

Parc éolien « Bourbriac » (22)

**Suivi de la mortalité et suivi chiroptérologique
en nacelle 2025**

27/03/2026

INFORMATIONS & CONTACTS

Parc éolien « Bourbriac » (22)

Suivi de la mortalité et suivi chiroptérologique en nacelle 2025

27/03/2026

Bourbriac_Suivi_2025

ÉTUDE REALISÉE POUR :

NADARA

2 rue Claude Chappe
35 510 Cesson-Sévigné – France

Contact client : Cédric LABBE

06 07 80 53 91
cedric.labbe@nadara.com

ÉTUDE REALISÉE PAR :

TBM environnement (agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE)

5/7 rue de l'Europe ZA Kénéah Nord -
56400 Plougoumelen
02 97 56 27 76

Contact Écosphère : Julie PAVIE

07 44 47 37 12
j.pavie@tbm-environnement.com

Coordination	Julie PAVIE Chargée d'études
Analyses mortalité (terrain + rédaction)	Julie PAVIE Chargée d'études faune
Analyses nacelle	Julie PAVIE Chargée d'études faune
SIG et cartographie	Mathieu BRUNEAU Géomaticienne

Contrôle du rapport	
Contrôle réalisé par	Julien TAISNE
Date du contrôle final	25 mars 2026

CONTEXTE GENERAL ET OBJET DE L'ETUDE

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 Ecosphère Agence Ouest (TBM environnement) pour réaliser son suivi environnemental, composé d'un suivi de la mortalité ainsi qu'un suivi chiroptérologique en hauteur. Ce suivi est le deuxième réalisé sur le parc (premier en 2023) d'avril à octobre 2025.

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 janvier 2025.

► MISSION D'ÉCOSPHÈRE

Le bureau d'études TBM environnement (agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE) a réalisé en 2025, 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 (d'avril à octobre 2025) ;
- Suivi acoustique de l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle sur l'éolienne E2 (de mars à novembre 2025).

TBM a ensuite évalué les impacts éoliens sur les populations (par collision ou barotraumatisme), et proposer le cas échéant des mesures de réduction proportionnées.

► CITATION RECOMMANDEE :

TBM, 2025. Suivi environnemental du parc de Bourbriac (22) - Année 2025. EDPR, TBM environnement, agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE, 55 pages.

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_2025 ».

SOMMAIRE

INFORMATIONS & CONTACTS2

CONTEXTE GENERAL ET OBJET DE L’ETUDE2

SOMMAIRE3

LISTE DES CARTES3

RESUME OPERATIONNEL4

1. INTRODUCTION6

1.1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D’UN SUIVI ENVIRONNEMENTAL6

1.2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN7

2. METHODES10

2.1. SUIVI DE L’ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN NACELLE10

2.2. SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX12

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI CHIROPTEROLOGIQUE EN NACELLE18

3.1. VALIDITE DU MATERIEL UTILISE18

3.2. ACTIVITE ENREGISTREE EN NACELLE18

3.3. INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES SUR L’ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS.....22

3.4. CONCLUSION DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE24

4. RESULTATS DU SUIVI DE LA MORTALITE25

4.1. RESULTATS BRUTS.....25

4.2. RESULTATS DE LA MORTALITE ESTIMEE27

4.3. CONCLUSION DU SUIVI DE MORTALITE.....30

5. EVALUATION DES IMPACTS BRUTS ET RESIDUELS31

5.1. OISEAUX31

5.2. CHAUVES-SOURIS31

5.3. MISE EN RELATION ENTRE L’ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS EN ALTITUDE ET LES CAS DE MORTALITE OBSERVES ET LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES33

5.4. CONCLUSION SUR LES IMPACTS DU PARC34

6. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION35

6.1. PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FREQUENTANT LE PARC PAR UN BRIDAGE NOCTURNE DIFFERENCIE35

6.2. CONTROLE DE L’ECLAIRAGE NOCTURNE36

6.3. GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES36

7. CONCLUSION OPERATIONNELLE36

8. BIBLIOGRAPHIE37

ANNEXE 1 : ARRETE PREFECTORAL D’AUTORISATION D’EXPLOITER38

ANNEXE 2 : DIAGRAMME DE CHOIX SUR LA PRISE EN COMPTE D’UN CADAVRE D’OISEAU OU UNE PLUMEE COMME DU A L’ACTIVITE EOLIENNE39

ANNEXE 3 : METHODE D’EVALUATION DES ENJEUX40

ANNEXE 4 : METHODE D’EVALUATION DES IMPACTS41

ANNEXE 5 : METHODE D’EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES OISEAUX ET DES CHIROPTERES AUX COLLISIONS EOLIENNES.....43

ANNEXE 6 : DIAGRAMME DE CALIBRATION DU BATMODE45

ANNEXE 7 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES 46

ANNEXE 8 : SYNTHESE DES CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE 47

ANNEXE 9 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI..... 48

ANNEXE 10 : RESULTATS BRUTS DES TESTS DE PERSISTANCE 49

ANNEXE 11 : RESULTATS BRUTS DES TESTS D’EFFICACITE 51

ANNEXE 12 : PARAMETRES SERVANT A L’ESTIMATION DE LA MORTALITE AVEC GENEST 55

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Présentation du parc éolien et des suivis 9

Carte 2 : Distribution de la mortalité sur le parc éolien de Bourbriac en 2025 26

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.

► PRESENTATION DU PARC EOLIEN ET CONTEXTE DU SUIVI

Le parc éolien concerné par les présents suivis est localisé dans l'ouest de la France, 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 EDPR.

Le contexte éco paysager de ce parc se situe en Argoat à l'est des Monts d'Arrée entre Guingamp et Carhaix. Ce secteur est marqué par la présence de paysages de polycultures extensives (pâtures, prairies) et intensives (parcelles agricoles : blé, maïs...), parsemés de linéaires de haies arborées et arbustives.

Un premier suivi post-implantation a été réalisé entre mi-mai et fin octobre 2023. 4 cadavres de chauves-souris avaient été découverts et la mortalité était estimée à 77 cadavres de chiroptères sur la période étudiée sur le parc. Cette année-là, au moins 95 % de l'activité chiroptérologique en altitude est enregistrée pour des vents inférieures à 4,5 m/s et pour des températures supérieures à 15°C. L'impact jugé significatif, un bridage a donc été préconisé. Il a été mis en place à partir de 2025.

► METHODES

Suivi de l'activité chiroptérologique en nacelle

Un batmode S+ a été installé sur l'éolienne E2 du parc de Bourbriac. Il a fonctionné du **25 mars au 14 novembre 2025**.

Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux

Les 5 éoliennes du parc ont été suivies au cours de l'année 2025. Un total de 25 passages a été réalisé entre mi-mai et fin octobre (semaines 20 à 44), avec un intervalle moyen entre les passages de 7 jours.

► RESULTATS DU SUIVI CHIROPTEROLOGIQUE EN NACELLE

Le parc de Bourbriac présente une activité en hauteur significative sur les périodes d'estivage (activité assez forte), de transit automnale 1 (activité moyenne), et de transit automnal 2 (activité forte), les mois de mars et novembre n'ayant enregistré aucun contact et le mois d'avril n'en ayant enregistré qu'un seul.

Elle est majoritairement dominée par la Pipistrelle commune (86,1 % des données), puis dans une moindre mesure, la Sérotine commune (5,7 % des données). Ces espèces sont habituellement retrouvées en hauteur et considérées comme sensibles à l'éolien (sensibilité respectivement forte et moyenne).

Ce suivi en hauteur a permis d'évaluer a priori le « risque éolien » selon les conditions météorologiques sur le parc en 2025. Il s'agit de la deuxième caractérisation fine depuis la mise en fonction du parc, suite à la première analyse qui a eu lieu en 2023.

► RESULTATS DU SUIVI DE LA MORTALITE

Résultats bruts

Sur le parc de Bourbriac, 2 cadavres ont été découverts, 2 chauves-souris et aucun oiseau :

- 2 chiroptères appartenant à une espèce : 2 Pipistrelles communes [migratrices probables], trouvées début octobre (transit automnal 2).

Estimations de la mortalité

Les résultats bruts de mortalité ont été corrigés à partir de l'application GenEst. 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 5 éoliennes de 7 chauves-souris [IC 80 % : 2 - 14] du 1er août au 31 octobre 2025. L'estimation n'est pas possible pour les oiseaux.

► EVALUATION DES IMPACTS BRUTS ET RESIDUELS

En conclusion, un niveau d'impact pour chacune des espèces impactées constaté par le suivi de la mortalité de 2025 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 les espèces ;
- Pour les chiroptères : faibles pour la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler, et négligeables pour les autres espèces.

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

- Moyens pour le mois d'octobre ;
- Faibles pour les mois de fin mars à fin septembre ;
- Négligeables pour le mois de novembre.

► MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION ET SUIVIS

Bridage nocturne

La mesure actuellement en place (bridage nocturne) n'est pas totalement efficace. Les caractéristiques de cette mesure de bridage préconisée sont donc revues afin de protéger au moins 95 % de l'activité des chauves-souris sur le parc lorsque le niveau d'activité est significatif selon la période.

	Bridage actuel	Propositions de bridage pour l'ensemble du parc pour 2026
Janvier à mi-mai	Aucun bridage	
Début avril à Mi-mai Période de transit printanier	Aucun bridage	Du 01/04 au 15/05, pour des vitesses de vents < à 5 m/s, des températures > à 11°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 66,7 % des contacts
Mi-mai à fin juillet Période de nidification / Parturition	Du 16/05 au 31/09, pour des vitesses de vents < à 4,5 m/s, des températures > à 10°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 95,5 % des contacts	Du 16/05 au 31/07, pour des vitesses de vents < à 7 m/s, des températures > à 11°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 95,5 % des contacts
Début août à fin septembre Période de migration automnale	Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 67,8 % des contacts en estivage, 92,4 % des contacts en transit automnal 1	Du 01/08 au 31/09, pour des vitesses de vents < à 5 m/s, des températures > à 11°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 94,7 % des contacts
Octobre Période de migration automnale	Du 1er octobre au 31 octobre, pour des vitesses de vents < à 4 m/s, des températures > à 10°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 76,2 % des contacts en transit automnal 2	Du 01/10 au 31/10, pour des vitesses de vents < à 5 m/s, des températures > à 11°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 96,8 % des contacts
Novembre à décembre	Aucun bridage	

Suivis à venir

Au vu des risques de collision pour les chauves-souris identifiées sur le parc de Bourbriac, nous estimons qu’il est nécessaire de vérifier l’efficacité des mesures correctives préconisées en fin de cette étude par un autre suivi de mortalité, couplé à un suivi chiroptérologique à hauteur de nacelle en 2026, afin d’ajuster au mieux les paramètres du bridage.

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

Le parc éolien de Bourbriac est exploité par EDP Renewables sur la commune de Bourbriac dans le département des Côtes d’Armor (22) et mis en service en 2009. 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 page 9). 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 (J. Pavie, 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 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). Dans le tableau ci-dessous, sont résumés le volet écologique de cette étude d’impact (en amont du projet) et les éventuels suivis (après la mise en service) réalisés sur le parc.

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

Tableau 3 : Synthèse des résultats des études antérieures

Etudes antérieures	Année, structure	Principaux résultats
Etude d’impact environnementale	2003-2004, Bretagne Vivante	Enjeux jugés moyens en période de reproduction du fait de 4 espèces menacées en France présentes dans les alentours immédiats du site : Caille des blés, Alouette des champs, Tarier pâtre, Bruant jaune + Impact considéré comme moyen pour la Pipistrelle commune
Suivi ornithologique	2023-2024, TBM environnement	34 espèces nicheuses recensées dont : 1 espèce à un enjeu stationnel fort = Bruant jaune + 3 espèces à un enjeu stationnel assez fort = Pouillot fitis, Alouette des champs et Verdier d’Europe + 1 espèce à un enjeu stationnel moyen = Bouvreuil pivoine ; 3 espèces présentent une sensibilité aux collisions avec les éoliennes : Buse variable, Epervier d’Europe et Canard colvert. 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 Epervier d’Europe et les Faucons crécerelles qui ont parfois des comportements à risque vis-à-vis des éoliennes. Grande majorité des espèces migratrices observées non menacée et caractérisée par des sensibilités faibles à la collision sauf pour la Buse variable qui est caractérisée par une sensibilité forte et le Goéland brun (individus isolés en périodes de migrations) avec une sensibilité moyenne aux risques de collisions. Flux migratoires globalement diffus au niveau du parc éolien. Voie à l’est du parc semble privilégiée par les passereaux. Flux des espèces migratrices nocturnes non décelables de jour et leurs sensibilités à la collision nettement sous-estimées. Pas de perturbation nette des trajectoires observées. Adaptations de vol néanmoins envisageables pour plusieurs espèces puisqu’une majorité des oiseaux observés utilise la hauteur de garde au sol des éoliennes. La zone d’étude présente un intérêt faible pour l’avifaune en hiver. Stationnement et regroupement de passereaux (Pinson des arbres et 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 (sensibles aux collisions avec les éoliennes) sont plus anecdotiques (Goéland brun et Goéland argenté) et les individus contournent le parc pour rejoindre la côte ou pour se nourrir dans les terres.

Etudes antérieures	Année, structure	Principaux résultats
Suivi mortalité	2023, TBM environnement	1^{er} suivi réalisé sur le parc éolien de Bourbriac, 4 éoliennes suivies sur les 5 (éolienne 3 étant hors service) 24 passages répartis entre le 16 mai et le 25 octobre 2023, avec un intervalle moyen entre les passages de 7 jours 4 cadavres de chauves-souris ont été découverts : 3 Pipistrelles communes dont 2 en période d'estivage sous les éoliennes E1 et E5 + 1 en période d'envol des jeunes et transit automnal, et 1 Sérotine commune en période d'envol des jeunes et transit automnal sous l'éolienne E5. Surface moyenne de prospection > 40 % en période 1, et < 40 % en période 2 (sauf pour E2) donc considérée mauvaise à cette période. Probabilité de persistance faible pour les deux périodes. Efficacité de détection très bonne en période 1 et moyenne période 2. Sur période 1 de mi-mai à la fin juillet : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 15,2 individus [IC 80 % : 2 - 32,3]. Sur période 2 de début août à fin octobre : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 59 individus [IC 80 % : 2 - 143,8]. GenEst estime une mortalité d'environ 77,4 chauves-souris [IC 80% : 20,7 - 159,1] sur la période étudiée. Mortalité des oiseaux engendrée par le parc n'ayant 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.
Suivi chiroptérologique en altitude	2023, TBM environnement	Activité chiroptérologique 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 (mois de novembre sans contact enregistré), de niveau faible en transit printanier. Activité majoritairement dominée par une espèce : la Pipistrelle commune (66%), puis la Noctule de Leisler (25%) et la Pipistrelle de Kuhl (8%). Toutes espèces habituellement retrouvées en altitude. Pipistrelle commune considérée comme très sensible au risque de collision lié à l'éolien, Noctule de Leisler et Pipistrelle de Kuhl ayant aussi une sensibilité forte au risque éolien. 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. 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). En 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.

