillet), **la mortalité concerne deux Pipistrelles communes sous les éoliennes E1 et E5.**

En période d'**envol des jeunes et transit automnal** (d'août à mi-novembre), **la mortalité concerne une Pipistrelle commune et une Sérotine commune sous l'éolienne E5.**



Carte 4 : Localisation des cadavres découverts en 2023 sur le parc éolien de Bourbriac

5.2. RESULTATS DE LA MORTALITE ESTIMEE

5.2.1. VARIABLES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

5.2.1.1. Ajustement de la surface réellement prospectée

La couverture végétale étant variable selon la période de l'année, tous les périmètres d'étude n'ont pas pu être prospectés (cultures hautes, cf. Tableau 12). Le coefficient surfacique a été calculé pour chaque éolienne et chaque période du suivi (cf. Tableau 13).

Tableau 12 : Type de végétation dans le périmètre d'étude de chaque éolienne sur les périodes de suivi

Période	Sous-période	Dates	E1	E2	E3	E4	E5
1	Période estivale	mi-mai à fin juillet	Herbe	Herbe	-	Sol nu, Maïs	Sol nu, Maïs
2	Période automnale	début août à fin octobre	Herbe	Herbe	-	Maïs, sol nu	Maïs, sol nu

Tableau 13 : Surface moyenne prospectée (%) par éolienne et par période en 2023

Période	Sous-période	Dates	Nb de passages	E1	E2	E3	E4	E5	MOYENNE
1	Période estivale	mi-mai à fin juillet	11	46%	11%	-	71%	59%	47%
2	Période automnale	début août à fin octobre	13	26%	47%	-	23%	25%	30%
Moyenne :				35%	30%	-	45%	41%	38%

La surface de prospection moyenne sur l'ensemble du suivi est faible (38 %) bien qu'hétérogène entre les périodes. Elle est faible avec 47 % en première période (éolienne E2 en dessous de 40%) et moyenne avec 30 % en seconde période (toutes en dessous de 40% sauf l'éolienne E2).

L'obtention d'estimations statistiques suffisamment robustes est généralement associée à cette valeur de 40% de surface prospectée selon Behr et al., 2011. La surface prospectée est donc insuffisante pour réaliser des estimations de mortalité fiable sur la première période pour l'éolienne E2, et pour toutes les éoliennes (sauf l'éolienne E2) sur la deuxième période.

5.2.1.2. Persistance des cadavres

Il a été décidé de considérer des valeurs de Tm et de p identiques sur l'ensemble du parc car :

- Le contexte environnemental des 4 éoliennes suivies est semblable et les classes de végétation ont varié entre 2 et 3 pour l'ensemble des éoliennes ;
- La présence quotidienne de carnivores/omnivores (chiens, laridés, sangliers, renards, corvidés, etc.) susceptibles d'emporter des cadavres naturels est avérée ;
- En Europe, il a été démontré que les taux de persistance sont globalement constants dans le temps (Körner-Nievergelt & al., 2011).

Les résultats des tests de persistance sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 14 : Taux de persistance des 52 leurres déposés au pied des 4 éoliennes

		J+1		J+3		J+7		J+10		J+14	
		p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm
P1	Cadavres « à poils »	0,36	0,7 j	0,04	1,2 j	0,00	1,3 j	0,00	1,3 j	0,00	1,3 j
	Cadavres « à plumes »	0,29	0,7 j	0,25	1,5 j	0,17	2,3 j	0,08	2,7 j	0,00	2,9 j
P2	Cadavres « à poils »	0,56	0,77 j	0,00	0,15 j	0,00	1,46 j	0,00	0,00 j	0,00	1,77 j
	Cadavres « à plumes »	0,50	0,8 j	0,00	1,3 j	0,00	1,3 j	0,00	1,3 j	0,00	1,3 j
Moyenne		0,43	0,71	0,09	1,29	0,04	1,55	0,02	1,65	0,00	1,69

Tm j+7 = temps moyen de persistance (en jours) durant un intervalle de 7 jours

p j+7 = taux de persistance durant l'intervalle (proportion de cadavres présents après 7 jours)

Tableau 15 : Probabilité de persistance r calculée avec GenEst

GenEst	Période 1	Période 2	Toutes périodes
	Médiane [IC 10 - 90%]	Médiane [IC 10 - 90%]	Médiane [IC 10 - 90%]
Probabilité de persistance à j+3	0,50 [0,44 ; 0,57]	0,45 [0,38 ; 0,53]	0,49 [0,44 ; 0,54]
Probabilité de persistance à j+7	0,24 [0,20 ; 0,29]	0,20 [0,16 ; 0,24]	0,23 [0,20 ; 0,27]

Ces résultats des tests sont ensuite implémentés dans GenEst. L'application GenEst nous dit qu'après 7 jours, l'observateur à 24 % de chance de trouver un cadavre en période 1 (avec un intervalle de confiance compris entre 20 % et 29 %) et qu'après 3 jours, l'observateur à 45 % de chance de trouver un cadavre en période 2 (avec un intervalle de confiance compris entre 38 % et 53 %).

Notons que le test de persistance n'est réalisé qu'une seule fois à chaque période, que le résultat reste une moyenne et que les cadavres sont des souris, des rats et des poussins décongelés dont l'appétence peut être différente de celles des réels cadavres d'oiseaux et de chauves-souris encore frais. Plus le temps de persistance est court, plus l'incertitude des estimations est grande.

Dans le cadre de ce suivi et au regard de l'intervalle réalisé entre les passages (7 jours aux deux périodes), les valeurs de persistance des cadavres « non naturels » sont :

- Temps moyen de persistance (Tm) : 1,8 (période 1) et 1,38 (période 2) ;
- Taux de persistance (p) à j+7 : 0,085 (période 1) et 0 (période 2) ;
- Probabilité de persistance (r) à j+7 : 0,24 [IC 80 % : 0,20 - 0,29] (période 1) et 0,20 [IC 80 % : 0,16 - 0,24] (période 2).

Ainsi, la persistance est jugée :

- Très faible en périodes 1 et 2 : les chances de trouver un cadavre qui serait tombé 7 jours avant le passage sont très réduites.

5.2.1.3. Efficacité de l'observateur

L'efficacité de l'observateur a été testée uniquement sur les surfaces prospectables pour les 4 éoliennes suivies sur les deux périodes (cf. Tableau 16).

Dans des conditions normales de recherche, 60 leurres ont été retrouvés par l’observateur sur les 76 disposés en deux sessions au sein des différentes classes de végétation.

Tableau 16 : Résultats des tests d’efficacité par classe de végétation

	Test en période 1 (06/06/23)		Test en période 2 (12/09/23)		TOTAL
	Visibilité bonne	Visibilité moyenne	Visibilité bonne	Visibilité moyenne	
Nombre de leurres déposés	24	16	19	17	76
Nombre de leurres retrouvés	24	14	15	7	60
Taux détection	95 %		61 %		78 %

Le taux moyen de découverte des leurres est de 95 % en période 1 et 61 % en période 2. Ce taux de détection est considéré comme « très bon » en période 1 et « moyen » en période 2.

De la même manière que pour le taux de persistance, ces résultats bruts sont implémentés dans GenEst. L’application permet une estimation de l’efficacité de l’observateur, celle-ci étant fonction de deux paramètres : la probabilité de détection d’un cadavre au premier passage suivant son arrivée, et k le facteur de variabilité de l’efficacité en fonction de l’état d’avancement du cadavre.

Une valeur de $k = 0$ affirme que les cadavres qui sont manqués lors de la première recherche ne peuvent pas être redécouverts lors d’une recherche ultérieure pour un même test, et $k = 1$ signifie que l’efficacité reste constante quel que soit l’âge du cadavre et le nombre de fois qu’un cadavre a été manqué dans les recherches précédentes. Dans le cas présent, k est fixé à 0,75, valeur intermédiaire permettant de prendre en compte une baisse potentielle de la probabilité de détection, liée au fait que plus un cadavre est ancien, plus il est dégradé.

L’efficacité de l’observateur a été modélisée pour chaque période, pour les deux classes de visibilité prospectées. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 17 : Résultats des tests d’efficacité par classe de visibilité et par période obtenus avec GenEst

Classe de visibilité	Période 1 Mi-mai - fin juillet	Période 2 Début août - Fin octobre
	Médiane [IC 10 - 90%]	Médiane [IC 10 - 90%]
Bonne	0,98 [0,93 ; 0,99]	0,84 [0,70 ; 0,92]
Moyenne	0,87 [0,73 ; 0,95]	0,41 [0,27 ; 0,57]
TOTAL	0,95 [0,88 ; 0,98]	0,64 [0,53 ; 0,73]

Le taux d’efficacité (ou de détection) est plus élevé en période 1 qu’en période 2 :

- 95 % [IC 80 % : 88 - 98 %] en période 1, soit un très bon taux ;
- 64 % [IC 80 % : 53 - 73 %] en période 2, soit un taux correct.

La différence de taux d’efficacité entre les deux périodes est significative, avec une baisse constatée en période 2 lorsque la visibilité est moyenne, ce qui implique un biais qui sera pris en compte dans les estimations.

Que ce soit par des calculs simplifiés sur Excel ou via l’application GenEst, on constate que le taux de détection montre globalement une recherche efficace des cadavres.

5.2.1.4. Faisabilité de l’estimation de la mortalité

Les différentes variables calculées sont censées permettre de corriger les résultats afin d’exprimer une estimation de la mortalité à l’échelle des éoliennes et de la période suivies. Il est néanmoins nécessaire d’analyser si ces paramètres sont suffisamment robustes et représentatifs pour éviter d’aboutir à des estimations trop aléatoires et ininterprétables. Écosphère analyse la robustesse de ces paramètres au regard des nombreuses données internes disponibles (suivis de parcs dans des conditions équivalentes et avec des méthodologies proches) et vis-à-vis des conséquences des potentiels biais des variables calculées.

Le nombre de cadavres brutes est tout d’abord analysé, indépendamment de la représentativité des surfaces prospectées et de la persistance. Si estimation statistique il y avait, il serait nécessaire de traiter les données de chaque période indépendamment pour des raisons strictement mathématiques (éventuelles différences d’intervalles entre les passages, de surface prospectée, de persistance, voire d’efficacité) mais également d’analyse des résultats (paramètres de bridages variables entre les périodes, écologie des espèces différente). De la même façon, il est intéressant de traiter indépendamment oiseaux et chauves-souris (écologies et mesures différentes). Cela implique un éclatement du jeu de données brut qui peut s’avérer trop faible pour des estimations fiables.

- Sur l’ensemble des 4 éoliennes suivies, 4 cadavres ont été découverts : 2 en période 1 et 2 en période 2. Ainsi, l’estimation de la mortalité peut être calculée pour les 2 périodes mais le faible jeu de données brutes conduit à considérer les résultats avec précaution ;
- Sur le parc de Bourbriac, uniquement des chauves-souris ont été retrouvées. La distinction par groupe et par période pour effectuer les calculs est nécessaire, seul ce groupe peut faire l’objet d’une estimation de mortalité par période.

