

Parc éolien « Plouvien » (29)

Suivi environnemental 2024

Suivi mortalité, suivi en altitude des chiroptères

14/03/2025

INFORMATIONS & CONTACTS

Parc éolien « Plouvien » (29)

Suivi environnemental 2024

14/03/2025

Plouvien_2024

ÉTUDE REALISÉE POUR :	ÉTUDE REALISÉE PAR :
EDP Renewables	TBM Environnement (agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE)
 25 quai Panhard et Levassor 75013 PARIS - FRANCE	 5/7 rue de l'Europe ZA Kénéah Nord - 56400 Plougoumelen
	 02 97 56 27 76
Contact client : Diana Marcela MOSQUERA MUNOZ	Contact TBM environnement : Michaël ROCHE
 06 38 33 69 25	 07 64 18 45 51
 diana.munoz@edp.com	 m.roche@tbm-environnement.com

Coordination	Michaël ROCHE Chef de projets
Analyses mortalité (terrain + rédaction)	Guillaume LE GUEN, Julie PAVIE Chargés d'études faune
Analyses nacelle	Julie AUCLAIR et Julie PAVIE Chargées d'études faune
SIG et cartographie	Clémence BUREAU Cartographe

Contrôle du rapport	
Contrôle réalisé par	Michaël ROCHE
Date du contrôle final	17 mars 2025
Date de reprise des remarques d'EDPR	21 mai 2025

CONTEXTE GENERAL ET OBJET DE L'ETUDE

Situé sur la commune de Plouvien en Bretagne dans le département du Finistère (29), au nord de la ville de Brest, ce parc est constitué de 8 éoliennes (Siemens SW 1.3) et a été mis en service en 2006. EDPR a lancé en 2022 un suivi environnemental pour son parc éolien de Plouvien en conformité avec le "Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018". Le suivi d'activité des chiroptères en altitude n'avait pu être mené à bien suite à divers problèmes techniques.

Compte-tenu de la situation juridique de ce parc, seules les éoliennes 1 et 2 sont aujourd'hui autorisées à fonctionner, avec la mise en place d'un bridage plus restrictif que celui proposé à la suite du suivi environnemental de 2022 (cf. Article 2.6 de l'Arrêté préfectoral).

Dans la continuité, la présente mission consistait à réaliser un suivi environnemental des aérogénérateurs E1 et E2 conformément à l'article 2.7 de l'Arrêté préfectoral (suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères avec suivi de l'activité des chiroptères en altitude).

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

La prestation a été contractualisée entre la société d'exploitation et TBM environnement en mars 2024.

► MISSION DE TBM ENVIRONNEMENT

Le bureau d'études TBM environnement (agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE) a réalisé en 2024, conformément au protocole national de suivi des parcs éoliens terrestres (révision 2018), les suivis environnementaux suivants :

- Suivi de la mortalité des chiroptères et des oiseaux (de début avril à fin octobre 2024) ;
- Suivi acoustique de l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle sur l'éolienne E2 (de janvier à novembre 2024).

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

► CITATION RECOMMANDEE :

TBM environnement, 2025. Suivi environnemental du parc éolien de Plouvien (29) - année 2024. EDPR, TBM environnement, agence Ouest d'ÉCOSPHÈRE, 34 p + annexes.

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 : « Plouvien_2024 ».

SOMMAIRE

INFORMATIONS & CONTACTS2

CONTEXTE GENERAL ET OBJET DE L’ETUDE.....2

SOMMAIRE3

LISTE DES CARTES3

RESUME OPERATIONNEL4

1. INTRODUCTION.....5

1.1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D’UN SUIVI ENVIRONNEMENTAL.....5

1.2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN5

2. METHODOLOGIE9

2.1. SUIVI DE L’ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN HAUTEUR.....9

2.2. SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX10

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE15

3.1. VALIDITE DU MATERIEL UTILISEE.....15

3.2. ACTIVITE ENREGISTREE EN HAUTEUR15

3.3. INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES SUR L’ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS.....19