Etudes antérieures	Année, structure	Principaux résultats
Suivi environnemental	2023, TBM environnement	Selon les résultats des suivis mortalité et chiroptérologique, Niveau d'impact et risque de collision associé pour chaque espèce contactée en 2023 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. Niveau d'impact et 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 L'impact du parc sur les populations de chauves-souris est jugé significatif bien que modéré. Nécessité donc de bridage pour l'ensemble des éoliennes du parc, proposition de régulation pour protéger au moins 95 % des chiroptères : - 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 coucher au lever du soleil) ; - 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 (du coucher au lever du soleil)

1.2.4. PLAN DE REGULATION (BRIDAGE) EN PLACE / HISTORIQUE DES PLANS DE REGULATION APPLIQUES SUR LE PARC

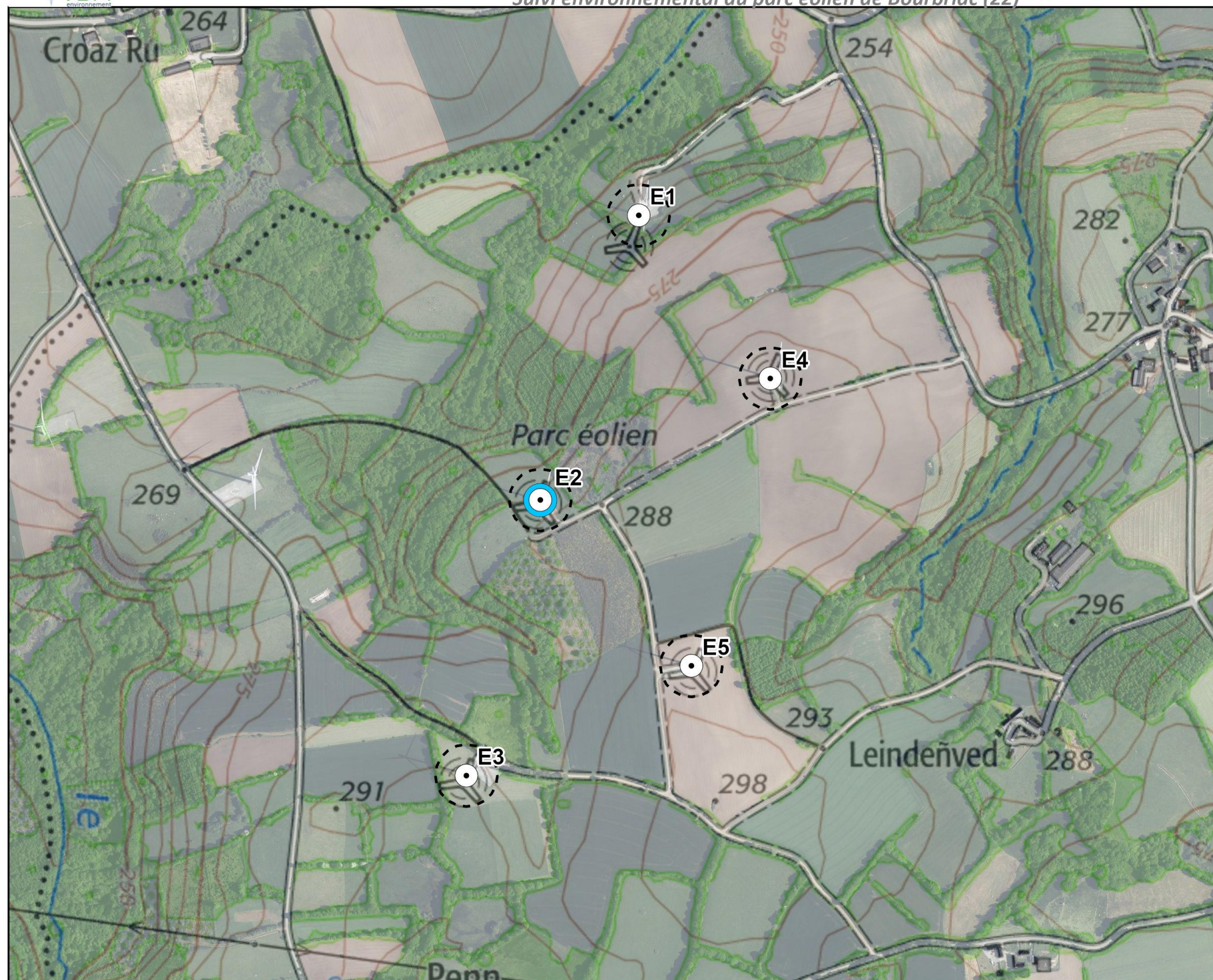
Suite au suivi de la mortalité et au suivi chiroptérologique en altitude réalisé en 2023, TBM a proposé un bridage adapté au parc de Bourbriac. Ce plan de bridage a été appliqué sur l'ensemble des 5 éoliennes en 2025. Les conditions de bridage sont exposées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Conditions de bridage mises en place sur le parc éolien de Bourbriac

Période	Conditions de vitesse de vent	Conditions de température	Heures
De janvier au 15 mai	-	-	-
Du 16 mai au 30 septembre	<= 4.5 m/s HH	> 10°C	Du coucher au lever du soleil
Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre	<= 4 m/s HH	> 10°C	Du coucher au lever du soleil
De novembre à décembre	-	-	-

Présentation du parc éolien et des suivis

Suivi environnemental du parc éolien de Bourbriac (22)



- Eolienne faisant l'objet du suivi de la mortalité
- Eolienne faisant l'objet d'un suivi de l'activité chiroptérologique
- ⊞ Rayon de 50 m autour des éoliennes



0 100 200 m N
 Carte réalisée par TBM, 2026
 Sources : TBM
 Fond cartographique : SCAN 25@IGN, BD Ortho®

Bourbriac25_SuiviMort

2. METHODES

Dans le cas du parc éolien de Bourbriac, le suivi ayant débuté en avril 2025, 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 de l'activité chiroptérologique en hauteur (nacelle de l'éolienne E2 équipée d'un dispositif de suivi en continu) du 25 mars au 14 novembre 2025.
- Suivi de la mortalité au pied des éoliennes, à raison de 25 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 CHIROPTEROLOGIQUE EN NACELLE

2.1.1. PROTOCOLE ET MATERIEL

Le suivi acoustique des chiroptères en nacelle a été réalisé du 25 mars au 14 novembre 2025 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)

Le détecteur a été raccordé au réseau électrique de l'éolienne et a fonctionné sur le réseau 220 volts. Il a été réglé tel qu'il puisse redémarrer automatiquement en cas de coupure électrique. Le dispositif était ainsi autonome. Une connexion à distance au détecteur a été mise en place via un abonnement GSM avec des cartes « SIM » insérées dans le détecteur.

L'espace de stockage interne était de 250 Go/détecteur et une copie des enregistrements était quotidiennement réalisée sur une clé USB de 58 Go permettant d'assurer la continuité des enregistrements tout au long du suivi.

La détection et l'enregistrement ont été programmés pour débiter 60 minutes avant l'heure de coucher du soleil et s'arrêter 60 minutes après le lever du soleil, soit durant des nuits complètes.

Le dispositif d'enregistrement a été paramétré pour ne sélectionner que les fréquences supérieures à 12 kHz. La sensibilité a été fixée jusqu'à 120 kHz.

2.1.2. METHODES D'ANALYSE

2.1.2.1. Traitement des données

Afin d'évaluer les quantités d'activité, un traitement informatique sous le logiciel Kaleidoscope (Wildlife acoustics) a permis à la fois un pré-tri des enregistrements d'origine non chiroptérologique, une conversion des sons (format WAV) et un découpage des séquences des ultrasons selon la méthode du contact par unité de temps égale à 5 secondes (méthode développée par Barataud, 2015). Les notions de contact et de donnée sont équivalentes car lorsqu'une durée de 5 secondes comprend deux individus, on comptabilise 2 contacts (ou 2 données). Les fichiers ont ensuite été traités « manuellement » à l'aide des logiciels Analook / Kaleidoscope Pro et Batsound pour écouter les séquences et effectuer les mesures nécessaires à la distinction des espèces (maximum d'énergie, fréquences initiales et terminales, durée, répartition de l'énergie, récurrence, pattern visuel du signal, ...).

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 :

- **Période printanière** : Le transit printanier commence **début avril (voir mars) et s'étend 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 à 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 automnale 1) et **les mois d'octobre/novembre** d'autre part (transit automnale 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 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. L'une des seules études menées (Behr et al, 2017) montre une vraie réduction dès 2 mm/h. Ce paramètre ne sera pas abordé dans la présente étude.

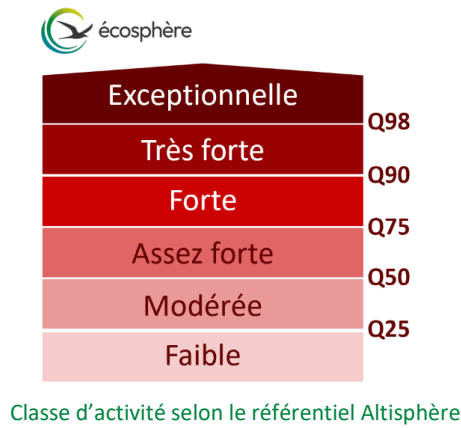
Simultanément aux enregistrements ultrasonores, les équipements intégrés des éoliennes ont permis d'enregistrer les données météorologiques à hauteur de nacelle, telles que les vitesses de vent et la température. Celles-ci ont été utilisées dans les analyses de corrélation avec les activités afin de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

2.1.2.2. Évaluation des niveaux d'activité : Altisphère

L'évaluation des niveaux d'activité repose sur l'utilisation d'un référentiel d'activité interne, Altisphère, issu de la compilation de suivis en altitude menés par Écosphère depuis 2011. L'objectif d'Altisphère est de fournir aux chiroptérologues un appui pour faciliter l'interprétation objective et transparente des données en altitude.

Ce référentiel a été décliné en plusieurs modules selon le secteur biogéographique (Alpin, Atlantique Sud, Atlantique Nord, Continental Nord, Continental Sud et méditerranéen), le type de suivi en hauteur (mât, nacelle, canopée), la hauteur de l'enregistreur (40 - 90 m ou 90 – 150 m) et le milieu (ouvert, semi-ouvert ou fermé). Dans le cadre des suivis post-implantation, c'est le référentiel spécifique aux suivis en nacelle qui est exploité. Pour cette étude, le secteur biogéographique correspond à l'Atlantique Nord, l'enregistreur se situe à 78 m et le milieu est semi-ouvert.

Concrètement, il s'agit d'un tableau référençant différentes classes d'activité définies en fonction de valeurs seuil, qui permet de dire qualitativement si l'activité enregistrée sur une nuit donnée est importante ou non, par rapport à toutes les nuits enregistrées, éventuellement en fonction des espèces et de la période de l'année. Les classes d'activité sont créées en fonction des quantiles retenus dans le référentiel, chaque quantile correspondant à un seuil entre deux classes d'activité (figure ci-dessous).



2.1.3. LIMITES TECHNIQUES

2.1.3.1. 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.

De plus, 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).
- 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.

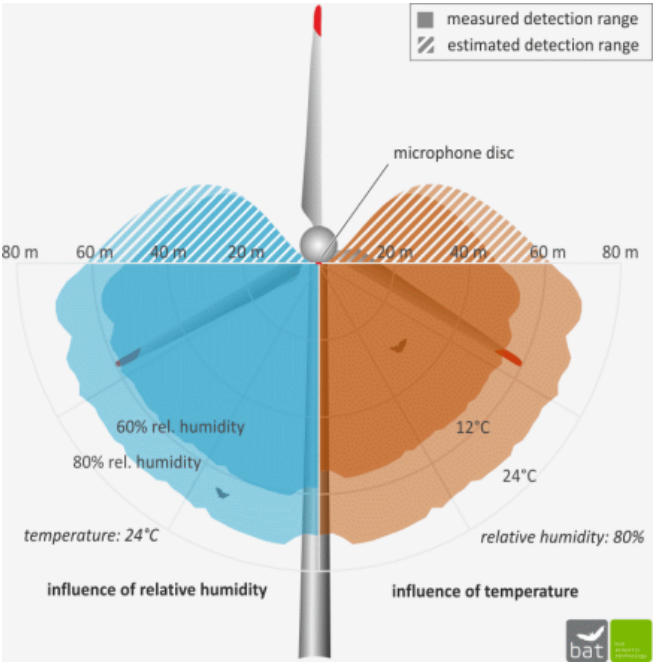


Figure 1 : Schéma présentant les volumes de détection du micro « Ultrasoundgate » d'Avisoft Bioacoustics™ selon les conditions de température et d'humidité. Les couleurs foncées correspondent à la détection d'espèces émettant dans les 40 kHz (Pipistrelles), les claires aux espèces émettant dans les 20 kHz (Noctules, Sérotines).

2.1.3.2. 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 que, 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 hauteur.

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.

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

2.2.1. PROTOCOLE DE TERRAIN

2.2.1.1. Pression d'échantillonnage

Les **5 éoliennes du parc ont été suivies** au cours de l'année 2025. Toutes ont été inspectées à chaque passage en appliquant la même méthode, selon un standard conforme au protocole ministériel de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres en vigueur depuis avril 2018.

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 25 passages** :

- Période 1 avec 1 passage/semaine (intervalle de 7 jours) de mi-mai à fin juillet (semaine 20 à 31), soit 12 passages correspondant aux mouvements prénuptiaux, à la nidification des oiseaux et à la parturition des chauves-souris ;

- Période 2 avec 1 passage/semaine (intervalle de 7 jours) d'août à fin octobre (semaine 32 à 44), 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. Les dates de passage sont précisées dans l'Annexe 7 : Dates de prospection du suivi de mortalité et des tests associés.

2.2.1.2. 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 26 juin 2025).**

Après avoir identifié et photographié les cadavres découverts autour des éoliennes suivies, les informations suivantes ont été notées (cf. Annexe 8 : 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 3e et/ou du 5e 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. Dietz & von Helversen. 2004 ;
- Mammifères de Suisse : clés de détermination : clé morphologique et clé des crânes. Marchesi et al. 2011 ;
- Identification des chiroptères de France à partir de restes osseux. Fédération Française de Spéléologie. Dodelin B. 2002 ;
- Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des Vespertilionidés de l'ouest européen. Menu H. et Popelard J-B. 1987. Le Rhinolophe, bulletin de la coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris. N°4. Museum d'Histoire Naturelle de Genève.

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 3e molaire) et la distance entre la 1re et la 3e 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 :

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

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

► PRISE EN COMPTE DES CADAVRES ET PLUMES DANS L'ANALYSE

Les différentes plumées trouvées au sol peuvent provenir :

- D'une collision avec une éolienne ;
- De prédateurs naturels sur individus, dont la mortalité peut potentiellement être dû à l'activité éolienne ;
- De séances de toilettages d'individus, sans lien particulier avec l'activité éolienne ;
- D'une collision avec un véhicule sur un chemin, sans lien particulier avec l'activité éolienne.

Afin de conclure sur le lien éventuel avec la collision éolienne, différents critères ont été 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. Ces critères sont présentés dans un arbre de décision dans l'Annexe 2 : Diagramme de choix. 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.

2.2.1.3. 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 PROSPECTEES

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, dont 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. 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.

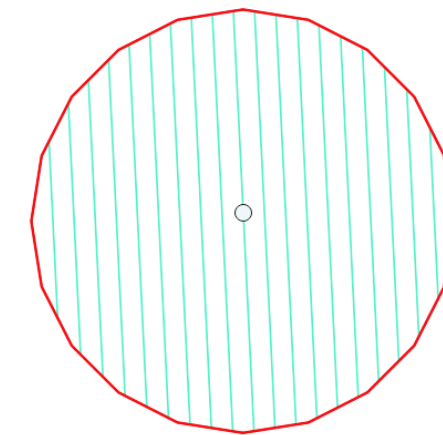


Figure 2 : Schéma représentatif des transects effectués au sein de la surface prospectée autour de l'éolienne

En complément du protocole classique de recherche des cadavres, le protocole "Roads and pads" a été réalisé. Il consiste à prospecter en supplément les chemins et routes dans les 120 m autour du mât des éoliennes, soit sur des surfaces de très bonne visibilité. Afin de ne pas biaiser les résultats estimés, les cadavres trouvés hors de la zone de prospection lors du protocole « Roads and pads » ne sont pas intégrés dans les calculs d'estimation de la mortalité.

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 5) 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 ont ensuite été intégrées dans le calcul des taux de détection afin d’interpréter correctement les résultats.

Tableau 5 : 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 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 plateforme, 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 en 4.2.1.1 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 Bourbriac, 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 disparu.

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.

L’application GenEst permet une estimation de la persistance des cadavres. Une probabilité de persistance « r » a 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 et 6 cadavres de souris, poussin ou rat fraîchement décongelés autour de chacune des 5 éoliennes du parc (soit 27 cadavres en période 1 et 30 cadavres en période 2). 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 a 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 ceux de la Buse variable, 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 : un 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 (J.Pavie, TBM environnement)



Souris utilisée pour un leurre de persistance (J.Pavie, TBM environnement)



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

► EFFICACITE DE L'OBSERVATEUR

Toutes les méthodes utilisent le facteur d, c'est-à-dire le taux de détection (ou d'efficacité) par l'observateur. 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'application GenEst 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'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 et 1).