Concernant l’efficacité de la recherche, les différents observateurs ayant réalisé les passages du suivi de la mortalité ont été testés. Une méthodologie standardisée a été suivie. L’efficacité de recherche est globalement bonne bien que bien meilleure en première période.

S’agissant de la persistance, les tests ont été effectués de façon standardisée pour les deux périodes suivies. L’échantillon de leurres posés est suffisamment grand pour considérer que les tests sont suffisamment représentatifs. Différents types de leurres ont été posés pour intégrer une différence de persistance entre les chauves-souris et les oiseaux. L’intégration de la persistance mesurée d’après ces leurres dans les applications permet de corriger les différentes estimations par groupe impacté. La persistance est globalement très faible sur toute la durée du suivi (1,8 et 1,38 jours respectivement pour les périodes 1 et 2).

Enfin, s’agissant des surfaces prospectées, elles sont variables entre les éoliennes et les deux périodes : variabilité temporelle suite à l’occupation du sol. Il y a une différence notable entre les périodes 1 et 2 (47 et 30 %). La surface de prospection y est inférieure à 40% sur la période 2 (sauf pour l’éolienne E2) et supérieure à 40% sur la période 1 (sauf pour l’éolienne E2). Ce biais doit donc être intégré aux réflexions autour des résultats bruts et estimés.

En conséquence de tous ces éléments, **des estimations statistiques ont été poursuivies à l'échelle de chacune des 2 périodes, en scindant les estimations liées aux oiseaux de celles liées aux chiroptères.**

Il est aussi retenu que les résultats obtenus en seconde période auront moins de pertinence (plus d'incertitude) que ceux de la première période, et donc l'interprétation devra être plus réservée (surface prospectée plus faible et efficacité plus faible).

Les différents paramètres pris en compte dans les calculs statistiques sont résumés dans le tableau ci-dessous. Rappelons que GenEst permet d'utiliser les paramètres détaillés par éolienne, par passage, par observateur, par type de cadavre...

Tableau 18 : Paramètres généraux pris en compte pour les estimations de la mortalité pour les chiroptères

Paramètres	Bourbriac	
Période du suivi	P1 mi mai - fin juillet 2023	P2 début août - fin octobre 2023
Nbre d'éoliennes suivies	4	
Cadavres découverts	4 chiroptères	
	2 chiroptères	2 chiroptères
d (taux de détection moyen)	0,95	0,64
p (taux de persistance durant l'intervalle)	0,24 (j+7)	0,20 (j+7)
Tm (durée moyenne de persistance durant l'intervalle)	1,8 jours	1,38 jours
r (probabilité de persistance)	0,24 [IC 80 % : 0,20 - 0,29]	0,20 [IC 80 % : 0,16 - 0,24]
l (intervalle moyen entre 2 visites)	7,1 jours	7,0 jours
n (nombre de passage)	11	13
Sk (surface prospectée moyenne)	47 %	30 %

5.2.2. ESTIMATION DE LA MORTALITE AVEC GENEST

Le Annexe 11 : Paramètres servant à l'estimation de la mortalité réelle avec GenEst.

Tableau 19 présente les résultats des estimations de la mortalité à chaque période et pour chaque type de cadavre à l'échelle du parc de Bourbriac, obtenues à partir des modélisations faites avec l'application « GenEst ».

Le détail des choix retenus pour les modélisations opérées par GenEst afin d'ajuster au mieux les estimations au jeu de données est présenté en Annexe 11 : Paramètres servant à l'estimation de la mortalité réelle avec GenEst.

Tableau 19 : Estimations statistiques de la mortalité sous GenEst (Simonis & al. 2018)

Estimation	Période	Mortalité brute	GenEst	
			Médiane [IC 10 – 90 %]	Ensemble du suivi
Chiroptères	Période 1	2	15,2 [2,0 ; 32,3]	77,4 [IC 80 % : 20,7 - 159,1]
	Période 2	2	59,4 [2,0 ; 143,8]	

GenEst fournit les estimations de mortalité suivantes pour les quatre éoliennes suivies du parc :

- Chauves-souris :
 - 1^{ère} période : environ 15,2 chauves-souris tuées [IC 80 % : 2,0 - 32,3] ;
 - 2^{nde} période : environ 59,4 chauves-souris tuées [IC 80 % : 2,0 - 143,8] ;
- Oiseaux :
 - 1^{ère} période : non estimable (0 cadavre) ;
 - 2^{nde} période : non estimable (0 cadavre).

5.3. CONCLUSION DU SUIVI DE MORTALITE

Ce suivi est le 1^{er} réalisé sur le parc éolien de Bourbriac. Il a fait l'objet de **24 passages répartis entre le 16 mai et le 25 octobre 2023**, avec un **intervalle moyen entre les passages de 7 jours**. Sur les 5 éoliennes du parc, 4 ont été suivies dans un **rayon de 50 m** autour du mât. L'éolienne 3 étant hors service, aucun suivi n'a été effectué en 2023.

La surface moyenne de prospection est supérieure à 40 % sur la période 1, ce qui est considéré comme bon et inférieure à 40 % sur la période 2 (sauf pour l'éolienne E2) donc considéré mauvais. La probabilité de persistance d'un cadavre est de 1,8 jours en période 1 et de 1,38 jours en période 2, ce qui est considéré comme faible. Les tests de détection réalisés montrent une efficacité très bonne de 95 % en période 1 et moyenne de 64 % en période 2.

Le fonctionnement des 5 éoliennes du parc éolien de Bourbriac, dont les 4 en activités suivies a ainsi généré une mortalité :

- Avérée de 4 chauves-souris et estimée d'environ 77,4 chauves-souris [IC 80 % : 20,7 - 159,1] par an, dont :

- Une **mortalité brute de 2 individus et une mortalité estimée de 15,2 individus** [IC 80 % : 2 - 32,3] sur une période de 2,5 mois de mi-mai à la fin juillet (**période 1**) ;
- Une **mortalité brute de 2 individus et une mortalité estimée de 59 individus** [IC 80 % : 2 - 143,8] sur une période de 3 mois de début août à fin octobre (**période 2**).

Pour rappel, la mortalité des oiseaux engendrée par le parc n'a pu faire l'objet d'une estimation via GenEst du fait de l'absence de découverte de cadavre au cours du suivi réalisé en 2023.

Rappelons que ces estimations sont valables pour la période de prospection uniquement. La mortalité engendrée annuellement par le parc est potentiellement supérieure à celle estimée dans le cadre de notre étude.





6. MISE EN RELATION ENTRE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS EN ALTITUDE ET LES CAS DE MORTALITE OBSERVES

Durant le suivi de mortalité réalisé en 2023, 4 cadavres de chauves-souris ont été découverts (cf. chapitre 5.1). La mise en relation des données de mortalité avec les données acoustiques enregistrées à hauteur de nacelle n'est pas évidente notamment en lien avec deux principaux biais :

- L'activité en nacelle n'est relevée que sur une éolienne (ici la n°2) et il pourrait exister des différences notables si l'activité était suivie sur une autre éolienne (sans doute notamment sur les pics d'activité en lien avec l'émergence d'insectes-proies) ;
- L'activité enregistrée en nacelle ne représente qu'une proportion de l'activité à risque.

Nous pouvons néanmoins constater les points suivants (cf. Tableau 20) :

- 3 cadavres sont des Pipistrelles communes et 1 est une Sérotine commune. 2 ont été trouvés en septembre, 1 en juin et 1 en juillet. Une majorité des cadavres a été découverte sous l'éolienne E5, indiquant un risque élevé autour de cette éolienne pour les espèces en périodes d'estivage et de transit automnal 1 ;
- Pour les cadavres découverts les 13/06 et 19/09, les mortalités ont été constatées après qu'un niveau d'activité fort à très fort ait été enregistré la nuit précédant la découverte et un niveau d'activité assez fort à très fort enregistré deux nuits précédemment (et même très fort trois nuits avant le 13/06), ces mortalités ont donc très certainement eu lieu la veille ou l'avant-veille de leur découverte ;
- Pour les cadavres découverts les 18/07 et 19/09, les mortalités ont été constatées après qu'un niveau d'activité faible voir nul ait été enregistré la nuit précédant la découverte ainsi que deux ou trois nuits précédemment laissant supposer que les mortalités ont donc eu lieu sans doute plus en amont encore avant leur découverte, cependant les cadavres découverts étaient frais ou en bon état, cela signifie que, même si autour de l'éolienne E2 l'activité des chauves-souris était faible, l'activité autour des autres éoliennes était non négligeable et peut être à risque ;
- L'analyse des vitesses de vent enregistrées les nuits précédant les découvertes de cadavres où l'activité est forte à très forte indique des vitesses moyennes de vent nocturne inférieure à 4 m/s à hauteur de nacelle (nuits précédant le 13/06) ou des températures nocturnes moyennes supérieures à 21°C (nuits précédant le 05/09). Trois sur 4 des mortalités ont eu lieu après une nuit avec une vitesse de vent moyenne inférieure à 6 m/s (qui correspond à la valeur de régulation la plus communément proposée dans l'analyse qu'Ecosphère a réalisé sur les arrêtés préfectoraux de 816 parcs éoliens français).

					Paramètres enregistrés sur l'éolienne E2 les nuits précédant la découverte du cadavre											
					Nuit précédant la découverte				2 nuits avant la découverte				3 nuits avant la découverte			
Date	N° éol	Espèce	Sexe ¹	Etat	Nb ct esp ²	Nb ct tot ³	Vent ⁴	T°C ⁵	Nb ct esp ²	Nb ct tot ³	Vent ⁴	T°C ⁵	Nb ct esp ²	Nb ct tot ³	Vent ⁴	T°C ⁵
13/06/2023	E1	Pipistrelle commune	?	Bon	10	32	3,3	14,7	80	183	2,9	14,4	135	314	3,0	16,7
18/07/2023	E5	Pipistrelle commune	?	Frais	1	1	4,8	14,6	0	0	6,4	13,9	0	0	9,2	14,5
05/09/2023	E5	Pipistrelle commune	?	Bon	7	9	5,2	24,3	5	5	7,9	21,8	0	0	6,0	16,9
19/09/2023	E5	Sérotine commune	?	Bon	0	0	7,7	14,0	0	3	5,9	17,4	0	0	6,3	18,9

Tableau 20 : Conditions enregistrées en nacelle (activité et météo) les nuits précédant la découverte des cadavres de chauves-souris retrouvés lors du suivi réalisé en 2023

¹Sexe : F : femelle, M : mâle ; ²Nb ct esp = nombre de contacts de l'espèce découverte, enregistré sur la nuit et couleur selon le niveau d'activité : faible, moyen, assez fort, fort, très fort ; ³Nb ct tot = nombre de contacts toutes espèces confondues enregistré sur la nuit et couleur selon le niveau d'activité ; ⁴Vent = vitesse de vent moyenne sur la nuit en m/s à hauteur de nacelle (78 m) ; ⁵Température = température moyenne sur la nuit en °C à hauteur de nacelle (78 m).