3.4. CONCLUSION DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE.....21

4. RESULTATS DU SUIVI DE MORTALITE22

4.1. RESULTATS BRUTS22

4.2. RESULTATS DE LA MORTALITE ESTIMEE25

4.3. CONCLUSION DU SUIVI DE MORTALITE27

5. EVALUATION DES IMPACTS RESIDUELS29

5.1. OISEAUX29

5.2. CHAUVES-SOURIS30

5.3. CONCLUSION SUR LES IMPACTS DU PARC.....31

6. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION ET SUIVIS.....32

6.1. PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FREQUENTANT LE PARC PAR UN BRIDAGE NOCTURNE DIFFERENCIE32

6.2. CONTROLE DE L’ECLAIRAGE NOCTURNE32

6.3. GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES32

6.4. RENOUELEMENT DU SUIVI32

7. CONCLUSION OPERATIONNELLE34

8. BIBLIOGRAPHIE35

ANNEXE 1 : ARRETE PREFECTORAL D’AUTORISATION D’EXPLOITER36

ANNEXE 2 : DIAGRAMME DE CHOIX DE CONSIDERATION D’UNE PLUMEE COMME CADAVRE 37

ANNEXE 3 : METHODOLOGIE D’EVALUATION DES ENJEUX37

ANNEXE 4 : METHODOLOGIE D’EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES OISEAUX ET DES JX COLLISIONS EOLIENNES.....38

ANNEXE 5 : METHODOLOGIE D’EVALUATION DES IMPACTS40

ANNEXE 7 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES42

ANNEXE 8 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI43

ANNEXE 9 : RESULTATS BRUTS DES TESTS DE PERSISTANCE..... 44

ANNEXE 10 : SYNTHESE DES CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE 45

ANNEXE 11 : PARAMETRES SERVANT A L’ESTIMATION DE LA MORTALITE AVEC GENEST 46

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Présentation du parc éolien et des suivis 8

RESUME OPERATIONNEL

► PRESENTATION DU PARC EOLIEN ET CONTEXTE DU SUIVI

Le parc éolien de Plouvien est situé sur la commune de Plouvien, au Nord de la ville de Brest, dans le département du Finistère (29), en région Bretagne. Le parc est constitué de 8 éoliennes implantées dans un contexte de cultures et bocage. Elles ont été mises en service en 2006. Compte tenu de la situation juridique de ce parc, **seules les éoliennes 1 et 2 sont aujourd'hui autorisées à fonctionner**, avec mise en place d'un bridage plus restrictif que celui proposé à la suite du suivi environnemental de 2022 (cf. Article 2.6 de l'Arrêté préfectoral)

Le contexte éco paysager de ce parc situé dans le Léon proche de Lannilis entre l'Aber Wra'ch et l'Aber Benoit 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.

Ce suivi environnemental est le deuxième.

► METHODES DE TRAVAIL

Suivi à hauteur de nacelle

Un enregistreur Smart équipé d'un microphone de type S-MIC1, a été installé sur l'éolienne **E2** du parc de Plouvien. Il a fonctionné du 01 janvier au 30 novembre 2024.

Mortalité

Les éoliennes 1 et 2 du parc ont été suivies au cours de l'année 2024. **Un total de 31 passages a été réalisé entre le 3 avril et le 29 octobre 2024** (semaines 14 à 44), avec un **intervalle moyen** entre les passages **de 7 jours**.

► RESULTATS DU SUIVI ACOUSTIQUE A HAUTEUR DE NACELLE

L'activité annuelle est considérée comme assez forte autour de l'éolienne suivie avec une activité forte en transit automnal 1 et 2 et moyenne en estivage. L'espèce la plus contactée est la Pipistrelle commune, et considérée comme très sensible au risque de collision lié à l'éolien.

► RESULTATS DU SUIVI DE LA MORTALITE

Résultats bruts

Sur le parc éolien de Plouvien, **2 cadavres ont été découverts** tous deux **sur la deuxième période** : 1 oiseau (Héron garde-bœuf) et 1 chauve-souris (Pipistrelle commune).

Estimations de la mortalité

Les différentes variables (persistance des cadavres, efficacité de l'observateur et surface prospectée) ne permettent pas une estimation robuste de la mortalité pour la seconde période et présentent divers biais.

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 aboutit à des valeurs médianes de la mortalité pour les deux éoliennes en période 2 de :

- 1 chauve-souris [IC 80 % : 1,0 - 21,6] ;
- 1 oiseau [IC 80 % : 1,0 - 10,8].

► EVALUATION DES IMPACTS PAR COLLISION

En conclusion, un niveau d'impact résiduel **pour chacune des espèces impactées découvertes lors du suivi de la mortalité de 2024** sur le parc de Plouvien a été défini à partir du croisement entre l'intensité de l'impact et l'enjeu de conservation des espèces.

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

- Pour les oiseaux : faibles pour le Héron garde-bœuf ;
- Pour les chiroptères : faibles pour la Pipistrelle commune.

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

- Faibles pour les mois d'août, septembre, octobre et novembre ;
- Négligeables pour les autres mois ayant fait l'objet d'un suivi.

► MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION ET DE SUIVI

Bridage nocturne

Les différentes analyses réalisées permettent de proposer une **nouvelle régulation optimale** des éoliennes sur le parc de Plouvien pour protéger au moins 95 % des contacts enregistrés :

- Pour des vitesses de vent inférieurs à 5 m/s, des températures supérieures à 10°C sur les 6 premières heures de la nuit, de début avril à fin mai ;
- Pour des vitesses de vent inférieurs à 5,5 m/s, des températures supérieures à 12°C sur toute la nuit, de juin à juillet ;
- Pour des vitesses de vent inférieurs à 6,5 m/s, des températures supérieures à 11°C sur toute la nuit, d'août à septembre ;
- Pour des vitesses de vent inférieurs à 7 m/s, des températures supérieures à 10°C sur les 10 premières heures de la nuit, de début octobre à mi-novembre.

Suivi de l'efficacité des mesures

Le suivi de la mortalité et en nacelle réalisé en 2024 a permis de vérifier l'efficacité du bridage mis en place. De fait, les suivis menés en 2024 ont mis en évidence un impact négligeable à faible. **Ainsi, au vu du bridage optimal proposé couvrant le risque de collision aux éoliennes, il n'apparaît pas nécessaire de vérifier à nouveau l'efficacité des mesures correctives qui seront mises en place en 2025.**

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 a 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).

1.2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN

1.2.1. LOCALISATION

Le parc éolien de Plouvien est situé sur la commune de Plouvien, au nord-ouest du département du Finistère (29) en région Bretagne. Il se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord-est de Brest. Le parc est constitué de 8 éoliennes (cf. carte 1 p.08). Compte-tenu de la situation juridique de ce parc, **seules les éoliennes 1 et 2 sont aujourd'hui autorisées à fonctionner**, avec la mise en place d'un bridage

1 Décision du 5 avril 2018, NOR : TREP1807992S

plus restrictif que celui proposé à la suite du suivi environnemental de 2022 (cf. Article 2.6 de l’Arrêté préfectoral).

Ce parc s’inscrit dans un contexte agricole et bocager, dominé par la culture de céréales et l’élevage bovins. On y trouve un réseau de haies assez important, des prairies humides pâturées ainsi que quelques petits boisements. Il est situé entre l’Aber Vrac’h et l’Aber Benoît ce qui explique la présence permanente de laridés sur le site. Il est à noter également la présence des landes de Lanveur à proximité immédiate de l’éolienne E1.



Vue du parc éolien de Plouvien (TBM environnement)

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

Les 2 éoliennes concernées ont les caractéristiques techniques suivantes :

Tableau 2 : Caractéristiques du parc éolien de Plouvien

Modèle	Siemens SWT-1.3-62
Hauteur du moyeu	68 m
Diamètre du rotor	62 m
Garde au sol	37 m
Zone de balayage du rotor	3 020 m²
Puissance nominale	1,3 MW
Vitesse de connexion (cut-in wind speed)	3 m/s

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). Ci-dessous, sont résumés cette étude d’impact (en amont du projet) et les éventuels suivis (après la mise en service) réalisés sur le parc.

1.2.3.1. Analyse du volet écologique de l’étude d’impact du projet (Urbalis, 2003)

Une première étude d’impact environnementale a été réalisé en 2003 par le bureau d’étude URBALIS. Les suivis écologiques avaient permis de relever des enjeux faunistiques qui étaient jugés globalement faibles à nuls. Très peu d’informations concernaient les chauves-souris. Une deuxième étude d’impact environnementale a été réalisée en 2008 par la SAFEGE conformément aux objectifs du suivi afin de pouvoir mesurer la conformité ou l’éventuel écart avec la situation écologique actuelle.

Les enjeux pressentis suite aux inventaires étaient les espèces considérées avec le risque de collision le plus élevé sur le site : la Buse variable et les laridés (goélands et mouettes). Il était également précisé que les conditions météorologiques comme le brouillard peuvent augmenter les risques de collision de l’avifaune.

1.2.3.2. Analyse du suivi de la mortalité 2014-2015 (Ceresa, 2015)

Le suivi réalisé en 2014-2015 sur le parc de Plouvien était constitué de 29 passages de suivi de la mortalité répartis entre le 24/10/2014 et le 06/10/2015, fonction des périodes de sensibilités pour les espèces soit :

- du 15/01 au 15/02 : 1 contrôle toutes les 2 semaines ;
- du 15/02 au 31/03 : 1 contrôle durant la période ;
- du 01/04 au 15/05 : 1 contrôle 2 jours consécutifs toutes les 2 semaines ;
- du 16/05 au 31/07 : 1 contrôle toutes les 2 semaines ;
- du 01/08 au 15/10 : 1 contrôle 2 jours consécutifs toutes les 2 semaines ;
- du 16/10 au 15/12 : 1 contrôle tous les mois.