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

L'occupation du sol et l'efficacité des observateurs à détecter des cadavres peuvent varier dans le temps. C'est pourquoi l'efficacité a été testée sur chaque période les 20/05 (période 1) et 23/09/2025 (période 2) pour deux observateurs en période 1 et un observateur en période 2, les principaux participant au suivi de mortalité.

Ce test a consisté à déposer, par une seconde personne, des leurres artificiels aux formes et couleurs proches de cadavres naturels (tels que des morceaux de caoutchouc assimilable à des chauves-souris, ou encore des pommes de terre pour les petits oiseaux plus gros et plus colorés). Les leurres seront déposés aléatoirement en amont des recherches de mortalité, au sein des classes de végétation prospectée (visibilité bonne et moyenne) et pointés au GPS. Le nombre de leurres déposés selon la classe de visibilité est proportionnel à la surface prospectée pour chaque classe de visibilité. Ainsi secteurs ayant une visibilité moyenne n'étaient présents que de manière ponctuelle par rapport aux un nombre plus faible de leurres a été déposé sur les surfaces de visibilité moyenne. 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 et 12 par éolienne sur les 5 éoliennes suivies pour chaque période. Un total de 106 leurres a été utilisé pour ce test en période 1 (deux observateurs) pour l'ensemble du par cet 50 leurres en période 2 (un observateur).



Leurres en caoutchouc et pomme de terre déposés dans différents habitats pour le test d'efficacité de l'observateur (J. Pavie, TBM environnement)

2.2.2. OUTIL D'ESTIMATION DE LA MORTALITE

2.2.2.1. 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 »² et fonctionnant sous le logiciel³ 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 avec un protocole standard (tel que celui de 2018).

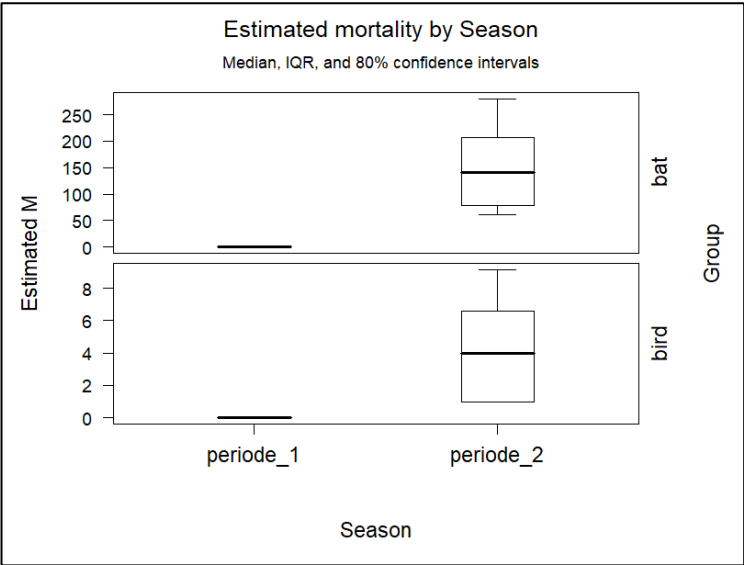


Figure 3 : Impression d'écran de l'interface de GenEst montrant les résultats déclinés par période et groupe des cadavres

2.2.2.2. Evidence of Absence

Les outils présentés jusqu'ici ne permettent pas de fournir une estimation pour les cas où aucune mortalité n'a été découverte sur le parc et/ou sur une période donnée au cours du suivi environnemental. Par conséquent, en parallèle de GenEst, Daniel Dalthorp, Manuela Huso et David Dail (USGS) ont développé une application alternative appelée « Evidence of Absence » (EoA)⁴ et fonctionne également sous le logiciel open source R.

L'interface prend en compte certains biais cités plus haut pour procurer une estimation de la mortalité totale et quantifier l'incertitude associée à l'estimation.

2 <https://www.usgs.gov/centers/fresc/science/a-generalized-estimator-estimating-bird-and-bat-mortality-renewable-energy>
3 <https://www.r-project.org/>

⁴ <https://pubs.usgs.gov/ds/0881/pdf/ds881.pdf>

Sur l’interface présentée à l’utilisateur (cf. Figure 4), il est ainsi possible de saisir :

- La période de recherche avec l’intervalle entre les passages et le nombre de passage réalisé ;
- Les résultats du test d’efficacité ;
- Et les résultats du test de performance.

EoA, v2.0 - Single Class Module

EditHelp

Detection Probability (g)

Search Schedule

Start of monitoring (yyyy-mm-dd)2016-03-15

Formula

Search interval (I)7

Number of searches26

Custom

Edit/View

Spatial coverage (a)0.4

Temporal coverage (v)0.75

Estimate g

Searcher Efficiency

Carcasses available for several searches

95% CIs: $p \in [0.526, 0.676]$, $k \in [0.653, 0.82]$

$\hat{p} = 0.62$, $\hat{k} = 0.736$

ViewEdit

Carcasses removed after one search

Carcasses available158

Carcasses found98

$\hat{p} = 0.62$ with 95% CI = $[0.543, 0.693]$

Factor by which searcher efficiency changes with each search (k)0.674

Persistence Distribution

Use field trials to estimate parameters

View/Edit

Distributions: Lognormal with shape (α) = 4.083 and scale (β) = 1.171

$r = 1$ for $I_r = 7$, with 95% CI: $r \in [0.423, 0.648]$, $\beta \in [0.4871, 1.854]$

Enter parameter estimates by hand

View

Exponential

Weibull

Log-Logistic

Lognormal

Parameters

shape (α)4.0827

scale (β)1.1707

lwr0.4871

upr1.854

$r = 0.531$ for $I_r = 7$, with 95% CI: $r \in [0.409, 0.651]$

Fatality estimation (M, λ)

Carcass Count (X)2

Estimate M

Credibility level ($1 - \alpha$)0.9

Estimate λ

One-sided CI (M*)

Two-sided CI

Close

Figure 4 : Impression d’écran de l’interface d’Evidence of Absence

 écosphère

Parc éolien « Bourbriac » (22)
Suivi de la mortalité et suivi chiroptérologique en nacelle 2025 | p. 17

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI CHIROPTEROLOGIQUE EN NACELLE

3.1. VALIDITE DU MATERIEL UTILISE

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 toutes les nuits suivies jusqu’au 6 novembre 2025. Pour ce suivi acoustique, la calibration du micro a toujours dépassé le seuil de fonctionnalité (-6/+6 dBFS par rapport à la valeur initiale selon Ecosphère). Cela signifie que le micro aurait une meilleure sensibilité, influençant alors positivement la détectabilité des chauves-souris.

On peut également comptabiliser 6 nuits de dysfonctionnement probable sur des nuits complètes (soit 3,6 % de nuits) et 12 nuits de dysfonctionnement probable sur une partie de la nuit (soit 7,7 % de nuits en partie suivies) sur les 234 nuits du suivi réalisé entre le 25 mars et le 14 novembre 2025. Les raisons des déconnexions du Batmode et des multiples arrêts monitoring ne sont pas connues (peut-être déconnexion du système lors de mises à jour ou maintenances). D’autres dysfonctionnements mineurs et sans impact apparent sur les enregistrements ont été notés car ils ont eu lieu durant la journée. Les nuits de dysfonctionnement partiels ont présenté un arrêt de plusieurs minutes ou parfois plusieurs heures (sans en connaître la durée exacte). Malgré ce dysfonctionnement, certaines nuits présentent tout de même des enregistrements de chauves-souris, sans pour autant que la nuit soit totalement effective. Nous considérons que l’impact de ces dysfonctionnements est globalement marginal, nous prenons donc en compte ces nuits et les contacts de chauves-souris enregistrés dans l’analyse.

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 nous avons donc choisi de prendre également en considération toutes les nuits sur la totalité du suivi, cela nous permettra d’avoir un nombre de contacts suffisant pour les analyses à toutes les périodes et d’obtenir des relations plus robustes entre l’activité des chauves-souris et les données météorologiques avec un nombre de contacts plus important.

3.2. ACTIVITE ENREGISTREE EN NACELLE

3.2.1. RICHESSE SPECIFIQUE

Sur le parc éolien de Bourbriac, un total de **8 974 contacts** a été enregistré durant le suivi en nacelle d’avril à octobre 2025. Ce niveau d’activité globale sur tout le suivi est très fort.

Le suivi en nacelle a permis d’identifier 5 espèces de chauves-souris (cf. Figure 5). Cette richesse spécifique enregistrée est globalement faible comparée au total régional de 21 espèces, mais s’explique par le fait que certaines espèces volent quasi exclusivement à basse altitude comme les murins, les oreillards, les rhinolophes et la barbastelle. Les espèces de pipistrelles et de noctules-sérotines sont connues pour évoluer en hauteur et sont très communes dans les suivis réalisés à hauteur de nacelle dans l’ouest de la France.

Une majorité des contacts concerne la Pipistrelle commune (86 %), suivie par la Sérotine commune (5,7 %).

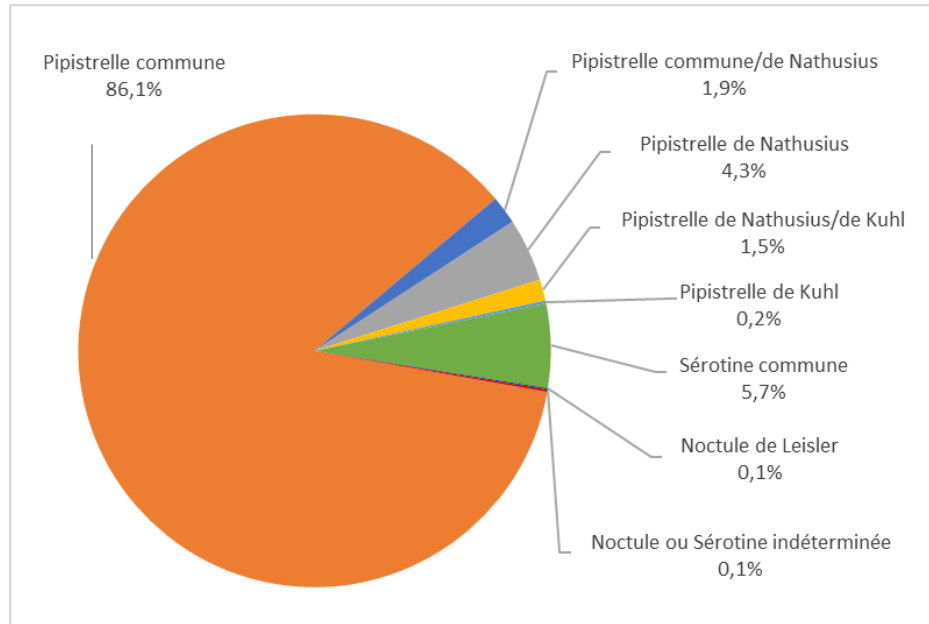


Figure 5 : Espèces contactées à hauteur de nacelle E2 sur le parc de Bourbriac en 2025

3.2.2. ANALYSE TEMPORELLE ET SPECIFIQUE 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 enregistrées en 2025 depuis la nacelle de E2

Mois	Nombre contacts totaux	Nuits suivies	Nuits positives	Nombre contacts par nuit
Mars 2025	0	7	0	0
Avril 2025	1	30	1	0,03
1ère quinz. Mai 2025	2	14	2	0,14
Période printanière	3	51	3	0,1
2ème quinz. Mai 2025	103	17	4	6,06
Juin 2025	824	30	14	27,47
Juillet 2025	42	31	9	1,35
Période estivale	969	78	27	12,4
Août 2025	327	31	13	10,55
Septembre 2025	161	30	8	5,37
Période automnale 1	488	61	21	8,0
Octobre 2025	7514	31	13	242,39
Novembre 2025	0	13	0	0
Période automnale 2	7514	44	13	170,8
Total	8974	234	64	38,4

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 2025 (cf. Figure 6) :

- Pendant la période printanière, le niveau d'activité est « faible » avec 0,1 contact par nuit en moyenne. Un seul contact de pipistrelle a été enregistré en avril et 2 contacts de sérotules ont été enregistrés sur la première quinzaine de mai ;
- Pendant la période estivale, le niveau d'activité est « assez fort » avec 12,4 contacts par nuit en moyenne. L'activité est assez régulière en juin avec des premiers pics d'activité arrivant ce mois-ci, notamment 2 grands pics le 11/06 avec 156 contacts et le 30/06 avec 319 contacts, où la proportion est quasi-équivalente entre les pipistrelles et les noctules. L'activité rediminue en juillet ;
- Durant le transit automnal :
 - L'activité est de niveau « moyen » pendant la première période automnale (août et septembre) avec 8 contacts par nuit en moyenne. L'activité irrégulière avec un grand pic d'activité la nuit du 25/08 avec 200 contacts et un deuxième pic la nuit du 19/09 avec 106 contacts, dont une grande majorité de pipistrelles pour chacune de ces nuits ;
 - L'activité est de niveau « très fort » pendant la deuxième période automnale avec 170,8 contacts par nuit en moyenne, avec la quasi-totalité de pipistrelles. L'activité est plutôt régulière jusqu'au 18/10. Après cette date, aucune activité n'a été enregistrée (ni même en novembre). Plusieurs grands pics d'activité ont eu lieu : **le 01/10 avec 3800 contacts et le 07/10 avec 2316 contacts**, puis le 06/10 avec 704 contacts, le 08/10 avec 440 contacts et le 09/10 avec 185 contacts. Ces pics peuvent s'expliquer par des vents bien plus faibles et des températures plus hautes enregistrés lors de ces nuits.

On rappellera que la chronologie générale est dépendante des conditions météorologiques (étudiée au chapitre 3.3) avec donc des variations interannuelles.

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

- L'activité est répartie principalement sur une large première moitié de nuit : 81,4 % sur les six premières heures de la nuit. Au mois d'octobre l'activité se prolonge sur la fin de la nuit ;
- Aucun contact n'a été enregistré avant le coucher du soleil au cours du suivi.