7. EVALUATION DES IMPACTS

7.1. EFFETS CUMULES

L'impact des éoliennes sur les populations de chauves-souris est aujourd'hui encore insuffisamment connu mais une étude suédoise a démontré que l'établissement de parcs éoliens, avec un effet cumulatif, peut avoir une réelle incidence sur les populations des espèces qui y sont sensibles (Hedenström & Rydell, 2012). Les éoliennes implantées à un endroit donné peuvent également impacter négativement la dynamique de populations plus lointaines lorsque des espèces migratrices sont touchées (Lehnert *et al.*, 2014).

Dans un rayon de 5 km autour du parc éolien de Bourbriac, 5 parcs éoliens sont présents, dont 2 parcs (Le Gollot et Ty Nevez Mouric) à quelques centaines de mètres seulement, puis à quelques kilomètres les parcs de Keranfouler, Kerlan et Kerambellec. Le développement éolien reste assez important dans un rayon de 10 km (et même plus éloigné) : au moins 4 parcs éoliens en fonctionnement et plusieurs projets en instruction ou en cours de construction. Les populations d'oiseaux et de chauves-souris impactées sur le parc de Bourbriac sont donc très probablement les mêmes que sur ces autres parcs situés à moins de 5 km.

L'impact lié aux effets cumulés des parcs éoliens sur les populations fréquentant le parc de Bourbriac existe donc et semble important.

7.2. OISEAUX

En 2023, aucun cadavre d'oiseau n'a été découvert sur le parc éolien de Bourbriac. L'estimation de la mortalité des oiseaux sur le parc n'a donc pas pu être calculée.

L'impact lié au risque de collision avec les pales des éoliennes de Bourbriac sur les populations d'oiseaux est donc non significatif quelles que soient les espèces et pour toutes les périodes.



7.3. CHAUVES-SOURIS

En 2023, l’activité du parc éolien a généré *a minima* une mortalité sur 4 individus appartenant à deux espèces de chiroptères : la Pipistrelle commune et la Sérotine commune. Trois espèces supplémentaires ont été identifiées en activité au sein du parc d’après le suivi en hauteur (enregistrement en nacelle) : la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler. Ces espèces sont toutes protégées au titre des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

Le niveau d’enjeu pris en compte pour l’évaluation du niveau d’impact se rattache au statut biologique de l’individu impacté. Lorsque l’impact peut concerner les populations locales (possible ou probable), c’est le statut régional qui est retenu (Listes rouges et rareté régionales). Lorsque qu’il s’agit d’un individu en transit/migration, nous tenons compte du niveau national ([Liste rouge nationale, UICN 2017](#)). S’agissant du statut de protection des espèces¹⁰, sont concernés les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces. Néanmoins, **la présente évaluation doit permettre de statuer sur la présence d’un risque d’atteinte suffisamment caractérisé pour l’état de conservation des populations locales à supralocales de chaque espèce**, et non pour les individus.

Les enjeux déterminés sont issus de la nature des populations impactées. Une évaluation des impacts (*cf.* Annexe 4 : Méthodologie d’évaluation des impacts) du parc sur les espèces impactées et potentiellement impactées est produite dans le tableau ci-dessous.

Tableau 21 : Statuts et enjeux des espèces de chauves-souris recensées en 2023 et niveaux d’impacts associés

	Protec tion	LRE	LRN	LRR / Rareté régionale	Portée de l’impact	Sensibilité à l’impact (Dürr, 2023)	Intensité d’impact (portée x sensibilité)	Enjeu spécifique	Niveau d’impact (intensité x enjeu)
Noctule de Leisler	x	LC	NT	NT	Moyenne ----- Activité nacelle : Niveau assez fort en estivage, moyen en transit automnal 1	Forte (813 en Europe, dont 243 en France)	Assez forte	Moyen	Moyen
Pipistrelle commune	x	LC	NT	LC	Forte ----- 3 cadavres (1 sous E1 le 13/06/23, 1 sous E5 le 18/07/23 et 1 sous E5 le 05/09/23) [Estivage et Transit automnal 1] ----- Activité nacelle : Niveau assez fort en estivage, très fort en transit automnal 1, fort en transit automnal 2	Forte (3 401 en Europe, dont 1 931 en France)	Forte	Faible	Faible
Pipistrelle de Kuhl	x	LC	LC	LC	Moyenne ----- Activité nacelle : Niveau assez fort en transit automnal 1	Forte (661 en Europe, dont 411 en France)	Assez forte	Faible	Négligeable
Pipistrelle de Nathusius	X	LC	NT	NT	Faible ----- Activité nacelle : Niveau faible pour toutes périodes	Forte (1792 en Europe, dont 415 en France)	Moyen	Moyen	Faible
Sérotine commune	X	LC	NT	LC	Moyenne ----- 1 cadavre (sous E5 le 19/09/23) [Transit automnal 1] ----- Activité nacelle : Niveau faible pour toutes périodes	Moyen (165 en Europe, dont 72 en France)	Moyen	Faible	Faible

¹⁰ Protégées à l’échelle nationale en vertu de l’arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l’ensemble du territoire et les modalités de leur protection.



Le tableau ci-dessous synthétise, à partir du tableau précédent, les niveaux d’impacts liés à la collision avec les pales d’éoliennes pour chaque mois du suivi.

Tableau 22 : Evaluation du niveau d'impact par période de l'année 2023

	Activité à hauteur de nacelle en 2023	Mortalité brute en 2023	Mortalité estimée avec GenEst par périodes - 2023	Niveau d'impact par période
Décembre/Janvier/Février Hibernation	Pas de suivi	Pas de suivi	-	Non évalué
Mars/Avril/Mi-Mai Transit printanier	Activité faible (0,16 contact/nuit). 6 contacts de Pipistrelle commune.	Aucune	Période 1 : 15,2 chauves-souris [IC 80 % : 2,0 - 32,3]	Négligeable
Mi-Mai/Juin/Juillet Estivage	Activité forte (16,4 contacts/nuit). 541 du groupe des Pipistrelles et 624 du groupe des Noctules.	2 Pipistrelles communes1		Moyen
Août/Septembre Transit automnal 1	Activité forte (21contacts/nuit). 1187 du groupe des Pipistrelles et 96 du groupe des Noctules.	1 Sérotine et 1 Pipistrelle commune	Période 2 : 59,6 chauves-souris [IC 80 % : 2,0 -143,8]	Moyen
Octobre Transit automnal 2	Activité assez forte (6,9 contacts/nuit). 412 du groupe des Pipistrelles.	Aucune		Moyen
Novembre Transit automnale 2	Activité nulle			Négligeable

Note importante : Toutes ces données recueillies sur une seule année ne permettent pas de prévoir les activités futures (variations interannuelles) mais seulement d’évaluer a priori les conditions du risque de collision/barotraumatisme. Cependant, deux récentes études britanniques (Richardson et al. 2021, Mathews et al, 2021) ont montré que, bien qu’on ne puisse pas traduire directement par corrélation l’activité en nombre de cadavres, la proportion des groupes d’espèces est généralement conservée entre les activités enregistrées à hauteur de nacelle et les nombres de cadavres trouvés au sol.

L’analyse de ces tableaux révèle que le parc génère des impacts :

- Moyens pour la Noctule de Leisler ;
- Faibles pour la Pipistrelle commune, la Sérotine commune et la Pipistrelle de Nathusius ;
- Négligeable pour la Pipistrelle de Kuhl.

Le niveau d’impact et le risque de collision associé pour chaque période sont :

- Moyens pour les périodes d’estivage et de transit automnale 1 et 2 ;
- Négligeables pour le transit printanier et la deuxième partie du transit automnal 2 ;
- Non évalué pour l’hibernation.

7.4. CONCLUSION SUR LES IMPACTS DU PARC

En conclusion, un niveau d'impact **pour chacune des espèces impactées/recensées par le suivi ICPE de 2023 sur le parc de Bourbriac** a été défini à partir du croisement entre l'intensité de l'impact et l'enjeu de conservation des espèces.

Le niveau d'impact et le risque de collision associé **pour chaque espèce** sont :

- Pour les oiseaux : négligeables pour toutes les espèces ;
- Pour les chiroptères : moyen pour la Noctule de Leisler, faible pour la Pipistrelle commune, la Sérotine commune, la Pipistrelle de Nathusius, négligeable pour la Pipistrelle de Kuhl .

Le niveau d'impact et le risque de collision associé **pour chaque période** sont, tous groupes confondus :

- Moyens pour les mois de juin à octobre ;
- Négligeable pour les autres mois ayant fait l'objet d'un suivi.





8. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION ET SUIVIS

Pour rappel, l'article L110-1 (principes généraux du Code de l'Environnement) définit que :

- Le principe de précaution et ses incertitudes ne doivent pas empêcher la mise en place de mesures proportionnées à un coût économiquement acceptable ;
- Le principe d'action préventive et de correction à la source des atteintes à l'environnement prévoit l'utilisation des meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable et la mise en place de mesures éviter-réduire-compenser (ERC).

Les mesures décrites ci-après ont fait l'objet d'échanges et de validations entre la société d'exploitation et Écosphère.

8.1. PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FREQUENTANT LE PARC PAR UN BRIDAGE NOCTURNE DIFFERENCIE

Le moyen technique le plus communément utilisé par les exploitants pour brider les éoliennes est la mise en drapeau des pales : les pales peuvent pivoter sur leur axe de rotation pour ne plus avoir de prise au vent (90°) et ainsi s'arrêter en moins d'une minute en général. Le bridage a pour objectif de réduire les risques de collision, tout en maintenant l'éolienne active, en augmentant le seuil de vent (« *cut-in speed* ») à partir duquel elle commence à produire. L'unité élémentaire retenue est 0,5 m/s de vitesse moyenne sur 10 min, car cela suffit pour avoir un impact notable sur la production sur une période de plusieurs mois.

Sur le parc de Bourbriac, en 2023, des impacts significatifs ont été évalués à l'encontre de la population locale de chauves-souris, impactée directement en juin, juillet et septembre. Un plan de bridage en lien avec l'activité des chauves-souris en 2023 va donc être proposé ci-après pour une mise en place en 2024 sur le parc.

Les analyses suivantes permettent de tester différents scénarii afin de proposer la mise en place d'une régulation sur le parc de Bourbriac dans le but d'améliorer la conservation des chiroptères, sans trop dégrader la production énergétique. L'objectif est notamment de protéger ici le groupe des Pipistrelles qui représente la majorité des contacts, mais aussi la Noctule de Leisler qui représente tout de même 24,8 %, sans oublier les autres espèces comme la Sérotine commune. Toutes ces espèces sont les plus fréquemment retrouvées lors du suivi de mortalité et les plus sensibles aux risques éoliens. C'est pourquoi un bridage sera proposé par périodes allant de mi-mai à fin octobre. Les différents scénarii ont été élaborés pour des nuits entières en faisant varier les vitesses de vent et les températures, et ce dans l'objectif de couvrir au moins 95 % de l'activité des chiroptères enregistrée en nacelle en 2023. Ce seuil préconisé par la DREAL Bretagne est adaptable en fonction notamment des niveaux d'activité constatés selon la période.