Le suivi a été mené sur la totalité des éoliennes du parc sur un carré de 100 m de côté (quadrat) avec comme centre le pied du mât.

Concernant les résultats bruts et la découverte de cadavres sous les éoliennes, ont été retrouvés :

- 3 cadavres d’oiseaux dont : 1 rapace (1 Buse variable [sédentaire probable]) et 2 laridés appartenant à 2 espèces (1 Goéland brun [migrateur probable] et 1 Mouette indéterminée [hivernante]) ;
- Aucun de chiroptère :

La conclusion de ce premier suivi a mis en évidence un impact non négligeable du parc éolien de Plouvien sur les oiseaux.

Dans le même temps, un suivi comportemental de l’avifaune (3 passages pour l’avifaune migratrice et 2 en période de reproduction) et un suivi de la fréquentation des chiroptères au sol (3 sessions d’écoute active entre mai et septembre) ont été menés. Ces derniers ont conclu que le parc de Plouvien ne semble pas présenter de sensibilité importante vis-à-vis des populations d’oiseaux et de chauves-souris locales.

Pour rappel, ce premier suivi post-implantation du site n’a pas comporté de suivi d’activité des chiroptères en altitude.

1.2.3.3. Analyse du suivi post implantation 2022 (TBM environnement)

Le suivi réalisé en 2022 sur le parc de Plouvien était constitué de 30 passages entre le 08 avril et le 25 octobre 2022 (semaines 14 à 43), avec un intervalle moyen entre les passages de 6,9 jours sur les 8 éoliennes du parc.

La mortalité brute constatée entre avril et octobre 2022 se compose de 7 individus :

- 3 oiseaux appartenant à au moins 2 espèces différentes : 2 Goélands argentés [locaux], Pigeon indéterminé [local] ;
- 4 chiroptères appartenant à au moins 2 espèces : 1 Pipistrelle commune [locale], 1 Sérotine commune [locale] et 2 pipistrelles indéterminées [statut indéterminé].

L’outil GenEst a estimé une mortalité de 15 oiseaux [IC 80 % : 3 - 31] et 111 chiroptères [IC 80 % : 11 - 251] sur toute la période du suivi.

Les estimations obtenues pour les chiroptères ne peuvent être considérées comme fiables. Elles présentent des biais importants (surface prospectée moyenne, persistance faible) et sont par conséquent à prendre avec précaution. Durant la période de suivi, la mortalité concernait les individus locaux plutôt que les migrants, autant pour les chauves-souris que les oiseaux.

Le tableau ci-dessous détermine pour chaque mois les paramètres de bridage établis afin de réduire les risques de collision des chauves-souris à partir de 2023.

Tableau 3 : Paramètres du bridage proposé à la suite de l’étude menée en 2022 sur le parc de Plouvien

	Bridage nocturne en 2023 (vent à hauteur de nacelle)
Du 1 ^{er} janvier au 31 juillet	Aucun bridage
Août	Mise en drapeau pour des vitesses de vent à 6 m/s et pour des températures supérieures à 10°C toute la nuit
Septembre	Mise en drapeau pour des vitesses de vent à 6 m/s et pour des températures supérieures à 10°C toute la nuit
Du 1 ^{er} octobre au 31 décembre	Aucun bridage

(niveau d’impact : blanc : négligeable (= non significatif) ; gris = faible ; jaune = moyen)

Les paramètres de bridage préconisés devaient s’appliquer à l’ensemble des éoliennes du parc de Plouvien. Un bridage préventif jusqu’à 6 m/s, tout au long de la nuit d’août à septembre, pour des températures supérieures à 10°C, était ainsi à mettre en place.

1.2.3.4. Evolution de la mortalité du parc au fil des suivis

Le tableau ci-après synthétise l’évolution de la mortalité à l’échelle du parc éolien de Plouvien au cours des suivis :

Tableau 4 : Evolution de la mortalité constatée et estimée sur le parc de Plouvien

Espèces	Suivi de la mortalité (2014-2015)	Niveau d’impact (2014-2015)	Suivi de la mortalité (2022)	Niveau d’impact (2022)	Volet écologique de l’EI	
					Espèces citées	Niveau d’impact
Buse variable	1	Pas d’impact significatif			X	Pas d’impact significatif
Goéland brun	1	Moyen			X	Pas d’impact significatif
Mouette indéterminée	1	Pas d’impact significatif			X	Pas d’impact significatif
Goéland argenté			2		X	Pas d’impact significatif
Pigeon indéterminé			1	Pas d’impact significatif		Pas d’impact significatif
Pipistrelle commune			1	Pas d’impact significatif		-
Pipistrelles indéterminées			2	Pas d’impact significatif		-
Sérotine commune			1	Pas d’impact significatif		-
Mortalité estimée	Pas d’estimation		15 oiseaux [IC 80 % : 3 - 31] (GenEst)	111 chiroptères [IC 80 % : 11 - 251] (GenEst)	Faible à négligeable	