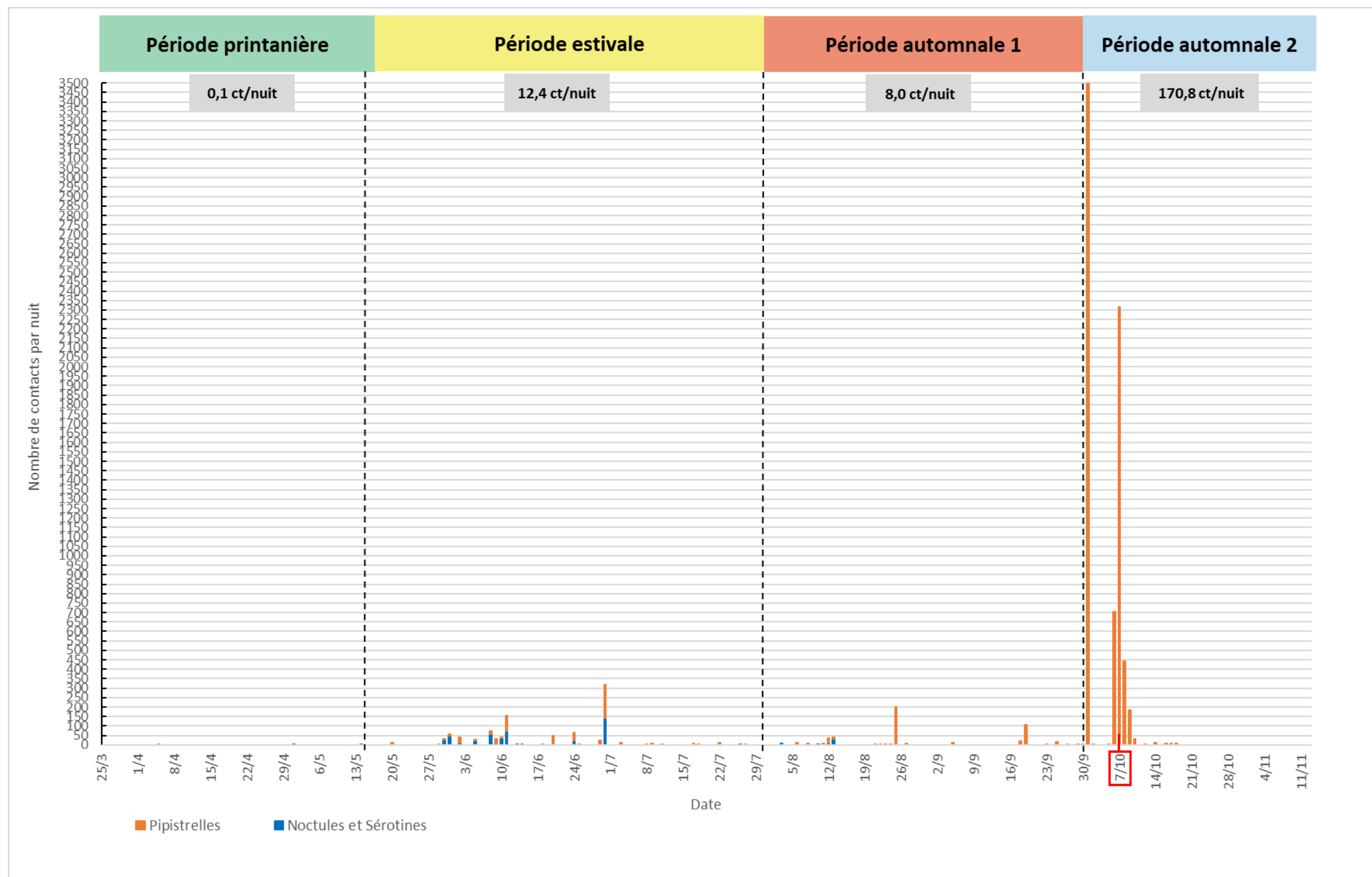
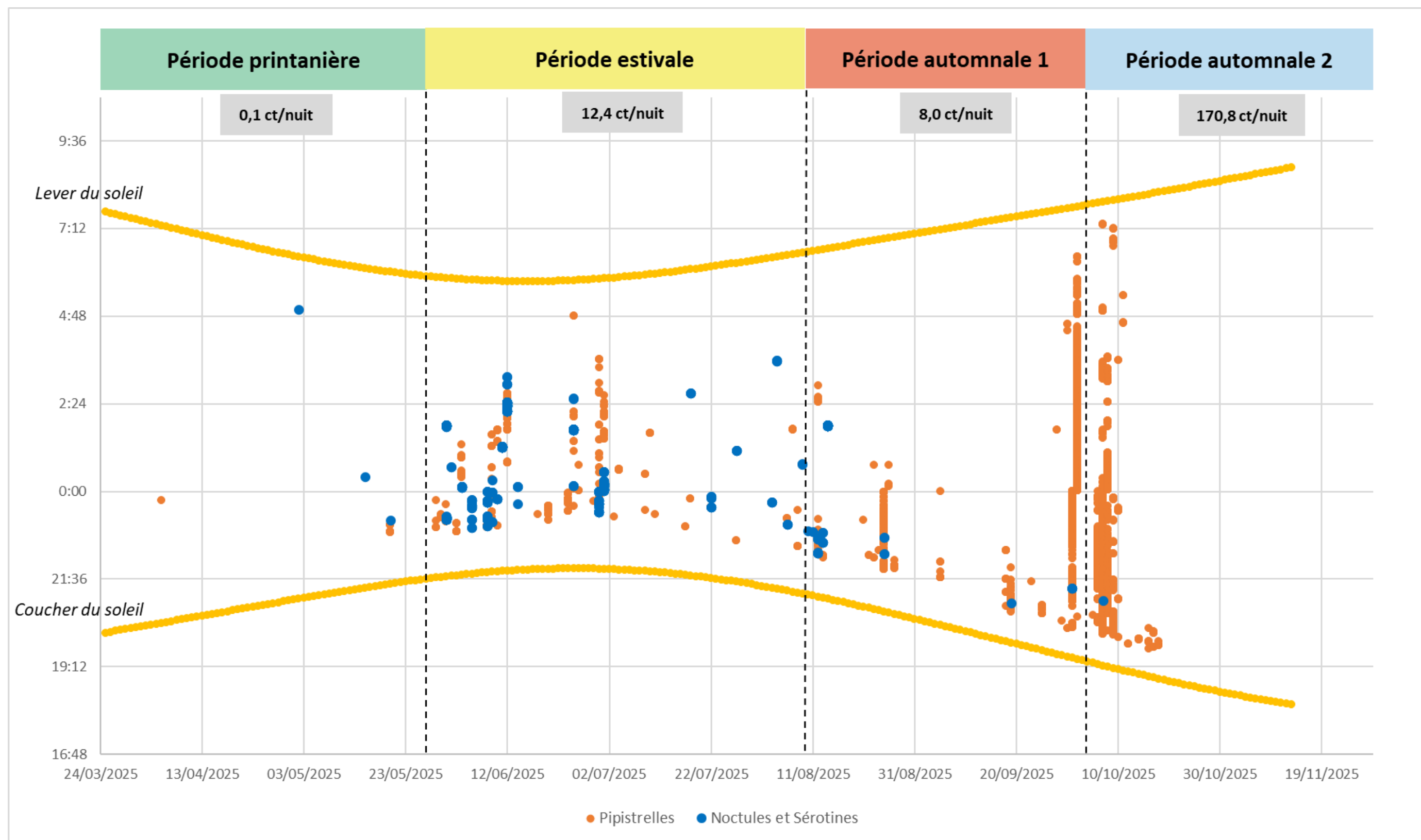


Figure 6 : Chronologie de l'activité enregistrée en nacelle E2 pour la période suivie en 2025. Les dates encadrées de rouges correspondent à des cas de mortalité de chauves-souris.



3.3. INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES SUR L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS

3.3.1. REPARTITION GLOBALE DE L'ACTIVITE SELON 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 1^{er} avril au 1^{er} novembre 2025, avec cependant quelques tranches horaires sans aucune donnée récupérée. Les mesures de la vitesse du vent et de la température ont été effectuées quotidiennement toutes les 10 minutes.

Ces données météorologiques 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 E2. Tous les contacts enregistrés d'avril à octobre ont des données météorologiques correspondantes (N=8974).

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

Tableau 7 : Donnés météorologiques nocturnes moyennes enregistrées à hauteur de nacelle en 2025 et distribution des données chiroptérologiques

	Vent nocturne moyen [min-max] (m/s)	Vent moyen [min-max] utilisé par les chiroptères (m/s)	Température nocturne moyenne [min-max] (°C)	Température moyenne [min-max] utilisée par les chiroptères (m/s)
Avril	6,1 [0,8 ; 13,2]	2,2 [2,2-2,2]	10,7 [5 ; 21]	15 [15-15]
Mai A	5,3 [1,6 ; 10]	3,6 [1,9-5,2]	11,4 [7 ; 21]	12,5 [12-13]
Mai B	6,0 [1,6 ; 12,4]	4,2 [1,9-5,6]	12,4 [9 ; 17]	14,9 [14-16]
Juin	5,5 [0,7 ; 11,6]	3,5 [1,1-8]	15,2 [9 ; 28]	19,9 [12-27]
Juillet	5,8 [0,8 ; 13,1]	3,8 [0,8-7,1]	15,8 (12 ; 23]	15,1 [14-20]
Août	5,6 [0,9 ; 11]	3,0 [1,5-7,1]	16,6 [13 ; 23]	19,0 [14-23]
Septembre	6,7 [1,4 ; 16]	3,2 [1,7-6,8]	13,7 [9 ; 22]	16,9 [12-19]
Octobre	7,1 [0,8 ; 19,3]	2,9 [0,8-7,4]	11,9 (6 ; 19]	14,8 [11-17]
Novembre	8,5 [5,8 ; 11,1]]	-	10,7 [9 ; 13]	-

En 2025, les vents nocturnes moyens les plus importants ont été enregistrés en octobre et novembre, et dans une moindre mesure en septembre. Les mois d'avril à août sont relativement homogènes concernant la vitesse moyenne des vents nocturnes.

Sur l'ensemble de la période suivie, toutes les données chiroptérologiques sont comprises entre 0,8 et 8 m/s de vitesse de vent (cf. Figure 8). L'activité chiroptérologique est anecdotique pour des vents au-delà de 5,5 m/s (2%).

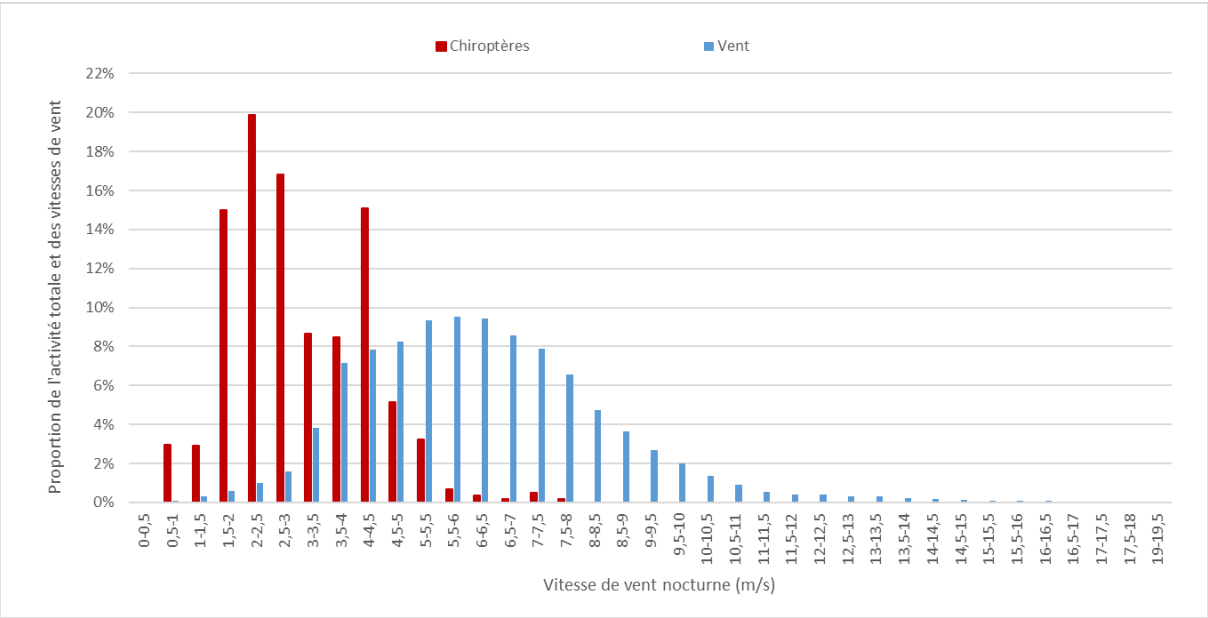


Figure 8 : Distribution de l'activité des chiroptères en 2025 selon les vitesses moyennes de vent nocturne

En 2025, les températures nocturnes moyennes sont plus faibles en avril, mai, octobre et novembre, et dans une moindre mesure en septembre. Les mois les plus chauds sont juin, juillet et août.

Sur l'ensemble de la période suivie, toutes les données chiroptérologiques se trouvent au-delà de 11°C (cf. Figure 9). L'activité chiroptérologique est anecdotique sous 13°C (5%).

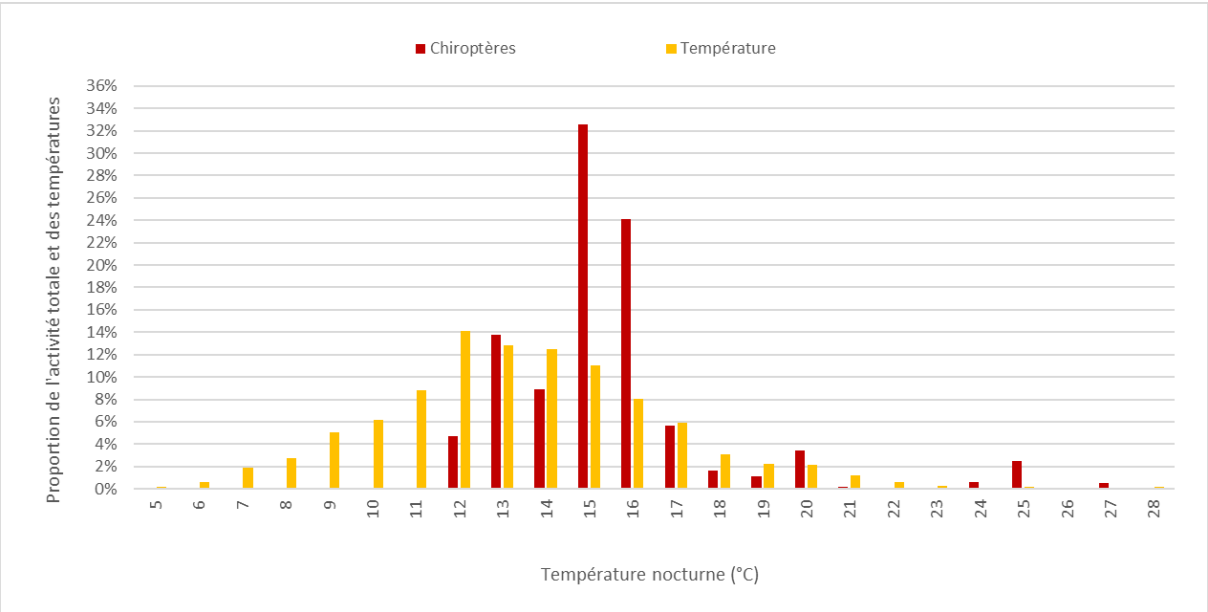


Figure 9 : Distribution de l'activité des chiroptères en 2025 selon les températures moyennes nocturnes

3.3.2. REPARTITION TEMPORELLE DE L'ACTIVITE SELON LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Même si la correspondance directe entre un contact de chauve-souris enregistré et un cas de mortalité n’est pas forcément systématique, ces données constituent la meilleure indication du risque en fonction de ces deux facteurs. L’évaluation est établie à partir d’une analyse croisée entre l’activité chiroptérologique enregistrée, la vitesse de vent, la température, la plage horaire nocturne et la période. Ainsi, les tableaux ci-dessous présentent la proportion de contacts protégés en fonction des paramètres météorologiques. Plusieurs scénarii ont été testés pour chaque période.

Les analyses suivantes permettent de tester différents scénarii afin de proposer une éventuelle 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, et notamment protéger ici le groupe des pipistrelles qui représente la majorité des contacts, mais aussi les autres espèces et notamment les noctules, les plus fréquemment retrouvées lors du suivi de mortalité et les plus sensibles aux risques éoliens. 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 2025. Ce seuil préconisé par la DREAL Bretagne est adaptable en fonction notamment des niveaux d’activité constatés selon la période. Les propositions de bridage à appliquer dès 2026 sont présentées après l’évaluation des impacts, au chapitre 6.

Il apparait 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.

Tableau 8 : Proportion d’activité selon les conditions météorologiques en période de transit printanier ; la ligne grisée correspond au bridage préconisé

Résultats transit printanier (01/04 au 15/05)		TOUTES ESPECES (Niveau d’activité faible)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	3	3	100 %
5,5	11	3	3	100 %
5,5	10	3	3	100 %
5	11	2	3	66,7 %

Tableau 9 : Proportion d’activité selon les conditions météorologiques en période d’estivage ; la ligne grisée correspond au bridage préconisé

Résultats estivage (16/05 au 31/07)		TOUTES ESPECES (Niveau d’activité assez fort)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	906	969	93,5 %
6,5	11	909	969	93,8 %
7	11	925	969	95,5 %
7,5	12	955	969	98 %

Tableau 10 : Proportion d’activité selon les conditions météorologiques en période de transit automnal 1 ; la ligne grisée correspond au bridage préconisé

Résultats transit automnale 1 (01/08 au 31/09)		TOUTES ESPECES (Niveau d’activité moyen)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	472	488	96,7 %
5,5	11	467	488	95,7 %
5	11	462	488	94,7 %
5,5	12	455	488	93,2 %

Tableau 11 : Proportion d’activité selon les conditions météorologiques en période de transit automnal 2 ; la ligne grisée correspond au bridage préconisé

Résultats transit automnale 2 (01/10 au 31/10)		TOUTES ESPECES (Niveau d’activité très fort)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	7485	7514	99,6 %
5,5	11	7432	7514	98,9 %
5	11	7273	7514	96,8 %
5,5	12	7039	7514	93,7 %

3.4. CONCLUSION DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

Le parc de Bourbriac présente une activité en hauteur significative sur les périodes d'estivage (activité assez forte), de transit automnale 1 (activité moyenne), et de transit automnal 2 (activité forte). Les mois de mars et novembre n'ayant enregistré aucun contact et le mois d'avril n'en ayant enregistré qu'un seul.