Il apparaît néanmoins plusieurs points :

- La mise en place d'un critère vent plus fort se fait au bénéfice des chauves-souris et au détriment de la production (parfois peu significatif selon les courbes de puissance) ;

- La mise en place d'un critère température se fait au détriment des chauves-souris et au bénéfice de la production.

En 2023, les chauves-souris volent pour des températures très élevées. Nous avons donc choisi un seuil de 10°C, communément utilisé pour les parcs éoliens français, qui permet de tenir compte de la variabilité interannuelle.

Au vu de l'activité faible en transit printanier (6 contacts au cours d'une unique nuit) et du niveau d'impact évalué comme « négligeable », nous considérons qu'aucune préconisations de bridage entre début avril à mi-mai n'apparaît nécessaire.

Tableau 23 : Proportion d'activité selon les conditions météorologiques en estivage (HACS = heure avant le coucher du soleil)

Résultats estivage (16/05 au 31/07)			TOUTES ESPECES (Niveau d'activité fort)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	HAvCS	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	00:00	1165	1165	100 %
5	10	00:00	1148	1165	98,5 %
4,5	10	00:00	1124	1165	96,3 %
4	10	00:00	1084	1165	93 %

Au vu de l'activité forte en estivage et de la mortalité relevée à cette période pour les chauves-souris (2 Pipistrelles communes), nous considérons que les préconisations de bridage peuvent être pour des vitesses de vent inférieures à 4,5 m/s de mi-mai à fin juillet, sur toute la nuit. Ces préconisations tiennent compte de la variabilité interannuelle.

Tableau 24 : Proportion d'activité selon les conditions météorologiques en transit automnal 1 (HACS = heure avant le coucher du soleil)

Résultats transit automnal 1 (01/08 au 31/09)			TOUTES ESPECES (Niveau d'activité fort)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	HAvCS	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	00:00	1249	1283	92,5 %
5	10	00:00	1238	1283	96,5 %
4,5	10	00:00	1233	1283	96,1 %
4	10	00:00	1203	1283	93,8 %

Au vu de l'activité très forte en estivage et de la mortalité relevée à cette période pour les chauves-souris (1 Pipistrelle commune et 1 Sérotine commune), nous considérons que les préconisations de bridage peuvent être pour des vitesses de vent inférieures à 4,5 m/s de début août à fin septembre, sur toute la nuit. Ces préconisations tiennent compte de la variabilité interannuelle.

Tableau 25 : Proportion d'activité selon les conditions météorologiques en transit automnal 2 (HACS = heure avant le coucher du soleil)

Résultats transit automnal 2 (01/10 au 30/11)			TOUTES ESPECES (Niveau d'activité assez fort)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	HAvCS	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés

Résultats transit automnale 2 (01/10 au 30/11)			TOUTES ESPECES (Niveau d'activité assez fort)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	HAvCS	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	00:00	411	412	99,8 %
5	10	00:00	410	412	99,5 %
4,5	10	00:00	407	412	98,8 %
4 (3,5)	10	00:00	406	412	98,5 %
3		00:00	368	412	89,3 %

Au vu de l'activité assez forte en transit automnal 2 au mois d'octobre, nous considérons que les préconisations de bridage peuvent être pour des vitesses de vent inférieures à 4 m/s de début octobre à fin-octobre, sur toute la nuit. Ces préconisations tiennent compte de la variabilité interannuelle.

Conclusion

Le parc éolien de Bourbriac présente en 2023 une activité chiroptérologique en altitude significative sur les périodes estivale (activité forte), automnale 1 (activité forte), automnale 2 (activité assez forte), soit de mi-mai à fin octobre (le mois de novembre n'ayant enregistré aucun contact).

La DREAL Bretagne préconise au moins 95 % des chauves-souris protégées du risque éolien, seuil adaptable en fonction notamment des niveaux d'activité et du niveau d'impact constatés selon la période. Les ONG demandent fréquemment cette même valeur de 95 % en tant que mesure conservatrice.

Les différentes analyses réalisées suite au suivi en 2023 permettent de proposer une nouvelle régulation des éoliennes sur le parc de Bourbriac :

- Du 16 mai et 31 septembre, pour des vitesses de vents inférieures à 4,5 m/s, des températures supérieures à 10°C et sur toute la nuit ;
- Du 1^{er} octobre au 31 octobre, pour des vitesses de vents inférieures à 4 m/s, des températures supérieures à 10°C et sur toute la nuit.

8.2. CONTROLE DE L'ECLAIRAGE NOCTURNE

Il conviendra d'éviter d'éclairer les sites d'implantations dans un rayon de 300 m (supprimer les systèmes d'éclairage automatiques et les détecteurs de mouvements, notamment au pied des éoliennes, ou installer une minuterie permettant la désactivation de l'éclairage automatique nocturne), ou alors d'utiliser un éclairage qui attire le moins possible les insectes (lampes à sodium plutôt qu'à vapeur de mercure par exemple, lumière rouge plutôt que blanche). Sauf en cas de nécessité liée à des interventions techniques et/ou pour des raisons de sécurité, il conviendra également d'éviter l'éclairage interne des mâts.

8.3. GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES

Les friches herbacées aux abords de la plateforme des éoliennes constituent des habitats de chasse privilégiés pour les chauves-souris et le Faucon crécerelle. **Afin de limiter leur attractivité, il est recommandé de les maintenir à ras le plus longtemps possible tout au long de la saison active (mars à octobre en général).** Moins la végétation herbacée se développera, moins les invertébrés (papillons, mouches, araignées...) auront la possibilité de proliférer et donc d'attirer leurs prédateurs que sont les chiroptères.

Les plateformes sont globalement bien entretenues à l'exception de petites zones autour des éoliennes et aux abords des plateformes.

8.4. RENOUVELLEMENT DU SUIVI

L'arrêté ministériel du 22 juin 2020 relatif à la notion ICPE-éolien, prévoit dorénavant que le suivi environnemental soit renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives.

Toutefois, au vu des risques de collision pour les chauves-souris avec un niveau d'impact identifié comme « moyen » sur le parc de Bourbriac, de la mortalité modérée observées sur des espèces communes et non menacées, nous estimons qu'il n'est pas **nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives préconisées qui permettent de protéger plus de 95 % de l'activité chiroptérologique (futur bridage mis en place en 2024) par un autre suivi de mortalité.**





9. CONCLUSION OPERATIONNELLE

Pour rappel, le suivi acoustique en nacelle démontre que sur l'année 2023, au moins 95 % de l'activité chiroptérologique est enregistrée pour des vents inférieures à 4,5 m/s et pour des températures supérieures à 15°C.

Notons également qu'avec 4 cadavres découverts (uniquement des chauves-souris), GenEst estime une mortalité d'environ 77,4 chauves-souris [IC 80% : 20,7 - 159,1] sur la période étudiée.

Le niveau d'impact est moyen pour la Noctule de Leisler, faible pour la Pipistrelle de Nathusius, la Sérotine commune et la Pipistrelle commune, et négligeable pour la Pipistrelle de Kuhl..

L'impact du parc sur les populations de chauves-souris est jugé significatif bien que modéré. Il est donc nécessaire de mettre en place un bridage afin de protéger au moins 95 % de l'activité chiroptérologique, soit, pour l'ensemble des éoliennes qui composent le parc, adopter un bridage comme suit :

- Du 16 mai et 31 septembre, pour des vitesses de vents inférieures à 4,5 m/s, des températures supérieures à 10°C et sur toute la nuit ;
- Du 1^{er} octobre au 31 octobre, pour des vitesses de vents inférieures à 4 m/s, des températures supérieures à 10°C et sur toute la nuit.

Au vu des impacts modérés relevés, un nouveau suivi de mortalité et en nacelle n'apparaît pas nécessaire à réaliser.





10. BIBLIOGRAPHIE

❖ Citation du texte

Arnett E. 2005. Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia : An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. Final report prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative. 187p.

Arnett E., Baerwald E. F., Mathews F., Rodrigues L., Rodriguez-Duran A., Rydell J., Vilegas-Patraca R. & Voigt C. C. 2016. Impacts of wind energy development on bats : a global perspective. In Bats in the Anthropocene : conservation of bats in a changing world (C. C. Voigt and T. Kingston, eds.). Springer-Verlag, Berlin.

Barataud M. 2015. Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze; MNHN, Paris, 344 p.

Behr O, Brinkmann R, Niermann I, Korner-Nievergelt F. 2011. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In BRINKMANN R, BEHR O, NIERMANN I, Reich Michael (eds.), 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum, Cuvillier Verlag, Göttingen, Bd. 4: 177–286.

Behr O, Brinkmann R, Hochradel K, Mages J, Korner-Nievergelt F, Niermann I, Reich M, Simon R, Weber N, Nagy M. 2017. Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms : A Model Bases Approach. In book : Wind Energy and Wildlife Interactions, pp.135-160.

Bernardino J., Bispo R., Costa H. & Mascarenhas M. 2013. Estimating bird and bat fatality at winf farms: a pratical overview of estimators, their assumptions and limitations. New Zealand Journal of Zoology 41(1) : 63-74.

Besnard A. 2017. L'estimation des mortalités : éléments clés pour leur réalisation... et leur bon usage. Présentation Séminaire Éolien et biodiversité 21 et 22 novembre 2017. Bordeaux. 40p.

Besnard A. & Bernard C. 2018. Deux applications web en libre accès pour calibrer et évaluer la pertinence des suivis mortalité sous les éoliennes – Actes du séminaire Eolien et Biodiversité. Artigues-près-Bordeaux. 21&22 novembre 2017, pp 333-35 + diaporama

BirdLife International. 2021. European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Brinkmann R. & al. 2011. Zusammenfassung der praxisrelevanten Ergebnisse und offene Fragen. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisions-risikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergie-anlagen. Cuvillier Verlag, Göttingen 2011, p. 425-453.

Cornut J. & Vincent S. 2010. Suivi de la mortalité des chiroptères sur 2 parcs éoliens du sud de Rhône-Alpes. LPO Drôme. 32 p. http://www.sfepm.org/pdf/Rapport_suivieolien2010_RhoneAlpes.pdf

Dalthorp, D., Madsen, L., Huso, M., Rabie, P., Wolpert, R., Studyvin, J., Simonis, J., and Mintz, J. 2018. GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 p., <https://doi.org/10.3133/tm7A2>.

Demongin L. 2015. Guide d'identification des oiseaux en main. Les 250 espèces les plus baguées en France. Beauregard-Vendon. 310 p.

Dietz C. & Von Helversen O. 2004. Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe.

Dodelin B. 2002. Identification des chiroptères de France à partir de restes osseux. Fédération Française de Spéléologie. 48 p

Dürr T. 2023. Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Mise à jour du document : août 2023.

Erickson W., M.D. Strickland, G.D. Johnson & Kern J.W. 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III. National Wind Coordinating Committee, c/o RESOLVE, Inc., Washington, D.C.

Fraigneau C. 2017. Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux & Niestlé, Paris. 400 p.