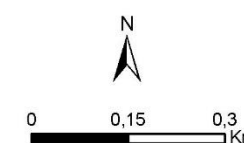
1.2.4. PLAN DE REGULATION EN PLACE ET HISTORIQUE DES BRIDAGES APPLIQUES SUR LE PARC EOLIEN

Un suivi a été réalisé en 2022, avec préconisation de bridage et reconduction en 2023, mais compte-tenu de la situation juridique de ce parc, ceci n’a pas été fait.

A ce jour, seules les éoliennes 1 et 2 ont le droit de tourner, avec un bridage plus restrictif que celui proposé (cf. extrait de l’arrêté préfectoral), à savoir : arrêt des éoliennes pour des vitesses de vent inférieures ou égales 6 m/s et des températures supérieures ou égales à 10°C, en l’absence de précipitations. Ces dispositions s’appliquent chaque année sur la période du 1^{er} avril au 31 octobre, une demi-heure avant le coucher du soleil et une demi-heure après le lever du soleil.



- Limites communales
- Eolienne faisant l'objet du suivi de la mortalité
- Eolienne faisant l'objet d'un suivi de l'activité chiroptérologique



TBM environnement,
EDPR, 2024
Sources : TBM, Scan25@IGN
et BdOrtho@IGN, BdTopo@IGN

2. METHODOLOGIE

Dans le cas du parc éolien de Plouvien, le suivi ayant débuté en janvier 2024, 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° 2014-355 du 20 mars 2014, aux engagements du/des suivis post-implantations précédents et aux arrêtés modificatifs parus en 2019.

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 équipé d'un dispositif de suivi en continu) de janvier 2024 à novembre 2024 ;
- Suivi de mortalité au pied des éoliennes, à raison de 31 passages répartis entre avril et octobre 2024.

2.1. SUIVI DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN HAUTEUR

2.1.1. PROTOCOLE ET MATERIEL

Le suivi acoustique des chiroptères en nacelle a été réalisé du 1^{er} janvier 2024 au 30 novembre 2024 sur l'éolienne E2 du parc. L'éolienne E2 a été équipée en accord avec l'opérateur éolien, compte tenu de sa position centrale au sein du parc situé en contexte bocager. Le système d'enregistrement automatique des ultrasons (Smart) a été installé dans la nacelle à une hauteur d'environ 68 mètres et le micro placé au-dessus du toit de la nacelle (environ 80 cm).



Boîte contenant le Smart et Micro déporté sur le toit de la nacelle (V.Guiho - TBM environnement)

Deux logiciels différents ont été utilisés pour l'identification des espèces de chauves-souris : Analook² (pour l'élimination des bruits, les premiers tris) et Batsound³ (pour l'identification précise).

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

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

2.1.2. METHODES D'ANALYSE

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

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

- Période printanière : Le transit printanier débute début 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 l'élevage des jeunes, et s'étend de mi-mai à fin juillet ;
- Période automnale : Cette période regroupe l'émancipation des jeunes, les accouplements (swarming) et le transit vers les sites d'hibernation de début août à fin octobre. Elle 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 termes de coût d'énergie pour les déplacements des chiroptères ;
- En général, la pluie stoppe l'activité des chauves-souris ou la diminue au moins fortement (Brinkmann et al., 2011). Les effets de la pluie sur le vol des chauves-souris sont encore peu connus et l'on suppose qu'ils sont plus forts sur les petites espèces. L'une des seules études menées (Behr et al, 2017) montre une vraie réduction dès 2 mm/h.

Simultanément aux enregistrements ultrasonores, les équipements intégrés aux éoliennes ont permis d'enregistrer les données météorologiques à hauteur de nacelle, telles que les vitesses de vent et les températures. 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 Analook : de Chris Corben

³ Batsound : de Pettersson

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 70 m de hauteur et orientés dans une direction pointant vers le haut de l'éolienne. 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. ;
- Les conditions météorologiques. Les micros, 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.