Elle est majoritairement dominée par la Pipistrelle commune (86,1 % des données), puis dans une moindre mesure, la Sérotine commune (5,7 % des données). Ces espèces sont habituellement retrouvées en hauteur et considérées comme sensibles à l'éolien (sensibilité respectivement forte et moyenne).

Ce suivi en hauteur a permis d'évaluer *a priori* le « risque éolien » selon les conditions météorologiques sur le parc en 2025. Il s'agit de la deuxième caractérisation fine depuis la mise en fonction du parc, suite à la première analyse qui a eu lieu en 2023.

4. RESULTATS DU SUIVI DE LA MORTALITE

4.1. RESULTATS BRUTS

L’intégralité des données recueillies dans le cadre de ce suivi est détaillée en Annexe 8 : Synthèse des cadavres découverts lors du suivi de mortalité.

Sur l’ensemble de la période suivie et la totalité des éoliennes du parc de Bourbriac, 2 cadavres ont été découverts, tous deux des chiroptères.

4.1.1. REPARTITION SPATIALE

Les cadavres ont été découverts uniquement sous l’éolienne 1 (cf. Carte 2 et tableau ci-dessous). Ainsi, entre 0 et 2 cadavres ont été découverts par éolienne sur le parc pour l’ensemble des périodes suivies. Aucun oiseau ni chiroptère n’a été découvert dans le cadre du protocole « Roads and pads ».

Tableau 12 : Répartition des cadavres découverts en 2025 (n=2) sur le parc éolien de Bourbriac

	Nombre de cadavres découverts		
Eolienne	Chiroptères	Oiseaux	Total
E1	2	0	2
E2	0	0	0
E3	0	0	0
E4	0	0	0
E5	0	0	0
TOTAL	2	0	2

Les analyses sur la répartition spatiale des cadavres sont limitées par le faible nombre de cadavres découverts.

Avec 2 cadavres dont 2 chauves-souris, l’éolienne E1 semble la plus mortifère. Aucun élément topographique (présence d’un vallon, d’un point haut) ou éco-paysager (présence d’une haie, lisière d’un boisement, ...) différent des autres éoliennes ne permet d’expliquer cette répartition particulière de la mortalité.

4.1.2. REPARTITION TEMPORELLE ET ESPECES CONCERNEES

La mortalité n’est pas répartie de manière régulière au cours de la période de suivi comme le montre le tableau ci-dessous. Aucun cadavre n’a été découvert en première période. Aucun oiseau n’a été découvert quelle que soit la période.

Tableau 13 : Répartition temporelle de la mortalité (n = 2 sur les 5 éoliennes suivies, aucun hors protocole)

Période	Sous-période	Date	Chiroptères	Oiseaux	Total
1	Période estivale	13/05/2025	0	0	0
		20/05/2025	0	0	0
		27/05/2025	0	0	0
		03/06/2025	0	0	0
		10/06/2025	0	0	0

Période	Sous-période	Date	Chiroptères		Oiseaux		Total
		17/06/2025	0		0		0
		24/06/2025	0		0		0
		01/07/2025	0		0		0
		08/07/2025	0		0		0
		15/07/2025	0		0		0
		22/07/2025	0		0		0
		29/07/2025	0		0		0
2	Période automnale 1	05/08/2025	0		0		0
		12/08/2025	0		0		0
		19/08/2025	0		0		0
		26/08/2025	0		0		0
		02/09/2025	0		0		0
		09/09/2025	0		0		0
		16/09/2025	0		0		0
		23/09/2025	0		0		0
		30/09/2025	0		0		0
	Période automnale 2	07/10/2025	2	Pipistrelles communes (1 M + 1 F) sur E1	0		2
		14/10/2025	0		0		0
		21/10/2025	0		0		0
		28/10/2025	0		0		0

Ainsi, sur le parc de Bourbriac, 2 cadavres ont été découverts, 2 chauves-souris et aucun oiseau :

- 2 chiroptères appartenant à une espèce : 2 Pipistrelles communes [migratrices probables].

En période de reproduction, aucun cadavre n’a été découvert.

En fin d’été et en automne, période d’envol des jeunes et de migration, la mortalité concerne 2 chauves-souris en octobre.



Cadavres de chauves-souris découverts sur l’éolienne E1 le 7 octobre 2025



Cadavres découverts en 2025

nadara

Suivi environnemental du parc éolien de Bourbriac (22)



- Eolienne faisant l'objet du suivi
- ⬜ Rayon de 50 m autour des éoliennes
- Chiroptère**
 - ◆ Pipistrelle commune - *Pipistrellus pipistrellus*

0 100 200 m N
Carte réalisée par TBM, 2026
Sources : TBM
Fond cartographique : BD Ortho®

Bourbriac25_SuiviMorta

4.2. RESULTATS DE LA MORTALITE ESTIMEE

4.2.1. VARIABLES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE ET FAISABILITE DES ESTIMATIONS

Afin de corriger les données brutes de mortalité recueillies lors du suivi, différents biais doivent être pris en compte. Ces 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.** L'analyse de la robustesse de ces paramètres s'effectue 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.

4.2.1.1. Quantité de cadavres découverts

Le nombre brut de cadavres est tout d'abord analysé, indépendamment de la représentativité des surfaces échantillonnées et de la persistance locale⁵. Si estimation statistique il y avait, il serait nécessaire de **traiter les données des différentes périodes indépendamment** pour des raisons strictement mathématiques (éventuelles différences de surface prospectée, de persistance, et d'efficacité) mais également d'analyse des résultats (paramètres de bridage 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 5 éoliennes suivies, 2 cadavres ont été découverts : aucun en période 1 et 2 en période 2. Ces 2 cadavres sont des chauves-souris. Ainsi, **la mortalité peut être estimée pour la deuxième période uniquement et seulement pour les chiroptères.**

4.2.1.2. 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 14). Le coefficient surfacique a été calculé pour chaque éolienne et pour chaque période du suivi (cf. Tableau 15).

Tableau 14 : Type de végétation ou occupation 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	Prairie	Prairie	Prairie	Sol nu	Sol nu
2	Période automnale	début août à fin octobre	Prairie	Prairie	Prairie	Maïs	Maïs

⁵ A l'échelle du parc éolien

Tableau 15 : Surface moyenne prospectée (%) par éolienne et par période en 2025

Période	Sous-période	Dates	Nb de passages	E1	E2	E3	E4	E5	MOYENNE
1	Période estivale	mi-mai à fin juillet	12	36 %	77 %	77 %	54 %	55 %	60 %
2	Période automnale	début août à fin octobre	13	77 %	88 %	76 %	34 %	31 %	61 %
Moyenne :				57 %	83 %	770%	43 %	43 %	61 %

Les surfaces prospectées sont moyennes sur l'ensemble du suivi bien qu'hétérogène entre les périodes et les éoliennes.

A noter que toutes les éoliennes en période 1 ont une surface prospectée supérieure à 40% sauf l'éolienne E1, et en période 2 les éoliennes E4 et E5 ont une surface prospectée inférieure à 40%. L'obtention d'estimations statistiques suffisamment robustes est généralement associée à ce seuil de pourcentage de surface prospectée selon Behr et al., 2011. **La surface prospectée est donc insuffisante pour réaliser des estimations de mortalité fiable sur E1 en première période et sur E4 et E5 en deuxième période. Malgré cela, l'estimation se faisant par période sur l'ensemble des éoliennes et les moyennes des surfaces prospectées étant à plus de 60 % pour chaque période, les analyses statistiques par période seront robustes.**

4.2.1.3. Persistance des cadavres

Il a été décidé de considérer des valeurs de Tm (durée moyenne de persistance) identiques sur l'ensemble du parc car :

- Le contexte environnemental des 5 éoliennes est semblable ;
- La présence quotidienne de carnivores/omnivores (chiens, laridés, sangliers, renards, corvidés, etc..) susceptibles d'emporter des cadavres naturels est avérée mais homogène géographiquement.

Les résultats des tests de persistance sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Temps de persistance des 57 leurres déposés au pied des éoliennes

		Persistance observée	Moyenne
P1	Cadavres « à poils »	2,7 j	3,2 j
	Cadavres « à plumes »	3,8 j	
P2	Cadavres « à poils »	3,4 j	3,0 j
	Cadavres « à plumes »	2,6 j	
Moyenne		3,1 j	

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)

Afin d’obtenir la valeur r (probabilité de persistance), les résultats des tests sont ensuite implémentés dans GenEst. L’application nous informe qu’après 7 jours (cf. tableau ci-dessous), l’observateur à 38 % de chance de trouver un cadavre pour la période 1 (avec un intervalle de confiance compris entre 32 % et 45 %) et qu’après 7 jours, l’observateur à 39 % de chance de trouver un cadavre pour la période 2 (avec un intervalle de confiance compris entre 34 % et 46 %).

Tableau 17 : 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	0,71 [0,63 - 0,78]	0,73 [0,65 - 0,79]	0,71 [0,67 - 0,76]
Probabilité de persistance à j+7	0,38 [0,32 - 0,45]	0,39 [0,34 - 0,46]	0,39 [0,35 - 0,44]

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) : 3,2 j (période 1) et 3 j (période 2) ;
- Probabilité de persistance (r) à j+7 : 0,38 [0,32 - 0,45] (période 1) et 0,39 [0,34 - 0,46] (période 2).

Ainsi, **la persistance est jugée faible en première et deuxième période** : les chances de trouver un cadavre qui serait tombé 7 jours avant le passage encore présent au passage suivant sont assez réduites.

Les tests ont été effectués de façon standardisée aux deux périodes suivies. L’échantillon de cadavres posés est suffisamment grand pour considérer que les tests sont assez 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 locale mesurée d’après ces leurres dans les applications permettra de corriger de manière suffisamment fiable les différentes estimations par groupe impacté.**

4.2.1.4. Efficacité de l’observateur

L’efficacité des observateurs a été testée uniquement sur les surfaces prospectables pour les 5 éoliennes sur les deux périodes (cf. Tableau 18).

Dans des conditions normales de recherche, 84 leurres ont été retrouvés par les 2 observateurs en période 1 sur les 106 disposés au sein des différents types de végétation, et 39 leurres retrouvés par l’observateur en période 2 sur les 50 déposés.

Tableau 18 : Résultats des tests d’efficacité par classe de végétation

	Test en période 1 (20/05/2025)		Test en période 2 (23/09/2025)		TOTAL
	Visibilité bonne	Visibilité moyenne	Visibilité bonne	Visibilité moyenne	
Nombre de leurres déposés	38	68	28	22	156
Nombre de leurres retrouvés	35	49	24	15	123
Taux détection	79 %		78 %		79 %

Le taux moyen de découverte des leurres est de 79 % en période 1 et 78 % en période 2.

De la même manière que pour le taux de persistance, ces résultats bruts sont implémentés dans GenEst. L’efficacité des observateurs a été modélisée pour chaque période, pour les deux classes de visibilité prospectées. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 19 : Résultats des tests d’efficacité par classe de visibilité et par période obtenus avec GenEst

Classe de visibilité - Taille	Période 1 Mi-mai - fin juillet	Période 2 Début août - fin octobre
	Médiane [IC 10 - 90%]	Médiane [IC 10 - 90%]
Bonne - Taille M	0,87 [0,71 - 0,95]	0,79 [0,64 - 0,89]
Moyenne - Taille M	0,83 [0,73 - 0,90]	0,52 [0,34 - 0,70]
Bonne - Taille S	0,96 [0,86 - 0,99]	0,94 [0,84 - 0,98]
Moyenne - Taille S	0,61[0,49 - 0,71]	0,82 [0,66 - 0,91]
TOTAL	0,79 [0,74 - 0,84]	0,78 [0,70 - 0,85]

Le taux d’efficacité est globalement plus élevé en période 1 qu’en période 2 :

- 79 % [IC 80 % : 74 - 84] en période 1 ;
- 78 % [IC 80 % : 70 - 85] en période 2.

Les principaux observateurs ayant réalisé les passages du suivi de la mortalité ont été testés. Une méthodologie standardisée a été suivie à chaque période. Selon la classe de visibilité et la taille des leurres, l’efficacité est bonne. Le taux de détection montre **une recherche efficace des cadavres**. La différence de taux d’efficacité entre les deux périodes n’est pas significative. **Les biais associés à ce paramètre dans les estimations sont minimes.**

4.2.1.5. Synthèse des paramètres et de la faisabilité de l’estimation de la mortalité

En conséquence de tous les éléments présentés en amont, **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. Seule l’estimation des chiroptères en seconde période est réalisable.**

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 20 : Paramètres généraux pris en compte pour les estimations de la mortalité

Paramètres		Bourbriac	
Période du suivi		P1 mi mai - fin juillet 2025	P2 début août - fin octobre 2025
Nbre d'éoliennes suivies		5	
Cadavres découverts	TOTAL	0 oiseau et 2 chiroptères	
	Chiroptères	0	2
	Oiseaux	0	0
d (taux de détection moyen)		0,79	0,78
Tm (durée moyenne de persistance durant l'intervalle)		3,2 jours	3 jours
r (probabilité de persistance)		0,38 [0,32 - 0,45]	0,39 [0,34 - 0,46]
l (intervalle moyen entre 2 visites)		7 jours	7 jours
n (nombre de passage)		12	13
Sk (surface prospectée moyenne)		60 %	61 %

GenEst fournit les estimations de mortalité suivantes pour l'ensemble des éoliennes du parc :

- Chauves-souris :
 - 1^{ère} période : non estimable (0 cadavre) ;
 - 2^{nde} période : environ 7 chauves-souris impactées [IC 80 % : 2 - 14].
- Oiseaux :
 - 1^{ère} période : non estimable (0 cadavre) ;
 - 2^{nde} période : non estimable (0 cadavre).

4.2.2.2. Evidence of Absence

Au cours de la période 1, aucun cadavre n’a été découvert. L’outil EoA a donc été utilisé pour estimer la mortalité sur cette période.

Au total, EoA fournit l’estimation suivante :

- 4 cadavres d’oiseaux et 4 cadavres de chiroptères pour la première période ;
- 4 cadavres d’oiseaux pour la deuxième période.

Nous avons donc 80 % de chance que la mortalité sur le site soit égale à 8 individus (chauves-souris ou oiseaux) au cours de la période 1 et à 4 individus d’oiseaux au cours de la période 2.

4.2.2. ESTIMATION DE LA MORTALITE

4.2.2.1. GenEst

Le Tableau 21 présente les résultats des estimations de la mortalité à chaque période et pour chaque type de cadavre à l’échelle du parc de Bourbriac (5 éoliennes), obtenues à partir des modélisations faites avec l’application « GenEst ».

Le détail des choix retenus pour les modélisations opérées par GenEst (Simonis & al. 2018) afin d’ajuster au mieux les estimations au jeu de données est présenté en Annexe 12 : Paramètres servant à l’estimation de la mortalité avec GenEst.

Tableau 21 : Estimations statistiques de la mortalité sous GenEst

Estimation	Période	Mortalité brute	GenEst
			Médiane [IC 10 - 90%]
Chiroptères	Période 1	0	0,0 [0,0 ; 0,0]
	Période 2	2	7 [2 ; 14]
Oiseaux	Période 1	0	0,0 [0,0 ; 0,0]
	Période 2	0	0,0 [0,0 ; 0,0]

Les valeurs affichées sont des médianes calculées indépendamment, elles ne peuvent donc s’additionner.

4.3. CONCLUSION DU SUIVI DE MORTALITE

Ce suivi post-implantation est le deuxième réalisé sur le parc éolien de Bourbriac. Il a consisté en 25 passages répartis entre le 25 mars et le 14 novembre 2025, avec un intervalle moyen entre les passages de 7 jours en périodes 1 et 2. Les 5 éoliennes du parc ont été suivies dans un rayon de 50 m autour du mât.

La surface prospectée est globalement moyenne à bonne sur l'intégralité du suivi, avec une variabilité au cours des périodes et une hétérogénéité entre les éoliennes. La persistance pendant l'intervalle est considérée comme faible. L'efficacité moyenne des observateurs est bonne.