Grünkorn, T., A. DIEDERICHS, B. STAHL, D. DÖRTE & G. NEHLS. 2005. Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisions-risikos von Vögeln an Windenergiean-lagen. Rapport inédit pour Landes-amt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 92 pp

Hedenström A. & Rydell J. 2012. Effect of wind turbine mortality on noctula bats in Sweden : predictions from a simple population model. Biology Department Lund University, Sweden. 11p.

Heitz C. & Jung L. 2017. Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions (Etude bibliographique). Ecosphère. 149 p.

Huso M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics 22 : 318-329.

Jones G., Cooper-Bohannon R., Barlow K. & Parsons K. 2009. Scoping and method development report. Determining the potential ecological impact of wind turbine bat populations in Britain. University of Bristol and Bat Conservation Trust. 158 p.

Korner-Nievergelt F., Korner-Nievergelt P., Behr O., Niermann I., Brinkmann R. & Hellriegel B. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology .NKV 17: 350-363.

Lehnert L. S., Kramer-Schadt S., Schonborn S., Lindecke O., Noermann I. & al. 2014. Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. PloS ONE 9 (8) : e103106. Doi:10.1371/journal.pone.0103106

Marchesi, Blant & Capt. 2011. Clé morphologique et clé des crânes présentes dans le guide : Mammifères de Suisse : clés de détermination. Fauna Helvetica.

Menu H. & Popelard J-B. 1987. Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des Vespertilionines de l'ouest européen. Le Rhinolophe, bulletin de la coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris. N°4. Museum d'Histoire Naturelle de Genève.

Niermann I., Brinkmann R., Körner-Nievergelt F. & Behr O. 2011. Systematische Schlagopfersuche-Methodische Rahmen-bedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In : BRINKMANN R., BEHR O., NIERMANN I. & REICH M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 40-115, Cuvillier Verlag, Göttingen.

Péron G.,2018. Process-based vs. ad-hoc methods to estimate mortality using carcass surveys data: A review and a note about evidence complacency. Ecological Modelling 384 (2018) 111-118

Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Sauvage M.J., Goodwin J. & Harbusch C. 2008. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Publication Series No 3. PNUE/EUROBATS. 29p.

Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Karapandza B., Kovac D., Kervyn T., Dekker J., Kepel A ., Bach P., Collins J., Harbusch C., Park K., Micevsl B. and Minderman J. 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014. EUROBATS Publication Series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany. 133p.

Rydell J., Bach L., Dubourg-Savage M.J., Green M., Rodrigues L. & Hedenstrom A. 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. Acta Chiropterologica, 12 (2) : 261-274.

Santos S.M., Carvallho F. & Mira A. 2011. How long do the dead survive on the road ? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys. PLoS ONE 6(9): e25383.

Schober W. & Grimmberger E. 1991. Guide des Chauves-souris d'Europe. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel-Paris, 223 p.

SIMONIS J., DALTHORP D., HUSO M., MINTZ J., MADSEN L., RABIE P. & STUDYVIN J., 2018. GenEst user guide— Software for a generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. C19, 72 p.

Strickland MD., Arnett EB., Erickson WP., Johnson DH., Johnson GD. & al. 2011. Comprehensive guide to studying wind energy/wildlife interactions. National Wind Coordinating Collaborative website. Available: http://www.nationalwind.org/assets/publications/Comprehensive_Guide_to_Studying_Wind_Energy_Wildlife_Interactions_2011_Updated.pdf

Svensson L. Grant P., Mullarney K. & Zetterström D. 2010. Le guide ornithon. Delachaux & Niestlé, Paris, 2ème édition, 447 p.

Svensson L. 1992. Identification guide to European passerines. BTO, 4ème édition, 368p.

UICN FRANCE, MNHN, SFEPM & ONCFS. 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

❖ Sites internet

Bioacoustic Technology : <http://www.bioacoustictechnology.de/>

GenEst : <https://www.usgs.gov/centers/fresc/science/a-generalized-estimator-estimating-bird-and-bat-mortality-renewable-energy>

Logiciel R : <https://www.r-project.org/>

Site d'aide à la reconnaissance des plumes : www.alulawebsite.com/ et www.federn.org

ANNEXE 1 : ARRETE PREFECTORAL D'AUTORISATION D'EXPLOITER


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES CÔTES D'ARMOR

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES DES CÔTES D'ARMOR	St-Brieuc, le 7/07/06
Santé-Environnement ☎ 02.96.60.42.20 fax : 02.96.33.72.81 Affaire suivie par : L. PESTEL LP/CB	Le Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales
REÇU le 11 JUL 2006 D.D.E. - Subdivision de GUINGAMP-NORD	à M. l'Ingénieur des TPE Subdivision de l'Équipement GUINGAMP

Objet : BOURBRIAC.
Permis de construire.

Réf : Votre lettre du : 12/06/06.
Dossier n° : 013.05.D.1032.

P.J : 1.

J'ai l'honneur de vous transmettre en retour, le dossier relatif à la demande de **Permis de construire**, présentée par RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT EOLIEN, en vue de :

↳ la construction d'un parc éolien

au lieu-dit Kerguéviou à BOURBRIAC (section XH n° 34-65-24-39-55).

L'étude de ce dossier appelle de ma part les observations suivantes :

- l'étude acoustique tend à démontrer l'absence d'impact du bruit des éoliennes pour les occupants des habitations voisines, sous réserve d'une gestion du fonctionnement des machines par faible vent. Cette étude reste cependant théorique, et, en cas de plainte, une mesure in situ sera exigée après la mise en service. Selon les résultats de cette étude, des mesures compensatoires pourront être exigées.

Pour le Directeur Départemental
des Affaires Sanitaires et Sociales
et par délégation
L'Ingénieur d'Études Sanitaires

Loïc PESTEL

ANNEXE 2 : METHODOLOGIE D'EVALUATION DES ENJEUX

Le niveau d'enjeu régional de chaque espèce est défini, prenant en compte les critères :

- de menace lorsqu'ils existent (inscription en liste rouge régionale pour les espèces locales, ou nationale / européenne pour les espèces migratrices ou hivernantes – méthode UICN notamment) ;
- de rareté (listes établies à partir des atlas locaux notamment).

Au final, **5 niveaux d'enjeu sont définis : très fort, fort, assez fort, moyen, faible.**

Tableau 26 : Critères d'attribution des niveaux d'enjeu régional par espèce animale d'intérêt patrimonial

Statut de menace ¹¹ /rareté		Niveau d'enjeu régional de l'espèce
CR	Espèce en danger critique d'extinction au niveau régional	Très fort
EN	Espèce en danger d'extinction au niveau régional	Fort
VU ¹² NT et au moins R	Espèce vulnérable au niveau régional Espèce quasi-menacée et au moins rare au niveau régional	Assez fort
NT LC mais au moins AR (voire AC)	Espèce quasi-menacée au niveau régional Espèce non menacée mais peu commune au niveau régional	Moyen
LC	Espèce non menacée, souvent assez commune à très commune, parfois assez rare ou rare	Faible

Ce niveau d'enjeu régional est, si besoin, ajusté de +/- 1 cran **au niveau local**, au regard de la **rareté infrarégionale**, de la **dynamique de la métapopulation concernée**, de **l'état de conservation de la population du site** (nombre d'individus, qualité de l'habitat...) et de la **responsabilité de la station** pour la conservation de l'espèce dans son aire de répartition naturelle (espèce localisée, endémisme restreint).

¹¹ Au niveau régional pour les espèces locales, mais national / européen pour les espèces migratrices ou hivernantes.
¹² Certaines espèces vulnérables communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau moyen.



ANNEXE 3 : METHODOLOGIE D'EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES OISEAUX ET DES CHIROPTERES AUX COLLISIONS EOLIENNES

La méthode décrite ci-dessous permet de classer les espèces d’oiseaux et de chiroptères selon leur sensibilité aux collision éoliennes. Elle repose sur une méthodologie développée par un groupe de travail d’Ecosphère mais a aussi été utilisée dans le cadre de nos travaux pour la Commission européenne. Elle tient compte de diverses sources sur les collisions mais aussi des différents statuts de conservation à l’échelle européenne afin de tenir compte des enjeux et des effets cumulés. Les tableaux de résultats ne sont pas détaillés dans cette annexe mais peuvent être envoyés sur demande. Par ailleurs, les zones offshore n’ont pas été considérées dans cette annexe, d’où le manque de détails sur les espèces marines. Enfin, la méthodologie diffère pour les oiseaux et les chiroptères en lien avec l’état de connaissance des populations européennes.

La source principale de données de mortalité est **Tobias Dürr** (*Landesamt für Umwelt, Land Brandenburg*), qui compile et publie régulièrement tous les rapports de mortalité par collision éolienne lui parvenant à l’échelle européenne. La dernière mise à jour prise en compte ici est d’août 2023 pour les chiroptères comme pour les oiseaux, faisant respectivement état de 12 597 et 19 697 cadavres dans toute l’Europe (totaux cumulés depuis le début des suivis de mortalité en 2003). Les données d’**Eurobats** (**juin 2018**) sont le cas échéant prises en compte dans l’estimation de la sensibilité, notamment lorsque le nombre de cadavres de chauves-souris dans un pays est plus important que celui cité par Tobias Dürr. C’est ainsi la valeur maximale par pays qui est prise en compte (pour éviter les comptes-doubles). On a ainsi un total maximal de **12 659 cadavres de chiroptères recensés dans toute l’Europe**.

Oiseaux

Les populations nicheuses et hivernantes en Europe sont relativement bien connues et les totaux ont été mis à jour par BirdLife International en 2021 (www.birdlife.org/datazone/species). **La sensibilité est donc définie comme le rapport entre le nombre de cas de collision connus et le nombre minimal de couples nicheurs en Europe**. On notera que c’est bien **l’Europe au sens biogéographique** qui est prise en compte dans l’estimation des tailles de populations car une partie des nicheurs de pays comme la Suisse, la Norvège ou la Russie traversent annuellement la France.

Quatre classes de sensibilité sont définies selon l’importance du nombre de collision connues au regard des tailles de populations des espèces concernées.