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, la Noctule commune et la Noctule de Leisler : ces trois espèces émettent des émissions sonores régulièrement similaires 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 » et « Pipistrelle commune/de Nathusius », associées aux Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, pour ces espèces, seules les séquences caractéristiques dans les extrêmes présentant des cris avec une largeur de bande très faible (QFC) et les cris sociaux 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 **2 éoliennes du parc en fonctionnement ont été suivies** au cours de l'année 2024 (cf. Annexe 7 : Dates de prospection du suivi de mortalité et des tests associés). Toutes ont été inspectées à chaque passage en appliquant la même méthodologie, 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 deux périodes pour **un total de 31 passages** :

- Période 1 avec 1 passage/semaine (intervalle de 7 jours) de début avril à fin juillet (semaine 14 à 30), soit 17 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) de début août à fin octobre (semaine 31 à 44), soit 14 passages correspondant à la migration postnuptiale.

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

2.2.1.2. 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 du Finistère (Arrêté préfectoral du 4 novembre 2014).**

Après avoir identifié et photographié les cadavres découverts autour des éoliennes suivies, les informations suivantes ont été notées :

- 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, ... ;
- Selon les besoins, des mesures complémentaires ont été relevées : sexe, biométrie (longueur de l'avant-bras, du 3^{ème} et/ou du 5^{ème} doigt, ...).

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

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

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

Pour les oiseaux, les ouvrages suivants ont été consultés :

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

- [Fragneau C. 2017. Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale](#). Delachaux & Niestlé, Paris. 400 p ;

- En français : www.alulawebiste.com ;
- En anglais et en allemand : www.federn.org.

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

Les différentes plumées ou plumes trouvées au sol peuvent soit provenir d'une prédation naturelle soit de la collision avec une éolienne. Afin de conclure sur l'une des deux situations, différents critères sont pris en considération (cf. Annexe 1 : Diagramme de choix de considération d'une plumée comme cadavre p.49), tels que la sensibilité de l'espèce (et donc sa propension à se faire impacter par les éoliennes), l'âge de l'individu (et notamment s'il n'est pas encore volant), la présence de traces de prédation ou d'impact dû à la collision, la quantité de plumes retrouvées etc. Dans le doute entre l'une des deux situations, le choix de ne pas compter le cadavre comme dû à l'éolienne sera systématiquement retenu.

2.2.1.3. Pris 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 Plouvien, dont les pales mesurent 31 m, les prospections ont été effectuées dans un rayon d'au moins 50 m autour des mâts des machines.

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 cadavres sur une largeur de 2,5 mètres de part et d'autre de sa ligne de déplacement. En effet, [Arnett et al. \(2005\)](#) ont démontré que l'efficacité chute fortement au-delà d'une distance de 3 mètres. De la sorte, l'observateur a réalisé des transects pour s'éloigner au maximum de 55 m des mâts. Précisons que ces itinéraires ont été réalisés d'un pas lent et régulier pour une détectabilité optimale et quand les conditions lumineuses sont suffisantes.

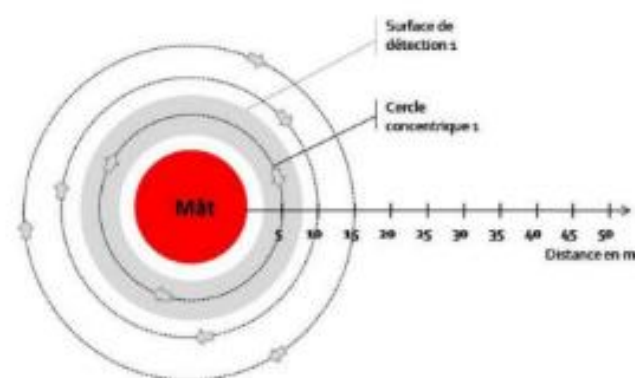


Figure 1 : Schéma représentatif des transects concentriques

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

Tableau 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 nulle ou mauvaise = non prospectée
Classe 2	Végétation couvrante mais de hauteur faible à moyenne ou végétation peu couvrante mais pouvant être haute => cultures très basses, friches, herbe des 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 2024 est présenté en Annexe 8 : Surfaces prospectées par éolienne au cours du suivi p. 43.

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 mâât, plus la densité en cadavres diminue (Strickland et al, 2011).

En général, les estimations de mortalité totale sont ajustées 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 mâât, 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 Plouvien, 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 deux 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 heures, 7,9 cadavres sur 10 ont été retrouvés en moyenne au pied des éoliennes.

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

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

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

Le test a consisté à déposer 2 cadavres de souris, 2 de rat et 2 de poussin, soit 6 cadavres fraîchement décongelés autour de chacune des éoliennes lorsque le recouvrement de la végétation permettait la prospection de l'entièreté des plateformes. Dans le cas d'une surface de prospection moindre, le nombre de cadavres déposés aurait été diminué. Il y a donc eu 24 cadavres déposés au total du parc sur l'année. Aussi, les leurres ont été déposés aléatoirement sur l'emprise de la surface prospectée et répartis sur l'ensemble des types d'habitats présents.