Divers biais rendent les estimations peu fiables : aucun cas de mortalité d'oiseau et seulement deux cas de mortalité de chiroptère en période 2 ; un taux de surface prospectable faible pour certaines éoliennes à certaines périodes ; un taux de persistance relativement faible par rapport à l'intervalle entre chaque passage. L'estimation la plus fiable est celle de la mortalité de chauves-souris sur la période d'août à mi-novembre.

Les résultats issus de GenEst étant plus précis que ceux issus des estimations de Eoa, seuls ces résultats sont exploités pour interpréter la mortalité du parc. Le fonctionnement de 5 éoliennes du parc éolien de Bourbriac a généré :

- Une mortalité avérée de 2 chauves-souris sur tout le suivi, dont :
 - Une mortalité brute nulle sur la période 1 de mi-mai à fin juillet, ce qui ne permet pas de faire d'estimation fiable ;
 - Une mortalité brute de 2 individus et une mortalité estimée de 7 individus [IC 80 % : 2 - 14] sur une période 2 de début août à fin octobre ;
- Une mortalité brute d'aucun oiseau quelle que soit la période, ce qui ne permet pas de faire d'estimation avec GenEst.

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

5. EVALUATION DES IMPACTS BRUTS ET RESIDUELS

Une évaluation des impacts du parc sur les espèces, répondant à la méthodologie précisée dans l’Annexe 4 : Méthode d’évaluation des impacts, est produite dans le Tableau 22.

Les méthodes de définition des niveaux d’enjeu et de sensibilité sont détaillées dans l’Annexe 3 : Méthode d’évaluation des enjeux et l’Annexe 5 : Méthode d’évaluation de la sensibilité des oiseaux et des chiroptères aux collisions éoliennes.

Sont présentées dans ces tableaux :

- Toutes les espèces impactées par le suivi en cours (y compris les individus non identifiés à l’espèce, rapportés aux espèces présentes localement lorsque c’est possible) ;
- Toutes les espèces visées par un suivi particulier ;
- Toutes les espèces bénéficiant de mesures (antérieures ou postérieures au suivi) ;
- Au cas par cas, d’autres espèces sensibles et contactées dans l’EIE et les différents suivis (à enjeu ou non) pour lesquelles un risque d’impact est possible (sélection à dire d’expert faite à partir d’une analyse rapide des résultats détaillés dans les études et présentés de manière synthétique au chapitre 1.2.3).

5.1. OISEAUX

En 2025, l’activité du parc éolien de Bourbriac n’a généré a priori aucune mortalité sur les oiseaux.

L’impact résiduel sur les populations d’oiseaux est donc négligeable et non significatif.

Le niveau d’impact résiduel et le risque de collision associé est donc également négligeable et non significatif pour toutes les périodes étudiées.

Le parc ne semble générer aucun impact significatif sur les populations d’oiseaux, et ce, quelle que soit la période.

5.2. CHAUVES-SOURIS

En 2025, l’activité du parc éolien a généré a minima une mortalité sur une espèce : la Pipistrelle commune. Cette espèce fait partie des espèces sensibles, régulièrement contactées en nacelle et pour lesquelles un risque d’impact significatif pourrait persister. Toutes ces espèces sont protégées au titre des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

Tableau 22 : Niveau d’impact des espèces de chauves-souris impactées ou contactées mais dont l’impact significatif est possible en 2025

	Protection	LRR	Impact selon les études antérieures et mesures associées	Portée de l’impact	Sensibilité à l’impact (Dürr, 2026)	Intensité d’impact (portée x sensibilité)	Enjeu spécifique	Niveau d’impact résiduel (intensité x enjeu)
Pipistrelle commune	x	LC	En 2023 : 3 Pipistrelles communes dont 2 en période d’estivage sous les éoliennes E1 et E5 + 1 en période d’envol des jeunes et transit automnal Sur période de mi-mai à la fin juillet : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 15,2 individus [IC 80 % : 2 - 32,3]. Sur période de début août à fin octobre : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 59 individus [IC 80 % : 2 - 143,8]. Niveau d’impact et risque de collision associé faible pour la Pipistrelle commune en 2023 Bridage (taux de protection 100 % en période 1, 96,3 % en période 2, 96,1 % en période 3 et 98,5 % en période 4)	Forte 2 cadavres sous E1 [Transit automnal 2] – mortalité estimée de 7 cadavres [IC 80% : 2 - 14] Activité nacelle : Niveau assez fort en estivage, moyen en transit automnal 1 et fort en transit automnal 2	Forte (3 812 cas de mortalité en Europe, dont 2 274 en France)	Forte	Faible	Faible

	Protection	LRR	Impact selon les études antérieures et mesures associées	Portée de l'impact	Sensibilité à l'impact (Dürr, 2026)	Intensité d'impact (portée x sensibilité)	Enjeu spécifique	Niveau d'impact résiduel (intensité x enjeu)
Pipistrelle de Kuhl	x	LC	En 2023 : Sur période de mi-mai à la fin juillet : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 15,2 individus [IC 80 % : 2 - 32,3]. Sur période de début août à fin octobre : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 59 individus [IC 80 % : 2 - 143,8]. Niveau d'impact et risque de collision associé négligeable pour la Pipistrelle de Kuhl en 2023 Bridage (taux de protection 100 % en période 1, 96,3 % en période 2, 96,1 % en période 3 et 98,5 % en période 4)	Faible ----- Aucun cadavre ----- Activité nacelle : Niveau faible pour toutes périodes	Moyenne (700 cas de mortalité en Europe, dont 441 en France)	Faible	Faible	Négligeable
Pipistrelle de Nathusius	x	NT	En 2023 : Sur période de mi-mai à la fin juillet : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 15,2 individus [IC 80 % : 2 - 32,3]. Sur période de début août à fin octobre : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 59 individus [IC 80 % : 2 - 143,8]. Niveau d'impact et risque de collision associé faible pour la Pipistrelle de Nathusius en 2023 Bridage (taux de protection 100 % en période 1, 96,3 % en période 2, 96,1 % en période 3 et 98,5 % en période 4)	Faible ----- Aucun cadavre ----- Activité nacelle : Niveau faible pour toutes périodes	Forte (1906 cas de mortalité en Europe, dont 460 en France)	Moyenne	Moyen	Faible
Sérotine commune	x	LC	En 2023 : 1 Sérotine commune en période d'envol des jeunes et transit automnal sous l'éolienne E5 Sur période de mi-mai à la fin juillet : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 15,2 individus [IC 80 % : 2 - 32,3]. Sur période de début août à fin octobre : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 59 individus [IC 80 % : 2 - 143,8]. Niveau d'impact et risque de collision associé faible pour la Sérotine commune en 2023 Bridage (taux de protection 100 % en période 1, 96,3 % en période 2, 96,1 % en période 3 et 98,5 % en période 4)	Faible ----- Aucun cadavre ----- Activité nacelle : Niveau assez fort en estivage et faible pour les autres périodes	Moyenne (174 cas de mortalité en Europe, dont 79 en France)	Faible	Faible	Négligeable
Noctule de Leisler	x	NT	En 2023 : Sur période de mi-mai à la fin juillet : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 15,2 individus [IC 80 % : 2 - 32,3]. Sur période de début août à fin octobre : mortalité brute de 2 individus et mortalité estimée de 59 individus [IC 80 % : 2 - 143,8]. Niveau d'impact et risque de collision associé moyen pour la Noctule de Leisler en 2023 Bridage (taux de protection 100 % en période 1, 96,3 % en période 2, 96,1 % en période 3 et 98,5 % en période 4)	Faible ----- Aucun cadavre ----- Activité nacelle : Niveau faible pour toutes périodes	Forte (892 cas de mortalité en Europe, dont 300 en France)	Moyenne	Moyen	Faible

Le tableau ci-dessous élaboré à partir du tableau précédent, synthétise les niveaux d’impacts liés à la collision avec les pales d’éoliennes pour chaque mois du suivi. Le niveau d’impact par période correspond au niveau d’impact maximum des espèces concernées, pondéré d’un cran si des facteurs n’ayant pas pu être pris en compte lors de l’analyse spécifique le justifie (estimations globales de la mortalité, cumul de plusieurs impacts d’un même niveau, etc.).

Tableau 23 : Evaluation du niveau d'impact par période de l'année 2025

	Activité à hauteur de nacelle en 2025	Mortalité brute en 2025	Mortalité estimée avec GenEst par période en 2025	Niveau d’impact résiduel par période
Décembre/Janvier/Février/Début Mars Hibernation	Pas de suivi	Pas de suivi	-	Négligeable
Fin Mars/Avril/Mi-Mai Transit printanier	Activité faible 0,1 contact/nuit). 1 du groupe des Pipistrelles et 2 du groupe des Sérotules.	Aucune	Période 1 : aucune estimation possible en raison d’une mortalité brute nulle	Faible
Mi-Mai/Juin/Juillet Estivage	Activité forte (12,4 contacts/nuit). 501 du groupe des Pipistrelles et 468 du groupe des Sérotules.	Aucune		Faible
Août/Septembre Transit automnale 1	Activité assez forte (8 contacts/nuit). 425 du groupe des Pipistrelles et 63 du groupe des Sérotules.	Aucune	Période 2 : 7 chauves-souris [IC 80 % : 2 - 14]	Faible
Octobre Transit automnale 2	Activité très forte (170,8 contacts/nuit). 7510 du groupe des Pipistrelles et 4 du groupe des Sérotules.	2 Pipistrelles communes		Moyen
Novembre Transit automnale 2	Activité nulle	Pas de suivi	-	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 :

- Faibles pour la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler ;
- Négligeables pour les autres espèces.

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

- Moyen pour la période de transit automnale 2 (hors mois de novembre) ;
- Faibles pour les périodes de transit automnal 1, d’estivage et de transit printanier ;
- Négligeables le reste de l’année.

5.3. MISE EN RELATION ENTRE L’ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS EN ALTITUDE ET LES CAS DE MORTALITE OBSERVES ET LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Durant le suivi de mortalité réalisé en 2025, 2 cadavres de chauves-souris ont été découverts (cf. chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). 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 de répartition de l’activité si elle était suivie sur une autre éolienne (sans doute notamment sur les pics d’activité en lien avec l’émergence d’insectes-proies, les zones privilégiées de passage, des influences micro-climatiques) ;
- L’activité enregistrée en nacelle ne représente qu’une proportion de l’activité à risque.

Nous pouvons néanmoins constater les points suivants (cf. Tableau 24) :

- 2 cadavres sont des Pipistrelles communes et ont été trouvés le même jour en octobre ;
- Dans les cas de ces cadavres découverts le 07/10, les mortalités ont été constatées après qu’un niveau d’activité très fort ait été enregistré la nuit précédant la découverte et un niveau d’activité faible enregistré deux nuits précédemment, ces mortalités ont donc très certainement eu lieu la veille de leur découverte ;
- L’analyse des vitesses de vent enregistrées les nuits précédant les découvertes de cadavres indiquent des vitesses moyennes de vent nocturne supérieures à 4 m/s à hauteur de nacelle (qui correspond à la valeur de régulation du bridage mis en place sur le parc de Bourbriac à cette période). Les éoliennes n’étaient donc pas bridées au moment de la mortalité.

					Paramètres enregistrés sur l'éolienne E2 les nuits précédant la découverte du cadavre							
					Nuit précédant la découverte				2 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
07/10/25	E1	Pipistrelle commune	M	Début dégradé	704	704	4,8	12	1	1	6,5	10,6
07/10/25	E1	Pipistrelle commune	F	Frais	704	704	4,8	12	1	1	6,5	10,6

Tableau 24 : Conditions enregistrées en nacelle (activité et météo) les nuits précédant la découverte des cadavres de chauves-souris retrouvés lors du suivi réalisé en 2025

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 (80 m) ; ⁵Température = température moyenne sur la nuit en °C à hauteur de nacelle (80 m).

5.4. CONCLUSION SUR LES IMPACTS DU PARC

En conclusion, un niveau d’impact **pour chacune des espèces impactées constaté par le suivi de la mortalité de 2025 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 les espèces ;
- Pour les chiroptères : faibles pour la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler, et négligeables pour les autres espèces.

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

- Moyens pour le mois d’octobre ;
- Faibles pour les mois de fin mars à fin septembre ;
- Négligeables pour le mois de novembre.

L’efficacité de la mesure actuellement en place (bridage nocturne) est ainsi moyenne. Les caractéristiques de cette mesure sont donc revues au chapitre suivant afin de réduire les impacts résiduels sur les chiroptères.

6. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION

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 TBM-Écosphère. La mesure corrective a trait à la régulation nocturne des éoliennes déjà en place depuis 2024 en faveur des populations de chauves-souris. Aucune autre mesure de réduction n’a été validée : en effet, aucun éclairage au pied des éoliennes n’a cours et n’est susceptible d’attirer et de concentrer notamment les chauves-souris. En revanche, les végétations des plateformes sont parfois bien développées, ce qui pourrait attirer significativement la faune volante.

6.1. 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 (« *blade feathering* ») : 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 2025, des impacts significatifs ont été évalués à l’encontre de la population de Pipistrelle commune, impactée directement en octobre.

Il est intéressant de constater que le bridage actuel sur le parc de Bourbriac a permis de conserver 67 à 92 % des chiroptères (toutes espèces confondues) selon la période en 2025 (cf. Tableau 25).

La mesure consiste ainsi à modifier certains paramètres du bridage pour couvrir davantage l’activité locale de la Pipistrelle commune. En outre, l’ensemble des paramètres étudié (période, plage horaire, vent moyen et température) a été intégré et analysé de façon cumulée.

La régulation a été calibrée de telle sorte qu’elle permette une préservation proportionnée de l’activité par rapport aux impacts résiduels évalués. Un niveau de protection acceptables de 95 % de l’activité des chauves-souris guide les critères à adapter présentés ci-après.

Les conditions actuelles d’arrêt des éoliennes et celles proposées pour l’année 2026 sont détaillées dans le tableau suivant.

Tableau 25 : Performance du bridage actuel et propositions de bridage du parc de Bourbriac pour 2026

	Bridage actuel	Propositions de bridage pour l’ensemble du parc pour 2026
Janvier à mi-mai	Aucun bridage	
Début avril à Mi-mai Période de transit printanier	Aucun bridage	Du 01/04 au 15/05, pour des vitesses de vents < à 5 m/s, des températures > à 11°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 66,7 % des contacts
Mi-mai à fin juillet Période de nidification / Parturition	Du 16/05 au 30/09, pour des vitesses de vents < à 4,5 m/s, des températures > à 10°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil)	Du 16/05 au 31/07, pour des vitesses de vents < à 7 m/s, des températures > à 11°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 95,5 % des contacts
Début août à fin septembre Période de migration automnale	Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 67,8 % des contacts en estivage, 92,4 % des contacts en transit automnal 1	Du 01/08 au 30/09, pour des vitesses de vents < à 5 m/s, des températures > à 11°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 94,7 % des contacts
Octobre Période de migration automnale	Du 1er octobre au 31 octobre, pour des vitesses de vents < à 4 m/s, des températures > à 10°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 76,2 % des contacts en transit automnal 2	Du 01/10 au 31/10, pour des vitesses de vents < à 5 m/s, des températures > à 11°C et sur toute la nuit (du coucher au lever du soleil) Taux de protection estimé (toutes espèces confondues) sur les données 2025 avec ce bridage : 96,8 % des contacts
Novembre à décembre	Aucun bridage	

6.2. 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.

6.3. GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES

Les friches herbacées sur la plateforme des éoliennes et leurs abords constituent des habitats de chasse privilégiés pour les chauves-souris. 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 du parc éolien Bourbriac sont globalement peu entretenues.

7. CONCLUSION OPERATIONNELLE

Pour rappel, le suivi acoustique en nacelle démontre que sur l'ensemble de l'année 2025, au moins 95 % de l'activité chiroptérologique est enregistrée pour des vents inférieures à 5 m/s et pour des températures supérieures à 13°C.

Notons également qu'aucun cadavre d'oiseau n'a été découvert et 2 cadavres de chauves-souris ont été découverts. GenEst estime une mortalité d'environ 7 chauves-souris [IC 80% : 2 - 14] sur la période étudiée.

Le niveau d'impact est moyen pour la Pipistrelle commune et faible à négligeable pour les autres espèces de chiroptères.