Tableau 27 : Hiérarchisation des niveaux de sensibilité générale des oiseaux au risque de collision

Classe	Sensibilité	Proportion des cas de collisions connus au regard des effectifs européens (BirdLife, 2021)	Exemples d’espèces d’oiseaux
4	Forte	Supérieure à 1 % : les cas de mortalité représentent une proportion élevée et significative de leur population.	Milan royal, Pygargue à queue blanche, Vautour fauve
3	Assez forte	Comprise entre 0,1 et 1 % : les cas de mortalité représentent une proportion significative de leur population, sans qu’elle ne soit très élevée. Ce sont généralement des espèces dont les tailles de populations sont peu importantes.	Milan noir, Faucon pèlerin, Balbuzard pêcheur, Circaète Jean-le-Blanc, Aigle botté, Faucon crécerelle, Vautour moine, Aigle royal, Grand-duc d’Europe, Buse variable, Busard cendré, Goéland argenté

Classe	Sensibilité	Proportion des cas de collisions connus au regard des effectifs européens (BirdLife, 2021)	Exemples d’espèces d’oiseaux
2	Moyenne	Comprise entre 0,01 et 0,1 % : les cas de mortalité représentent une faible proportion de leur population. Ce sont : - soit des espèces communes avec de nombreux cas de collisions, - soit des espèces plus rares ou à répartition restreinte, mais dont les cas de collision restent peu nombreux. Dans ces deux cas, le maintien des populations n’est pas remis en question à l’échelle européenne.	Mouette rieuse, Canard colvert, Goéland brun, Roitelet triple-bandeau Busard des roseaux, Cédicnème criard, Faucon émerillon, Epervier d’Europe
0 et 1	Faible à négligeable	Inférieure à 0,01 % : les cas de mortalité représentent une proportion non significative de leur population. Ce sont : - soit des espèces abondantes dont les cas de collision peuvent être nombreux, mais restant anecdotiques à l’échelle des populations, - soit des espèces peu abondantes pour lesquelles les cas de collision sont occasionnels, - soit des espèces pour lesquelles aucun cas de collision n’est connu.	Martinet noir, Alouette des champs, Grive musicienne, Pigeon ramier, Hirondelle de fenêtre, Bruant proyer Grand Cormoran, Chouette chevêche, Huppe fasciée, Torcol fourmilier, Hibou des marais, Grande Aigrette Grimpereau des jardins, Mésange huppée

Chiroptères

Les niveaux de population sont méconnus et seule l’abondance relative des espèces peut être localement ou régionalement estimée, sur la base des dénombrements en colonie et hivernage, ainsi que par l’activité acoustique. On comprendra ici aisément que ces estimations sont particulièrement difficiles pour les espèces arboricoles qui installent leurs colonies ou hibernent dans les cavités d’arbre comme c’est le cas pour les noctules par exemple. La sensibilité d’une espèce est donc simplement définie comme **la proportion du nombre de cas de collision connus en Europe rapporté aux collisions de toutes les espèces**.

La compilation des données de mortalité permet d’obtenir comme donnée de référence le pourcentage entre « nombre de cadavres pour une espèce donnée » par rapport au « nombre total de cadavres en Europe toutes espèces confondues ». Cette information a été complétée par une analyse bibliographique reposant en particulier sur les avis de la SFEPM (**SFEPM, 2016**) et d’Eurobats.

Le principe est le suivant : **plus la proportion est élevée, plus les espèces concernées sont dites sensibles au risque de collision avec les éoliennes**. Néanmoins, ces taux de mortalité ont plus ou moins d’impact sur les espèces si l’on tient compte **des niveaux de populations dans chaque pays européen**. Les sensibilités de chaque espèce ainsi obtenues sont présentées dans le tableau suivant.



Tableau 28 : Évaluation de la sensibilité brute des chauves-souris aux risques de collision (Dürr, août 2023 & Eurobats, juin 2018)

Espèce	Données de mortalité constatée (nb cadavres Europe / France août 2023)	Pourcentage (total Europe 12 659 cadavres à août 2023)	Sensibilité
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3403 / 1931	26,9%	Forte
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1796 / 415	14,2%	
<i>Nyctalus noctula</i>	1765 / 269	13,9%	
<i>Pipistrellus spec.</i>	865 / 421	6,83%	
<i>Nyctalus leislerii</i>	815 / 243	6,44%	
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	673 / 411	5,32%	
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	496 / 199	3,92%	
<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	414 / 40	3,27%	
<i>Hypsugo savii</i>	372 / 59	2,94%	
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	41 / 10	0,32%	
<i>Vespertilio murinus</i>	218 / 11	1,72%	Moyenne
<i>Eptesicus serotinus</i>	165 / 72	1,30%	
<i>Tadarida teniotis</i>	85 / 3	0,67%	
<i>Miniopterus schreibersi</i>	14 / 8	0,11%	Faible à négligeable
<i>Myotis daubentonii</i>	12 / 2	0,09%	
<i>Plecotus austriacus</i>	11 / 2	0,09%	
<i>Myotis spec.</i>	10 / 1	0,08%	
<i>Plecotus auritus</i>	9 / 1	0,07%	
<i>Myotis myotis</i>	9 / 5	0,07%	
<i>Barbastella barbastellus</i>	8 / 6	0,06%	
<i>Myotis mystacinus</i>	8 / 4	0,06%	
<i>Myotis blythii</i>	7 / 1	0,06%	
<i>Myotis nattereri</i>	6 / 3	0,05%	
<i>Myotis emarginatus</i>	5 / 3	0,04%	
<i>Myotis dasycneme</i>	3 / 0	0,02%	
<i>Myotis brandtii</i>	2 / 0	0,02%	
<i>Myotis bechsteini</i>	2 / 2	0,02%	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	3 / 0	0,02%	
<i>Plecotus sp.</i>	1 / 1	0,01%	

* Cas particuliers : La Grande noctule, absente d’Allemagne, pourrait être sous-représentée. Le Murin des marais également car c’est une espèce très localisée autour des pays du Bénélux.

ANNEXE 4 : METHODOLOGIE D'EVALUATION DES IMPACTS

Il s'agit de quantifier les impacts potentiels d'un projet ou résiduels d'une installation en exploitation sur la flore et la faune en confrontant les caractéristiques techniques du projet et/ou installation avec les caractéristiques écologiques du milieu. Ce processus d'évaluation des impacts conduit finalement à proposer, le cas échéant, différentes mesures visant à éviter, réduire ou, si nécessaire, compenser les effets du projet/installation sur les milieux naturels.

Plusieurs paramètres sont à évaluer et quantifier :

- Enjeux spécifiques ;
- Intensité de l'impact, elle-même liée à :
 - La portée de l'impact ;
 - La sensibilité des espèces ;
- Choix des espèces impactées ou susceptibles de l'être.

Évaluation de l'intensité de l'impact

L'intensité de l'impact est obtenue en croisant la sensibilité d'une espèce avec la portée de l'impact.

Tableau 29 : Définition de l'intensité de l'impact

Niveau de portée de l'impact	Niveau de sensibilité		
	Fort	Moyen	Faible
Fort	Fort	Assez fort	Moyen
Moyen	Assez fort	Moyen	Faible
Faible	Moyen à faible	Faible	Faible à négligeable

Dans le cas d'études d'impacts écologiques et/ou de suivis post-implantation d'éoliennes, la sensibilité des espèces est liée aux risques de :

- Collision / barotraumatisme ;
- Perturbation des territoires et fonctionnalités locales.

Concernant la définition de la **sensibilité** aux risques de collision et barotraumatisme on se référera à l'Annexe 3 : Méthodologie d'évaluation de la sensibilité des oiseaux et des chiroptères aux collisions éoliennes avec les différentes classes utilisées. Les fichiers Excel de résultats de la méthode sont assez lourds et peuvent être fournis sur demande. Il est utile de souligner que cette sensibilité brute ne tient évidemment pas compte de caractéristiques locales susceptibles d'accentuer le risque de collision telles que de faibles gardes au sol (< 30 mètres), la proximité à certaines structures paysagères fonctionnelles pour les chauves-souris... Ces éléments seront autant de paramètres pris en compte pour réévaluer cette sensibilité spécifique.

Le choix des espèces d'oiseaux ou de chiroptères **perturbées** ou susceptibles de l'être sur l'aire d'étude immédiate d'un projet ou d'une installation exploitée suit la même approche que pour la collision.

S'agissant des **oiseaux**, Une liste de référence présentant les risques bruts de perturbation est établie d'après la bibliographie européenne traitant des réactions des oiseaux en présence d'éoliennes et de nos propres connaissances. Il en résulte le classement d'un certain nombre d'oiseaux dans les catégories suivantes :

- Espèces perturbées en présence d'éoliennes (désertion ou éloignement systématique des machines, vols de panique etc.). Le risque de perturbation est qualifié d'existant ;
- Espèces pour lesquelles des observations ponctuelles de perturbation sont connues mais pour lesquelles aucune certitude n'est donnée quant au rôle effectif des éoliennes : Bruant proyer, Caille des blés, etc. Le risque de perturbation est considéré comme envisageable.

Les modifications comportementales du vol au droit des éoliennes ne sont pas considérées comme une perturbation (sauf cas exceptionnel) dès lors qu'elles ne semblent pas remettre en cause le bon accomplissement du cycle de l'espèce (trajet migratoire non modifié...).

Pour les **chiroptères**, le concept de perturbation dans le contexte des parcs éoliens est légèrement différent de celui pour les oiseaux : la perturbation est due à la réduction des zones disponibles le long des transects locaux des corridors ou à l'intérieur des sites de chasse pendant l'exploitation des parcs éoliens. Il existe quelques publications récentes sur cet impact, même si :

- La raison de la répulsion est inconnue (probablement causée par le bruit) ;
- Il y a, pour certaines espèces, à la fois des effets d'attraction et de répulsion selon les cas, les distances aux haies et aux lisières forestières, mâle/femelle, etc.

Plusieurs auteurs ont démontré que l'activité des chauves-souris diminue de 0 à 200 m à partir des haies (Lenski 2010, Kelm et al. 2014, etc.) 19 au moins pour certaines espèces comme *Pipistrellus sp. pl.* De nouveaux travaux de recherche ont maintenant démontré que :

- Dans une région avec de nombreuses haies (nord-ouest de la France), la proximité des éoliennes a eu un effet négatif significatif sur l'activité :
 - De 3 espèces : la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), la Pipistrelle commune (*Pipistrellus*) ;
 - De 2 groupes d'espèces (*Myotis spp.*, *Plecotus spp.*) ;
 - De 2 groupes d'espèces à stratégie de chasse particulière (vol rapide et glaneur). L'activité des chauves-souris à moins de 1000 m des éoliennes par les glaneurs et les chauves-souris volant rapidement a ainsi été réduite de 53,8 % et 19,6 %, respectivement (Barré et al. 2018).

- Dans la même région, une publication récente a étudié la coexistence de l'attraction et de la répulsion dans le même contexte paysager et a évalué la distance sécurisée d'implantation des éoliennes en lien avec les habitats des chauves-souris. Cette étude

fournit des preuves empiriques que les éoliennes situées à proximité d’habitats optimaux tels que les haies repoussent fortement les chauves-souris, tandis que les éoliennes situées plus loin dans les zones ouvertes pourraient les attirer.

Ces études préliminaires devraient être entreprises ailleurs en Europe dans différents habitats naturels. Cependant, ils confirment qu’il y a probablement une perturbation pour toutes les espèces de chauves-souris et pas seulement pour les espèces spécifiques. Avec la base de connaissances actuelle, il sera difficile d’étudier plus en détail la sensibilité des espèces de chauves-souris aux perturbations causées par les éoliennes.