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

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



Poussin utilisé pour un leurre de persistance (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 leurres retrouvés après la recherche. Elle varie en fonction de la personne (Niermann et al. 2011) et surtout du couvert végétal (Rodrigues et al., 2015).

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

L'occupation du sol et l'efficacité des observateurs à détecter des cadavres peuvent varier dans le temps et c'est pourquoi cette dernière a été testée sur chaque période les 20/06 (période 1) et 22/10/2024 (période 2) pour chaque observateur principal 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 assimilables à des chauves-souris, ou encore des pommes de terre pour les petits oiseaux plus gros et plus colorés). Les leurres ont été déposés aléatoirement en amont des recherches de mortalité, au sein des classes de végétation prospectées (visibilité bonne et moyenne) et pointés au GPS. Les secteurs ayant une visibilité moyenne n'étaient présents que de manière ponctuelle par rapport aux secteurs ayant une bonne visibilité, aussi, de manière proportionnelle, un nombre important de leurres y a été déposé. Chaque observateur a été testé sur un nombre d'éoliennes équivalent à celui qu'il aurait prospecté lors d'une journée classique de recherche.

Ces leurres dispersés varient entre 10 à 12 par éolienne sur les 2 éoliennes suivies pour chaque période. Un total de 45 leurres a été utilisé pour ce test sur l'année pour l'ensemble du parc.



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

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

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

2.2.2. OUTIL D'ESTIMATION DE LA MORTALITE : GENEST

A partir de 2018, les spécialistes internationaux que sont Huso, Dalthorp (USGS) et Korner-Nievergelt (Oikostat), cités dans le protocole national 2018, se sont associés avec d'autres pour mettre à disposition gratuitement une solution informatique (« package ») nommée « GenEst »⁴ et fonctionnant sous le logiciel⁵ open source R (*Simonis et al., 2018*). Celle-ci permet d'imbriquer les différents paramètres précédemment détaillés pour modéliser finement la mortalité (persistance des faux cadavres par éolienne non moyennée et possiblement cumulée avec celle des éventuels petits et/ou gros cadavres réels, efficacité de l'observateur à détecter des leurres 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.

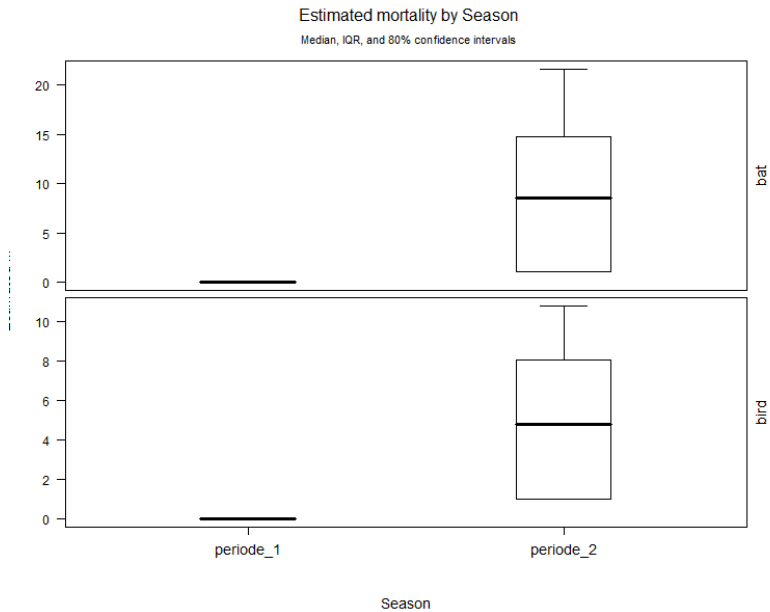


Figure 2 : Impression d'écran de l'interface de GenEst montrant les résultats déclinés par période et type de cadavres (<https://www.usgs.gov/centers/fresc/science/a-generalized-estimator-estimating-bird-and-bat-mortality-renewable-energy>)

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

⁵ <https://www.r-project.org/>

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

3.1. VALIDITE DU MATERIEL UTILISEE

Le micro du Smart est totalement protégé des intempéries extérieures, et donc beaucoup plus robustes que le micro du Batmode. Il y a alors moins de variations de sensibilité qui affecterait la bonne détectabilité des ultrasons émis par les chauves-souris. De plus, la calibration du micro se fait instantanément si nécessaire et aucune valeur de calibration ne peut être récoltée.