L'impact du parc sur les populations de chauves-souris, est notamment de la Pipistrelle commune, est jugé significatif. Il est donc nécessaire d'adapter et de renforcer le bridage afin de protéger 95 % de l'activité chiroptérologique, soit, pour l'ensemble des éoliennes qui composent le parc, adopter un bridage optimal comme suit :

- Du 1^{er} avril au 15 mai, pour des vitesses de vents inférieures à 5 m/s, des températures supérieures à 11°C et sur toute la nuit ;
- Du 16 mai et 31 juillet, pour des vitesses de vents inférieures à 7 m/s, des températures supérieures à 11°C et sur toute la nuit et XX minutes avant le coucher du soleil et sur toute la nuit ;
- Du 1^{er} août au 30 septembre, pour des vitesses de vents inférieures à 5 m/s, des températures supérieures à 11°C ;
- Du 1^{er} octobre au 31 octobre, pour des vitesses de vents inférieures à 5 m/s, des températures supérieures à 11°C.

Au vu des risques de collision pour les chauves-souris identifiées sur le parc de Bourbriac, nous estimons qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives préconisées en fin de cette étude par un autre suivi de mortalité, couplé à un suivi chiroptérologique à hauteur de nacelle en 2026, afin d'ajuster au mieux les paramètres du bridage.

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.**

Si le suivi à hauteur de nacelle ne peut pas démarrer début avril et le suivi de mortalité début mai, il serait alors préférable de repousser à l'année suivante en 2027 pour avoir un suivi complet et pouvoir mettre en parallèle la mortalité et l'activité en nacelle.

8. 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. 2026. 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 : février 2026.

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

Ravache A., Barré K., Normand B., Gaislot C., Besnard A., Kerbiriou C.,2024. Monitoring carcass persistence in windfarms : Recommendations for estimating mortality. Biological Conservation 292

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

Santé-Environnement
☎ 02.96.60.42.20
fax : 02.96.33.72.81
Affaire suivie par :
L. PESTEL
LP/CB

St-Brieuc, le 7/07/06

**Le Directeur Départemental des Affaires
Sanitaires et Sociales**

à

**M. l'Ingénieur des TPE
Subdivision de l'Équipement
GUINGAMP**

REÇU le
11 JUL 2006
D.D.E. - Subdivision de
GUINGAMP-NORD

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 :

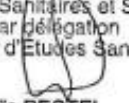
☞ la construction d'un parc éolien

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

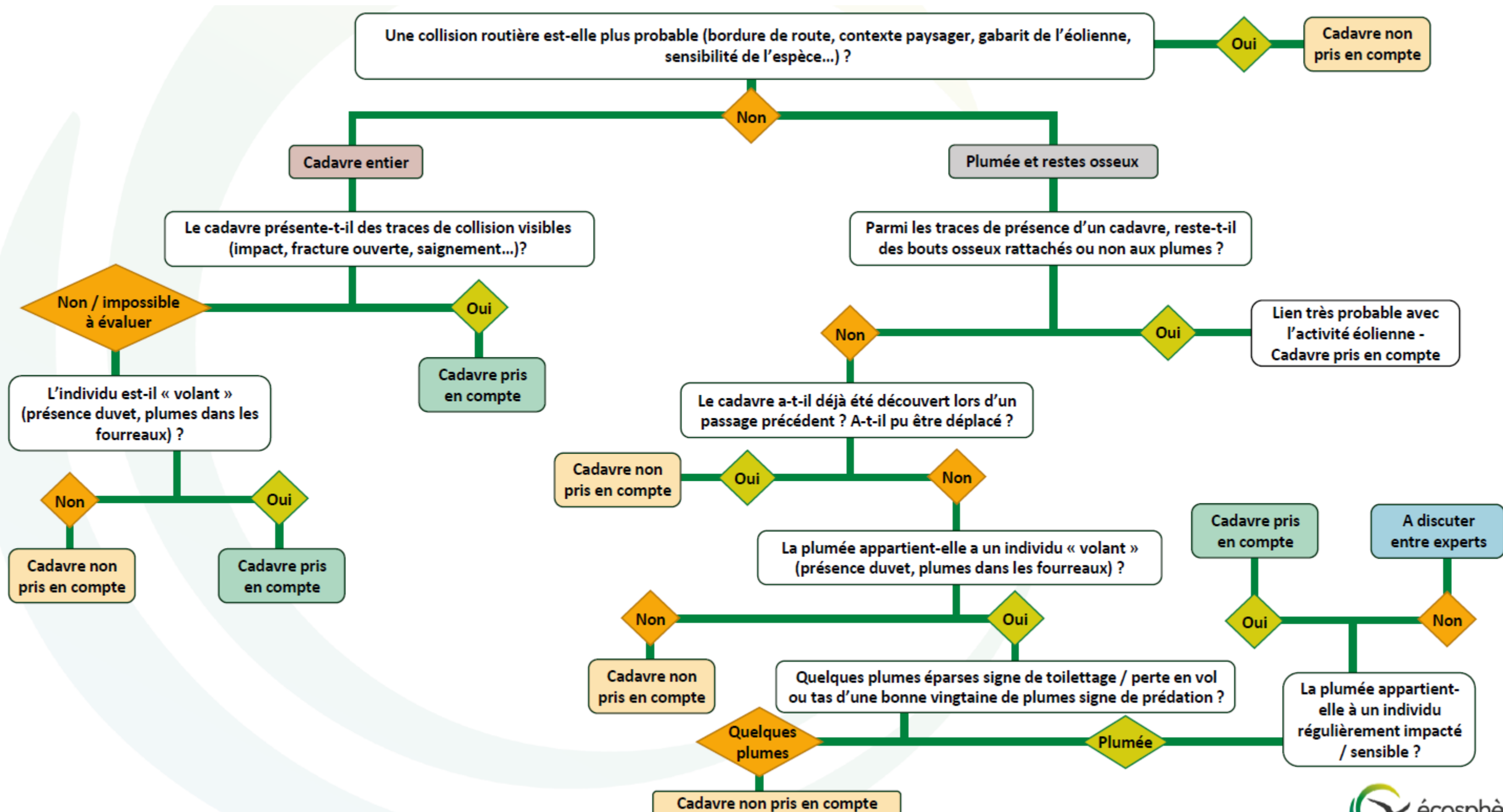
L'étude de ce dossier appelle de ma part les observations suivantes :

- 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 : DIAGRAMME DE CHOIX SUR LA PRISE EN COMPTE D'UN CADAVRE D'OISEAU OU UNE PLUMÉE COMME DU A L'ACTIVITE EOLIENNE



ANNEXE 3 : METHODE D'EVALUATION DES ENJEUX

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

- de menace dans un premier temps lorsqu'ils existent (liste rouge régionale) ;
- de rareté comme outil de pondération (listes établies à partir des atlas locaux notamment ; pondération réalisée si deux niveaux séparent la menace de la rareté – voir tableau ci-dessous).

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

- de menace lorsqu'ils existent (selon la disponibilité et le degré de pertinence des différentes listes rouges : LR régionale spécifique aux espèces migratrices et hivernantes, LR nationale (nicheurs / migrants / hivernants) ou LR européenne⁶) ;
- de responsabilité régionale (proportion estimée des effectifs traversant la région ou stationnant dans la région par rapport aux effectifs européens), la tendance à moyen/long terme (source UICN/Birdlife), de même que la rareté et la distribution européenne (selon la disponibilité de ces données).

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

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).

⁶ Pour les chauves-souris migratrices, la liste rouge européenne étant relativement ancienne (2007), l'enjeu spécifique est basé sur la vulnérabilité à l'échelle nationale uniquement (LRR, 2017).

ANNEXE 4 : METHODE D'EVALUATION DES IMPACTS

Il s'agit de quantifier les impacts bruts ou résiduels de l'installation en exploitation sur la faune volante (oiseaux et chauves-souris) en confrontant les caractéristiques techniques du parc avec les caractéristiques écologiques du site. 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 de l'installation sur ces groupes.

Plusieurs paramètres sont à évaluer et quantifier :

- Enjeux (voir annexe indépendante présentée en amont) ;
- Intensité de l'impact, elle-même liée à :
 - La portée de l'impact ;
 - La sensibilité des espèces.

ÉVALUATION DE LA SENSIBILITE DES ESPECES

Dans le cas 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 qui suit avec les différentes classes utilisées.

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 (sensibilité locale).

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.

ÉVALUATION DE LA PORTEE DE L'IMPACT

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 parc s'inscrit dans la durée et concerne une proportion importante de la population de l'espèce concernée.

Dans le cadre d'un suivi post-implantation, la portée de l'impact est liée à un ensemble de données locales recueillies lors du suivi :

- nombre de cadavres notés sur le parc (mortalité brute)⁷ ;
- comportements et niveaux de fréquentation du parc ;
- taille de population associée ;
- statut local vs de passage ;
- effectivité d'une mesure.

ÉVALUATION DE L'INTENSITE DE L'IMPACT

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

Tableau 27 : Définition de l'intensité de l'impact

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

⁷ La portée peut être pondérée lorsque les biais du suivi de mortalité sont trop importants (persistance très faible tout particulièrement). En effet, seule la mortalité brute peut être présentée par espèce, les estimations de mortalité ne se faisant généralement que par groupe d'espèces.

Moyen	Assez fort	Moyen	Faible
Faible	Moyen à faible	Faible	Faible à négligeable

► ÉVALUATION DES IMPACTS BRUTS OU RESIDUELS

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 de conservation où cet impact 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. Ils sont liés aux besoins en matière de fonctionnalité mais aussi au taux de dégradation acceptable pour le maintien de cette fonctionnalité.

Tableau 28 : 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	Faible à moyen	Faible à négligeable	Négligeable	Négligeable à nul

ANNEXE 5 : METHODE 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 méthode 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 de février 2025 pour les chiroptères comme pour les oiseaux, faisant respectivement état de 13 295 et 20 754 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 13 295 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 29 : 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)	Espèces concernées
4	Forte	Supérieure à 1 % : les cas de mortalité représentent une proportion élevée et significative de leur population.	Pygargue à queue blanche, Vautour fauve (> 5 %), Milan royal (> 2,5 %), Percnoptère (> 1 %)

Classe	Sensibilité	Proportion des cas de collisions connus au regard des effectifs européens (BirdLife, 2021)	Espèces concernées
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.	Circaète Jean-le-Blanc, Balbuzard pêcheur, Faucon crécerellette, Vautour moine, Gypaète barbu, Aigle de Bonelli, Faucon pèlerin, Aigle royal, Hibou grand-duc, Goéland argenté, Faucon crécerelle, Elanion blanc, Aigle impérial, Aigle botté, Buse variable, Héron garde-bœufs, Busard cendré, Milan noir, Goéland marin, Aigle pomarin, Goéland brun
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, Roitelet triple-bandeau... Cigogne noire, Cigogne blanche, Busard des roseaux, Busard Saint-Martin, Chouette effraie, Bondrée apivore, Faucon hobereau, Epervier d’Europe, Cédicnème criard, Autour des palombes...
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... Pic épeichette, Mésange huppée...

CHIROPTERES

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 30 : Évaluation de la sensibilité brute des chauves-souris aux risques de collision (Dürr, février 2025 & Eurobats, juin 2018)

Espèce	Données de mortalité constatée nombre cadavres en Europe/France (février 2025)		Pourcentage total de cadavres en Europe : 13295	Sensibilité
Pipistrelle commune	3645	2133	27,4%	Forte
Pipistrelle de Nathusius	1882	441	14,2%	
Noctule commune	1794	281	13,5%	
(Pipistrelle sp.)	940	471	7,1%	
Noctule de Leisler	857	267	6,4%	
Pipistrelle de Kuhl	708	440	5,3%	
Pipistrelle pygmée	541	207	4,1%	
(P. commune / pygmée)	414	40	3,1%	
Vespère de Savi	379	59	2,9%	
Sérotine bicolore	223	11	1,7%	Moyenne
Sérotine commune	173	79	1,3%	
Molosse de Cestoni	89	3	0,7%	
Grande Noctule	41	10	0,3%	
Oreillard gris	16	7	0,1%	
Minioptère de Schreibers	14	8	0,1%	
Murin de Daubenton	13	3	0,1%	Faible à négligeable
Grand Murin	9	5	<0,1%	
Oreillard roux	9	1	<0,1%	
Murin à moustaches	8	4	<0,1%	
Barbastelle d’Europe	8	6	<0,1%	
Murin à oreilles échancrées	7	4	<0,1%	
Murin de Natterer	6	3	<0,1%	
Grand Rhinolophe	3	1	<0,1%	
Murin de Bechstein	2	2	<0,1%	
Murin de Brandt	2	0	<0,1%	

ANNEXE 6 : DIAGRAMME DE CALIBRATION DU BATMODE

Le graphique ci-dessous présente les variations de la sensibilité mesurée du micro. Les lignes 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 obtenues ici toujours au-dessus du seuil haut traduisent par une meilleure sensibilité du micro (liée à des composants de meilleure qualité, et/ou une meilleure fabrication).

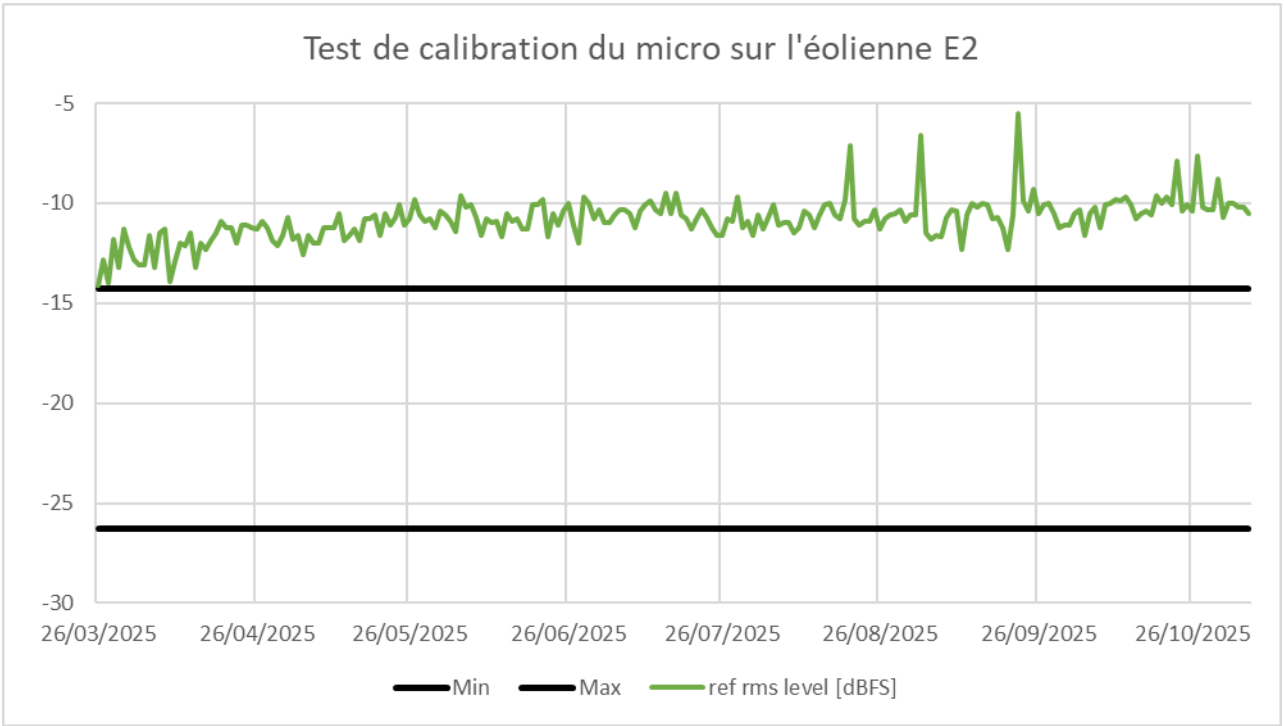


Figure 10 : Variations temporelles de la sensibilité du micro du Batmode S+ (ref rms level [dBFS])