La **portée de l’impact** correspond à l’ampleur de l’impact sur les individus dans le temps et l’espace. Elle est d’autant plus forte que l’impact du projet s’inscrit dans la durée et concerne une proportion importante de la population locale de l’espèce concernée. Elle est définie selon trois échelles :

- Forte : nombre d’individus impactés, et/ou susceptibles de l’être, de façon importante (à titre indicatif, > 25 % du nombre total d’individus) et/ou irréversible dans le temps ;
- Moyenne : nombre d’individus impactés, et/ou susceptibles de l’être, de façon modérée (à titre indicatif, 5 % à 25 % du nombre total d’individus) et temporaire dans le temps ;
- Faible : nombre d’individus impactés, et/ou susceptibles de l’être, de façon marginale (à titre indicatif, < 5 % du nombre total d’individus) et/ou très limitée dans le temps.

La portée de l’impact est donc liée aux données locales recueillies : fréquences des contacts/observations, tailles des populations, comportements, quantification des impacts sur la faune

L’analyse des impacts, en particulier des impacts résiduels après mise en œuvre des mesures de suppression et de réduction, répond en partie à l’analyse d’une matrice, qui va croiser l’intensité de l’impact et les enjeux stationnels (ou spécifiques stationnels) de conservation où il a lieu.

Cette matrice sera déterminante pour évaluer les compensations nécessaires. Le tableau ci-dessous présente le principe de cette matrice sous forme d’intensité de couleur sachant que les éléments comptables peuvent différer d’un groupe d’espèce à l’autre. Ils sont liés aux besoins en matière de fonctionnalité mais aussi au taux de dégradation acceptable pour le maintien de cette fonctionnalité.

Tableau 30 : Définition des impacts

Intensité de l’impact	Niveau d’enjeu impacté				
	Très fort	Fort	Assez fort	Moyen	Faible
Fort	Très fort	Fort	Assez fort	Moyen	Faible
Assez fort	Fort	Assez fort	Moyen	Faible à moyen	Faible
Moyen	Assez fort	Moyen	Faible à moyen	Faible	Négligeable
Faible à négligeable	Moyen à faible	Faible	Faible à négligeable	Négligeable	Négligeable à nul

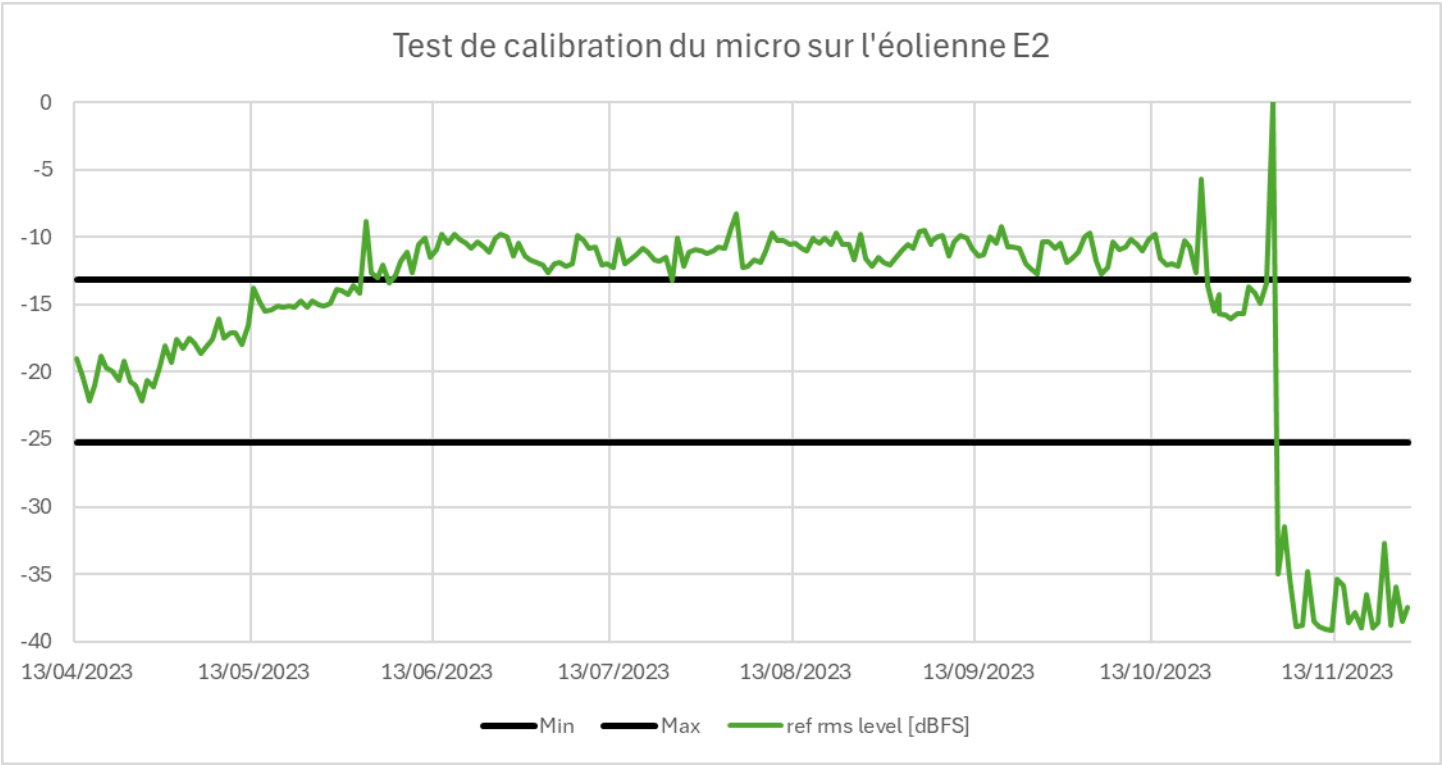


ANNEXE 5 : CONDITIONS D'OBSERVATION DES PROSPECTIONS AVIFAUNISTIQUES

Périodes biologiques	Dates	Météo	Observateur
Stationnements hivernaux	06/12/2023	T° : 2°C, Vent sud-est 5 km/h, Couverture nuageuse : 0%	Guillaume Le Guen
	27/12/2023	T° : 11°C, Vent sud-ouest 30 km/h, Couverture nuageuse : 50%	Yves David
	09/01/2024	T° : - 4°C, Vent nul, Couverture nuageuse : 70%	Guillaume Le Guen
	26/01/2024	T° : 9°C, Vent nord-ouest 30 km/h, Couverture nuageuse : 50%	Yves David
Migration prénuptiale et Nidification	05/04/2023	T° : 4°C, Vent sud 5 km/h, Couverture nuageuse : 40%	Guillaume Le Guen
	17/04/2023	T° : 6°C, Vent nul, Couverture nuageuse : 60% -> 0%	Guillaume Le Guen
	05/05/2023	T° : 11°C, Vent sud 10-30 km/h, Couverture nuageuse : 70%	Guillaume Le Guen
	16/05/2023	T° : 4°C, Vent nord 5 km/h, Couverture nuageuse : 10%	Guillaume Le Guen
	24/05/2023	T° : 8°C, Vent nord-est 10-40 km/h, Couverture nuageuse : 10%	Guillaume Le Guen
	30/05/2023	T° : 11°C, Vent nord-est 30 km/h, Couverture nuageuse : 80%	Guillaume Le Guen
	13/06/2023	T° : 20°C, Vent nord 10 km/h, Couverture nuageuse : 30%	Yves David
	27/06/2023	T° : 13°C, Vent ouest 10 km/h, Couverture nuageuse : 20%	Jean Courtin
Migration postnuptiale	30/08/2023	T° : 15°C, Vent nord-ouest 15-30 km/h, Couverture nuageuse : 100%	Yves David
	13/09/2023	T° : 20°C, Vent nord 15 km/h, Couverture nuageuse : 10%	Guillaume Le Guen
	19/09/2023	T° : 14°C, Vent sud-ouest 20 km/h, Couverture nuageuse : 90%	Jean Courtin
	26/09/2023	T° : 15°C, Vent sud-ouest 20 km/h, Couverture nuageuse : 40%	Jean Courtin
	03/10/2023	T° : 7°C, Vent ouest 5 km/h, Couverture nuageuse : 90%	Guillaume Le Guen
	17/10/2023	T° : 6°C, Vent est 10km/h, Couverture nuageuse : 60%	Guillaume Le Guen
	25/10/2023	T° : 10°C, Vent ouest 15 km/h, Couverture nuageuse : 70%	Guillaume Le Guen
	07/11/2023	T° : 7°C, Vent sud-ouest 10km/h, Couverture nuageuse : 70% -> 30%	Guillaume Le Guen

ANNEXE 6 : DIAGRAMME DE CALIBRATION DU BATMODE

Le graphique ci-dessous présente les variations de la sensibilité du micro mesurée quotidiennement. Les horizontales noires représentent les limites supérieures et inférieures de valeurs considérées comme bonnes selon le constructeur (± 6 dBFS autour de la valeur initiale de la calibration certifiée). Les calibrations hors des seuils, c'est-à-dire les baisses de sensibilité du micro peuvent s'expliquer notamment par la présence de poussière ou d'humidité fréquente en Bretagne (brouillard, condensation) sur la capsule du micro.



Variations temporelles de la sensibilité du micro du Batmode S+ (ref rms level [dBFS])

ANNEXE 7 : LISTE DES ESPECES D'OISEAUX ET STATUTS

Légende pour les oiseaux :

Dir.Ois. : directive 2006/105 modifiant la directive 79/409/CEE (directive « Oiseaux ») du Conseil concernant la conservation des oiseaux sauvages

PN : protection nationale

Liste des espèces protégées à l'échelle nationale en vertu de l'arrêté du 29 octobre 2009 (publié au J.O. du 5 décembre 2009) modifié par l'arrêté du 21 juillet 2015 (publié au J.O. du 28 juillet 2015) :

Cet arrêté du 29/10/2009 modifie substantiellement les dispositions applicables aux oiseaux protégés, en ajoutant notamment la notion de protection des habitats : « sont interdites [...] la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, [...] pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques ». Les oiseaux nicheurs sont répartis sur la quasi-totalité des habitats terrestres et une attention devra être portée non seulement sur les sites de nid réguliers, mais également sur les zones d'alimentation et de repos.

35 : espèces inscrites à l'article 3 pour lesquelles la destruction, la perturbation des individus et des sites de reproduction et de repos sont interdits ainsi que le transport et le commerce ;

LRN : liste rouge nationale

UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2016. Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine. 32p.

(CR = en danger critique ; EN = en danger ; VU = vulnérable ; NT = quasi menacée ; LC = préoccupation mineure ; DD = données insuffisantes ; NA = non applicable).

LRR : liste rouge régionale

Liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne 2021.

(CR = en danger critique ; EN = en danger ; VU = vulnérable ; NT = quasi menacée ; LC = préoccupation mineure ; DD = données insuffisantes ; NA = non applicable).

Niveau d'enjeu local : niveau d'enjeu établi d'après le niveau de menace et de rareté de l'espèce au niveau régional et ajusté au regard de la rareté infra-régionale de l'espèce (rareté départementale...), de la dynamique de la métapopulation concernée, de l'état de conservation de la population du site (nombre d'individus, qualité de l'habitat...) et de la responsabilité de la station pour la conservation de l'espèce dans son aire de répartition naturelle (espèce biogéographiquement localisée, endémisme restreint).