ANNEXE 7 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES

Période	Passage	Semaine	Date	Tâche	Intervenant TBM
1	1	20	13/05/2025	Suivi mortalité	Julie Pavie
	2	21	20/05/2025	Suivi mortalité Test d'efficacité	Julie Pavie/ Quentin Le Bayon
	3	22	27/05/2025	Suivi mortalité Test de persistance (dépôt)	Julie Pavie
	4	23	03/06/2025	Suivi mortalité Test de persistance (J+1) + Test d'efficacité	Quentin Le Bayon/ Guillaume Le Guen
	5	24	10/06/2025	Suivi mortalité	Quentin Le Bayon
	6	25	17/06/2025	Suivi mortalité Test de persistance (J+3)	Quentin Le Bayon/ Guillaume Le Guen
	7	26	24/06/2025	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Quentin Le Bayon/ Guillaume Le Guen
	8	27	01/07/2025	Suivi mortalité	Julie Pavie
	9	28	08/07/2025	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Julie Pavie
	10	29	15/07/2025	Suivi mortalité	Julie Pavie
	11	30	22/07/2025	Suivi mortalité	Quentin Le Bayon
	12	31	29/07/2025	Suivi mortalité	Quentin Le Bayon
2	13	32	05/08/2025	Suivi mortalité	Quentin Le Bayon
	14	33	12/08/2025	Suivi mortalité	Quentin Le Bayon
	15	34	19/08/2025	Suivi mortalité	Quentin Le Bayon/ Guillaume Le Guen
	16	35	26/08/2025	Suivi mortalité	Julie Pavie
	17	36	02/09/2025	Suivi mortalité Test d'efficacité	Julie Pavie/ Quentin Le Bayon
	18	37	09/09/2025	Suivi mortalité	Manon Gautier
	19	38	16/09/2025	Suivi mortalité	Manon Gautier
	20	39	23/09/2025	Suivi mortalité Test de persistance (J dépôt)	Julie Pavie/ Quentin Le Bayon
	-	-	24/09/2025	Test de persistance (J+1)	Quentin Le Bayon
	-	-	26/09/2025	Test de persistance (J+3)	Guillaume Le Guen
	21	40	30/09/2025	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Julie Pavie
	22	41	07/10/2025	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Julie Pavie
	23	42	14/10/2025	Suivi mortalité	Julie Pavie
	24	43	21/10/2025	Suivi mortalité	Manon Gautier
	25	44	28/10/2025	Suivi mortalité	Julie Pavie

ANNEXE 8 : 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 du mat	N° éolienne	Découvreur	Identificateur	Etat	Occupation du sol	Visibilité
Chiroptère	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	VOL	F	07/10/2025	238388.56	6835954.81	19,12 m	E1	Julie Pavie	Julie Pavie	Frais	Plateforme	Très bonne
Chiroptère	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	VOL	M	07/10/2025	238379.94	6835939.25	7,39 m	E1	Julie Pavie	Julie Pavie	Début dégradé	Plateforme	Très bonne

*Age : VOL = volant, âge non identifiable ; F = femelle ; M = mâle

ANNEXE 9 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI

Période	Sous-période	Date	Pourcentage de surfaces prospectées (visibilité bonne et moyenne)					
			E1	E2	E3	E4	E5	MOYENNE
1	Estivage	17/05/2022	84%	92%	95%	100%	100%	94%
		24/05/2022	84%	92%	88%	100%	100%	93%
		31/05/2022	84%	92%	88%	100%	100%	93%
		07/06/2022	25%	16%	88%	100%	100%	66%
		15/06/2022	25%	16%	88%	100%	99%	66%
		20/06/2022	17%	88%	21%	94%	99%	64%
		28/06/2022	17%	88%	21%	8%	11%	29%
		05/07/2022	25%	88%	88%	8%	11%	44%
		11/07/2022	17%	88%	88%	8%	11%	42%
		18/07/2022	17%	88%	88%	8%	11%	42%
		26/07/2022	17%	88%	88%	8%	11%	42%
2	Transit automnal 1	02/08/2022	17%	88%	88%	14%	11%	44%
		09/08/2022	17%	88%	88%	14%	11%	44%
		16/08/2022	84%	88%	21%	14%	11%	44%
		23/08/2022	84%	88%	21%	14%	11%	44%
		31/08/2022	84%	89%	65%	14%	11%	53%
		06/09/2022	84%	89%	88%	14%	11%	57%
		13/09/2022	83%	89%	88%	14%	11%	57%
		20/09/2022	83%	89%	88%	14%	11%	57%
		27/09/2022	83%	89%	88%	14%	11%	57%
	Transit automnal 2	04/10/2022	83%	89%	88%	14%	11%	57%
		11/10/2022	83%	89%	88%	14%	11%	57%
		18/10/2022	83%	89%	88%	100%	99%	92%
		25/10/2022	75%	89%	88%	100%	99%	90%
	Moyenne :		78%	89%	88%	100%	99%	91%

ANNEXE 10 : RESULTATS BRUTS DES TESTS DE PERSISTANCE

Cadavres à poils	Eolienne	Id leurre	Type leurre	Taille	Visibilité	Occupation Sol	J	J+1	J+3	J+7	J+10	J+14
							10/06/2025	11/06/2025	13/06/2025	17/06/2025	20/06/2025	24/06/2025
Période 1	E1	cp01	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E1	cp02	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	1	0	NA	NA
	E1	cp03	souris	S	Bonne	plateforme	1	0	NA	NA	NA	NA
	E1	cp04	rat	M	Bonne	herbe	1	1	1	0	NA	NA
	E2	cp05	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	1	1	0	NA
	E2	cp06	souris	S	Bonne	herbe	1	1	0	NA	NA	NA
	E2	cp07	rat	M	Bonne	plateforme	1	1	1	0	NA	NA
	E3	cp08	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E3	cp09	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E3	cp19	rat	M	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E3	cp10	rat	M	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp11	souris	S	Bonne	herbe	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp12	souris	S	Bonne	culture	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp13	rat	M	Bonne	herbe	1	1	1	0	NA	NA
	E4	cp14	rat	M	Bonne	culture	1	1	0	NA	NA	NA
	E5	cp15	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E5	cp16	souris	S	Bonne	culture	1	0	NA	NA	NA	NA
	E5	cp17	rat	M	Bonne	plateforme	1	0	NA	NA	NA	NA
	E5	cp18	rat	M	Bonne	culture	1	1	0	NA	NA	NA
Total							19	16	5	1	0	

Cadavres à plumes	Eolienne	Id leurre	Type leurre	Taille	Visibilité	Occupation Sol	J	J+1	J+3	J+7	J+10	J+14
							10/06/2025	11/06/2025	13/06/2025	17/06/2025	20/06/2025	24/06/2025
Période 1	E1	cp01	poussin	S	Bonne	plateforme	1	0	NA	NA	NA	NA
	E2	cp02	poussin	S	Bonne	plateforme	1	1	1	1	0	NA
	E3	cp03	poussin	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E3	cp04	poussin	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp05	poussin	S	Bonne	herbe	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp06	poussin	S	Bonne	culture	1	1	1	0	NA	NA
	E5	cp07	poussin	S	Bonne	plateforme	1	1	1	0	NA	NA
	E5	cp08	poussin	S	Bonne	culture	1	1	1	0	NA	NA
Total							8	7	4	1	0	

Cadavres à poils	Eolienne	Id leurre	Type leurre	Taille	Visibilité	Occupation Sol	J	J+1	J+3	J+7	J+10	J+14
							23/09/20225	24/09/2025	26/09/2025	30/09/2025	03/10/2025	07/10/2025
Période 1	E1	cp01	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	1	0	NA	NA
	E1	cp02	souris	S	Bonne	prairie	1	1	0	NA	NA	NA
	E1	cp03	rat	M	Bonne	plateforme	1	1	1	0	NA	NA
	E1	cp04	rat	M	Bonne	prairie	1	1	1	0	NA	NA
	E2	cp05	souris	S	Bonne	herbe	1	1	1	0	NA	NA
	E2	cp06	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E2	cp07	rat	M	Bonne	herbe	1	1	1	0	NA	NA
	E2	cp08	rat	M	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E3	cp09	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E3	cp19	souris	S	Bonne	prairie	1	0	NA	NA	NA	NA
	E3	cp10	rat	M	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E3	cp11	rat	M	Bonne	prairie	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp12	souris	S	Bonne	herbe	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp13	souris	S	Bonne	herbe	1	1	1	0	NA	NA
	E4	cp14	rat	M	Bonne	herbe	1	1	1	0	NA	NA
	E4	cp15	rat	M	Bonne	herbe	1	0	NA	NA	NA	NA
	E5	cp16	souris	S	Bonne	herbe	1	1	0	NA	NA	NA
	E5	cp17	souris	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E5	cp18	rat	M	Bonne	herbe	1	1	0	NA	NA	NA
	E5	cp19	rat	M	Bonne	herbe	1	1	1	1	1	0
	Total						20	18	8	1	1	

Cadavres à plumes	Eolienne	Id leurre	Type leurre	Taille	Visibilité	Occupation Sol	J	J+1	J+3	J+7	J+10	J+14
							23/09/20225	24/09/2025	26/09/2025	30/09/2025	03/10/2025	07/10/2025
Période 1	E1	cp01	poussin	S	Bonne	plateforme	1	1	1	0	NA	NA
	E1	cp02	poussin	S	Bonne	prairie	1	1	0	NA	NA	NA
	E2	cp03	poussin	S	Bonne	plateforme	1	1	1	0	NA	NA
	E2	cp04	poussin	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E3	cp05	poussin	S	Bonne	plateforme	1	0	NA	NA	NA	NA
	E3	cp06	poussin	S	Bonne	prairie	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp07	poussin	S	Bonne	herbe	1	1	0	NA	NA	NA
	E4	cp08	poussin	S	Bonne	herbe	1	1	1	0	NA	NA
	E5	cp09	poussin	S	Bonne	plateforme	1	1	0	NA	NA	NA
	E5	Cp10	poussin	S	Bonne	herbe	1	0	NA	NA	NA	NA
	Total						10	8	3	0	0	

ANNEXE 11 : RESULTATS BRUTS DES TESTS D'EFFICACITE

TEST 1			Date : 20/05/2025 Testeur(s) : Julie Pavie / Quentin Le Bayon					
Id leurre	N° Eol	Observateur(s)	Occupation du sol	Visibilité (bonne ou moyenne seulement)	Type (caoutchouc, patate...)	Taille (S, M, L)	Couleur	Obs : Retrouvé (oui/non)
se01	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se02	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se03	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se04	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se05	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	non
se06	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se07	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se08	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se09	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se10	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se11	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se12	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se13	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se14	E1	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se15	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se16	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se17	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se18	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se19	E1	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se20	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se21	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se22	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se23	E2	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se24	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	non
se25	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se26	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se27	E2	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se28	E2	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se29	E2	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se30	E2	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se31	E2	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se32	E2	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se33	E2	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se34	E2	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se35	E2	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se36	E2	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	non
se37	E2	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	non
se38	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se39	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se40	E3	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se41	E3	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se42	E3	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui

TEST 1			Date : 20/05/2025 Testeur(s) : Julie Pavie / Quentin Le Bayon					
Id leurre	N° Eol	Observateur(s)	Occupation du sol	Visibilité (bonne ou moyenne seulement)	Type (caoutchouc, patate...)	Taille (S, M, L)	Couleur	Obs : Retrouvé (oui/non)
se43	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se44	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se45	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se46	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se47	E3	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se48	E3	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se49	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	non
se50	E3	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se51	E3	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se52	E3	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se53	E3	Quentin Le Bayon	plateforme enherbée	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se54	E3	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se55	E3	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se56	E3	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se57	E3	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se58	E3	Quentin Le Bayon	plateforme enherbée	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se59	E3	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se60	E3	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	non
se61	E3	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	non
se62	E4	Julie Pavie	culture	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se63	E4	Julie Pavie	culture	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se64	E4	Julie Pavie	culture	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se65	E4	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se66	E4	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se67	E4	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se68	E4	Julie Pavie	culture	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se69	E4	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se70	E4	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se71	E4	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se72	E4	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se73	E4	Quentin Le Bayon	culture	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se74	E4	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se75	E4	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se76	E4	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se77	E4	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se78	E4	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	non
se79	E4	Quentin Le Bayon	culture	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se80	E4	Quentin Le Bayon	culture	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se81	E4	Quentin Le Bayon	culture	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se82	E4	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se83	E4	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se84	E4	Quentin Le Bayon	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se85	E5	Julie Pavie	culture	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se86	E5	Julie Pavie	culture	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se87	E5	Julie Pavie	culture	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se88	E5	Julie Pavie	culture	moyenne	Patate	M	Jaune	oui

TEST 1			Date : 20/05/2025 Testeur(s) : Julie Pavie / Quentin Le Bayon					
Id leurre	N° Eol	Observateur(s)	Occupation du sol	Visibilité (bonne ou moyenne seulement)	Type (caoutchouc, patate...)	Taille (S, M, L)	Couleur	Obs : Retrouvé (oui/non)
se89	E5	Julie Pavie	friche	moyenne	Patate	M	Jaune	non
se90	E5	Julie Pavie	culture	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se91	E5	Julie Pavie	culture	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se92	E5	Julie Pavie	culture	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se93	E5	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se94	E5	Julie Pavie	friche	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se95	E5	Julie Pavie	culture	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se96	E5	Quentin Le Bayon	culture	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se97	E5	Quentin Le Bayon	culture	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se98	E5	Quentin Le Bayon	culture	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se99	E5	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se100	E5	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se101	E5	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se102	E5	Quentin Le Bayon	culture	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se103	E5	Quentin Le Bayon	culture	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se104	E5	Quentin Le Bayon	culture	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se105	E5	Quentin Le Bayon	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se106	E5	Quentin Le Bayon	culture	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non

TEST 2			Date : 23/09/2025 Testeur(s) : Julie Pavie / Quentin Le Bayon					
Id leurre	N° Eol	Observateur(s)	Occupation du sol	Visibilité (bonne ou moyenne seulement)	Type (caoutchouc, patate...)	Taille (S, M, L)	Couleur	Obs : Retrouvé (oui/non)
se01	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se02	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se03	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se04	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se05	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se06	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	non
se07	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se08	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui
se09	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se10	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	non
se11	E1	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	non
se12	E1	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	non
se13	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se14	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se15	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se16	E2	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se17	E2	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui
se18	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se19	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui
se20	E2	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui

TEST 2			Date : 23/09/2025						Testeur(s) : Julie Pavie / Quentin Le Bayon	
Id leurre	N° Eol	Observateur(s)	Occupation du sol	Visibilité (bonne ou moyenne seulement)	Type (caoutchouc, patate...)	Taille (S, M, L)	Couleur	Obs : Retrouvé (oui/non)		
se21	E2	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Patate	M	Jaune	oui		
se22	E2	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Patate	M	Jaune	non		
se23	E3	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se24	E3	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se25	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se26	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se27	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se28	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se29	E3	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui		
se30	E3	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui		
se31	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui		
se32	E3	Julie Pavie	prairie	moyenne	Patate	M	Jaune	oui		
se33	E3	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	non		
se34	E3	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	non		
se35	E4	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se36	E4	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se37	E4	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se38	E4	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se39	E4	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui		
se40	E4	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui		
se41	E4	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Patate	M	Jaune	non		
se42	E4	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Patate	M	Jaune	non		
se43	E5	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se44	E5	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se45	E5	Julie Pavie	plateforme	bonne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se46	E5	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Caoutchouc	S	Noir	oui		
se47	E5	Julie Pavie	plateforme enherbée	moyenne	Patate	M	Jaune	oui		
se48	E5	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui		
se49	E5	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui		
se50	E5	Julie Pavie	plateforme	bonne	Patate	M	Jaune	oui		

ANNEXE 12 : PARAMETRES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE 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	Visibilité, Taille	Visibilité, Taille
	k fixé	0,75	0,75
	Sélection		
Persistance des carcasses	Modèle sélectionné	p ~ Visibilité*Taille ; k fixed at 0.75	p ~ Visibilité+Taille ; k fixed at 0.75
	Modèle		
	Variables prédictives	Taille	Taille
	Sélection		
Estimation de la mortalité	Distribution choisie	Loglogistic	Loglogistic
	Modèle sélectionné	loglogistic ; l~ constant ; s~ constant	loglogistic ; l~ constant ; s~ constant
	Modèle		
	Fraction de l'installation étudié	1	1
	Mortalité fractionnée		
	Variable de planification de recherche	Saison	Saison
	Variable d'observation des cadavres	(Groupe)	(Groupe)