Période hivernale	Migration prénuptiale	Nidification	Migration postnuptiale	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection nationale	Directive oiseaux	LRN	LRR	Niveau d'enjeu régional	Niveau d'enjeu local
x	x	x	x	Prunella modularis	Accenteur mouchet	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	Alauda arvensis	Alouette des champs	-	-	NT	VU	Assez fort	Assez fort
x	x	x	x	Lullula arborea	Alouette lulu	Art. 3	Annexe 1	LC	LC	Faible	Faible
x	x		x	Motacilla cinerea	Bergeronnette des ruisseaux	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	Motacilla alba	Bergeronnette grise	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	Pyrrhula pyrrhula	Bouvreuil pivoine	Art. 3	-	VU	NT	Moyen	Moyen
x	x	x	x	Emberiza citrinella	Bruant jaune	Art. 3	-	VU	EN	Fort	Fort
x	x	x	x	Buteo buteo	Buse variable	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
	x			Anas platyrhynchos	Canard colvert	-	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	Art. 3	-	VU	LC	Faible	Faible
			x	Corvus monedula	Choucas des tours	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	Corvus corone	Corneille noire	-	-	LC	LC	Faible	Faible
	x	x		Accipiter nisus	Epervier d'Europe	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x			x	Sturnus vulgaris	Etourneau sansonnet	-	-	LC	LC	Faible	Faible
	x	x	x	Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
	x	x		Sylvia borin	Fauvette des jardins	Art. 3	-	NT	LC	Faible	Faible
	x	x		Sylvia communis	Fauvette grisette	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x		x	Garrulus glandarius	Geai des chênes	-	-	LC	LC	Faible	Faible
x				Larus argentatus	Goéland argenté	Art. 3	-	NT	VU	Assez fort	Moyen
x	x		x	Larus fuscus	Goéland brun	Art. 3	-	LC	VU	Assez fort	Moyen

Période hivernale	Migration prénuptiale	Nidification	Migration postnuptiale	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection nationale	Directive oiseaux	LRN	LRR	Niveau d'enjeu régional	Niveau d'enjeu local
x				<i>Ardea alba</i>	Grande Aigrette	Art. 3	Annexe 1	NT	EN	Fort	Faible
x	x	x	x	<i>Certhia brachydactyla</i>	Grimpereau des jardins	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine	-	-	LC	LC	Faible	Faible
x			x	<i>Turdus pilaris</i>	Grive litorne	-	-	LC	-	-	-
x			x	<i>Turdus iliacus</i>	Grive mauvis	-	-	-	-	-	-
x	x	x	x	<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne	-	-	LC	LC	Faible	Faible
	x			<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	Art. 3	-	NT	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	Art. 3	-	VU	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Turdus merula</i>	Merle noir	-	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Aegithalos caudatus</i>	Mésange à longue queue	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Mésange bleue	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x				<i>Lophophanes cristatus</i>	Mésange huppée	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x			<i>Poecile palustris</i>	Mésange nonnette	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Dendrocopos major</i>	Pic épeiche	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x				<i>Columba livia</i>	Pigeon biset	-	-	DD	DD	-	-
x	x	x	x	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	-	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x		x	<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse	Art. 3	-	VU	VU	Assez fort	Faible
x				<i>Pluvialis apricaria</i>	Pluvier doré	-	Annexe 1	-	-	-	-
	x	x		<i>Phylloscopus trochilus</i>	Pouillot fitis	Art. 3	-	NT	VU	Assez fort	Assez fort
x	x	x	x	<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x	x	x	x	<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x				<i>Sitta europaea</i>	Sittelle torchepot	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
	x	x		<i>Saxicola rubicola</i>	Tarier pâtre	Art. 3	-	NT	LC	Faible	Faible
			x	<i>Spinus spinus</i>	Tarin des aulnes	Art. 3	-	LC	EN	Fort	Faible
x	x	x	x	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon	Art. 3	-	LC	LC	Faible	Faible
x				<i>Vanellus vanellus</i>	Vanneau huppé	-	-	NT	VU	Assez fort	Faible
x	x	x	x	<i>Chloris chloris</i>	Verdier d'Europe	Art. 3	-	VU	VU	Assez fort	Assez fort

ANNEXE 8 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES

Période	Sous-période	Passage	Semaine	Date	Tâche	Intervenant
1	Période printanière	1	20	16/05/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
	Période estivale	2	21	23/05/2023	Suivi mortalité Test de persistance (dépôt)	TBM environnement
		-	21	24/05/2023	Test de persistance (J+1)	TBM environnement
		-	21	26/05/2023	Test de persistance (J+3)	TBM environnement
		3	22	30/05/2023	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	TBM environnement
		-	22	02/06/2023	Test de persistance (J+10)	TBM environnement
		4	23	06/06/2023	Suivi mortalité Test d'efficacité + Test de persistance (J+14)	TBM environnement
		5	24	13/06/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		6	25	20/06/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		7	26	27/06/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		8	27	04/07/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		9	28	11/07/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		10	29	18/07/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		11	30	26/07/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
2	Période automnale 1	12	31	01/08/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		13	32	09/08/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		14	33	16/08/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		15	34	22/08/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		16	35	30/08/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		17	36	05/09/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		18	37	12/09/2023	Suivi mortalité Test d'efficacité + Test de persistance (dépôt)	TBM environnement
		-	37	13/09/2023	Test de persistance (J+1)	TBM environnement
		-	37	15/09/2023	Test de persistance (J+3)	TBM environnement
		19	38	19/09/2023	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	TBM environnement
		-		22/09/2023	Test de persistance (J+10)	TBM environnement
		20	39	26/09/2023	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	TBM environnement
	Période automnale 2	21	40	03/10/2023	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	TBM environnement
		22	41	10/10/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		23	42	17/10/2023	Suivi mortalité	TBM environnement
		24	43	25/10/2023	Suivi mortalité	TBM environnement



ANNEXE 9 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI

Période	Sous-période	Date	Nbr de passages	E1	E2	E3 (non suivie)	E4	E5	MOYENNE
				% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	
1	Transit printanier	16/05/2023	1	15%	11%	-	93%	9%	32%
	Estivage	23/05/2023	1	15%	11%	-	93%	9%	32%
		30/05/2023	1	15%	11%	-	93%	100%	55%
		06/06/2023	1	15%	11%	-	93%	95%	54%
		13/06/2023	1	15%	11%	-	93%	100%	55%
		20/06/2023	1	15%	11%	-	93%	100%	55%
		27/06/2023	1	84%	11%	-	93%	100%	72%
		04/07/2023	1	84%	11%	-	93%	100%	72%
		11/07/2023	1	84%	11%	-	8%	12%	29%
		18/07/2023	1	74%	11%	-	12%	12%	27%
		26/07/2023	1	84%	11%	-	12%	12%	30%
		2	Transit automnal 1	01/08/2023	1	84%	11%	-	12%
09/08/2023	1			84%	11%	-	12%	12%	30%
16/08/2023	1			15%	11%	-	12%	12%	13%
22/08/2023	1			15%	88%	-	8%	12%	31%
30/08/2023	1			15%	88%	-	8%	12%	31%
05/09/2023	1			15%	89%	-	8%	12%	31%
12/09/2023	1			15%	89%	-	8%	12%	31%
19/09/2023	1			15%	89%	-	8%	12%	31%
26/09/2023	1			15%	89%	-	8%	12%	31%
Transit automnal 2	03/10/2023			1	15%	11%	-	8%	12%
	10/10/2023		1	15%	11%	-	8%	12%	12%
	17/10/2023		1	15%	11%	-	93%	100%	55%
	25/10/2023		1	15%	11%	-	97%	100%	56%
			Moyenne :	35%	30%	-	45%	41%	38%



ANNEXE 10 : SYNTHÈSE DES CADAVRES DÉCOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITÉ

Groupe	Nom français	Nom scientifique	Age	Sexe	Date ramassage	Coord_X_L93	Coord_Y_L93	Distance mat	N° éolienne	Découvreur	Identificateur	Etat	Occupation du sol	Visibilité
Chiroptère	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	VOL	VOL	13/06/2023	48.459353	-3.250209	13 m	E1	Yves DAVID	Yves DAVID	frais	plateforme	Bonne
Chiroptère	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	VOL	VOL	18/07/2023	48.45266	-3.248963	35 m	E5	Guillaume LE GUEN	Guillaume LE GUEN	frais	plateforme	Bonne
Chiroptère	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	VOL	VOL	05/09/2023	48.452766	-3.248471	4 m	E5	Jean COURTIN	Jean COURTIN	frais	herbe	Moyenne
Chiroptère	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	VOL	VOL	19/09/2023	48,452702	-3,248854	49 m	E5	Jean COURTIN	Jean COURTIN	frais	plateforme	bonne

*Age : +1A = adulte ; 1A = 1ère année ; VOL = volant, âge non identifiable



ANNEXE 11 : PARAMETRES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE AVEC GENEST

		Période 1	Période 2
Paramètres généraux	Modèle		
	Nombre de répétitions	1000	1000
	Niveau de confiance	0,8	0,8
	Catégorie	Saison	Saison
Efficacité du chercheur	Modèle		
	Variables prédictives	-	-
	k fixé	0,75	0,75
	Sélection		
	Modèle sélectionné	P1 : p ~ Visibilité ; k fixed at 0.75 ; 17,39 ; 0	P2 : p ~ Visibilité ; k fixed at 0.75 ; 43,97 ; 0
Persistance des carcasses	Modèle		
	Variables prédictives	Saison	Saison
	Sélection		
	Distribution choisie	Log normal	Log normal
	Modèle sélectionné	P1 : lognormal ; l~ constant ; s~ constant ; 103.11 ; 1.42	P2 : loglogistic; l~ constant ; s~ constant ; 36.88 ; 0.24
Estimation de la mortalité	Modèle		
	Fraction de l'installation étudié	1	1
	Mortalité fractionnée		
	Variable de planification de recherche	Saison	Saison
	Variable d'observation des cadavres	Groupe	Groupe

ANNEXE 12 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR DE GENEST

➤ Résultats obtenus par groupe impacté et par période sur les 4 éoliennes suivies du parc de Bourbriac.

General Inputs Searcher Efficiency Carcass Persistence Mortality Estimation Detection Probability

Model Inputs:

Carcass ID Column (CO)

carcID

Fraction of Facility Surveyed:

1

Date Found:

DateFound

Estimate

Clear Estimate

Splitting Mortality:

Max. two total splits, max. one schedule-based split

Search Schedule (SS) Variable:

Season

Carcass Observation (CO) Variable:

Group

Split Estimate

Transpose

Clear Split

Figures

Summary

Show 25 entries

Search:

	Group	Season	X	10%	25%	50%	75%	90%
1	bat	periode_1	2	2	7.96	15.19	23.91	32.3
2	bat	periode_2	2	2	28.46	59.4	97.41	143.81

Showing 1 to 2 of 2 entries

Previous 1 Next

Download

Estimated mortality by Season

Median, IQR, and 80% confidence intervals