Par ailleurs, les données météorologiques fournies par le client sont complètes. Ainsi, 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 ci-après.

Finalement, le suivi a été totalement effectif sur 333 nuits en 2024, ce qui apparaît largement suffisant pour les analyses.

3.2. ACTIVITE ENREGISTREE EN HAUTEUR

3.2.1. RICHESSE SPECIFIQUE

Sur le parc éolien de Plouvien, un total de **2 348 contacts** a été enregistré durant le suivi en nacelle de 2024 soit une activité de 6,1 contacts/nuit sur la période de suivi effectif. Ce taux d'activité global correspond à un **niveau assez fort**.

L'analyse des enregistrements a permis d'identifier avec certitude lors de ce suivi, 5 espèces de chauves-souris fréquentant le parc éolien de Plouvien :

- Une grande dominance du groupe des pipistrelles avec 94,3 % des données dont :
 - La très grande majorité de Pipistrelle commune (92,9 %) ;
 - 0,8 % de Pipistrelle de Kuhl ;
 - 0,6 % de Pipistrelle de Nathusius ;
- Une faible proportion du groupe des noctules et des sérotines avec (5,7 %) des données dont :
 - 2,1 % de Noctule de Leisler ;
 - 1,4 % de Noctule commune ;
 - Le reste des données correspond à des séquences ne permettant pas la distinction précise entre le groupe des noctules et sérotines (2,2 %).

Cette richesse spécifique enregistrée est globalement faible comparée aux 21 espèces connues sur la région et au contexte bocager mais peut-être en adéquation avec la localisation géographique côtière et avec la nature cultivée intensive au sein desquelles le parc est inséré. 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. Les Sérotules, espèces dites de « haut vol » sont les plus impactées par le risque de collision et encore plus la Noctule commune.

3.2.2. CHRONOLOGIE DE L'ACTIVITE

Le tableau suivant présente les résultats d'activité par mois et période pour l'ensemble des espèces (cf. Tableau 6). La distribution des contacts au cours des périodes et de la nuit est également représentée sur la Figure 3 et la Figure 4.

Tableau 6 : Activités enregistrées en 2024 depuis la nacelle de E2

Mois	Nombre contacts totaux	Nuits suivies	Nuits positives	Nombre contacts par nuit
Janvier 2024	0	30	0	0,0
Février 2024	2	29	1	0,1
Période hivernale	2	59	1	0,02
Mars 2024	9	31	2	0,3
Avril 2024	0	30	0	0,0
1ère quinz. Mai 2024	30	15	3	2,0
Période printanière	39	76	5	0,5
2ème quinz. Mai 2024	36	15	4	2,4
Juin 2024	134	30	9	4,5
Juillet 2024	100	31	5	3,2
Période estivale	270	76	18	3,6
Août 2024	401	31	17	12,9
Septembre 2024	687	30	16	22,9
Période automnale 1	1088	61	33	17,8
Octobre 2024	103	31	11	3,3
Novembre 2024	846	30	7	28,2
Période automnale 2	949	61	18	15,6
Total	2348	333	76	6,1

* Le groupe des « Serotule » correspond ici principalement aux deux espèces de noctules : la Noctule commune et la Noctule de Leisler. En effet, la Sérotine commune, bien que régulièrement contactée, reste généralement minoritaire en nacelle. Lors des interprétations, il convient donc de garder cet élément en tête : le nombre de contacts affiché par exemple dans la colonne « Nycnoc » ne correspond qu'à la partie identifiée des contacts de Noctule commune, certains étant indirectement compris dans la colonne « Serotule ».

L'analyse de l'activité selon les mois et les périodes liées au cycle de vie des chauves-souris permet de distinguer cinq périodes en 2024 enregistrant une activité sur le parc de Plouvien durant la période de suivi (cf. Figure 3) :

- **Pendant la période hivernale, le niveau d'activité est très faible** avec seulement 2 contacts de Pipistrelles communes enregistrés dans la nuit du 03/02/2024. Cela reste la norme car c'est à cette période que les chauves-souris hibernent ;
- **Pendant la période printanière, le niveau d'activité est faible** avec 5 nuits positives pour un total de 39 contacts. Aucun contact n'a été enregistré durant le mois d'avril. Sur la première quinzaine de mai, 30 contacts ont été enregistrés sur les 39 pendant la période ;

- **Pendant la période estivale, le niveau d'activité est moyen** avec 3,6 contacts par nuit en moyenne. C'est à cette période que les premiers contacts de noctules sont captés à hauteur de nacelle. Le mois de juin est celui qui comptabilise le plus de contacts de Noctules communes sur la période du suivi (28 contacts). L'activité durant la période estivale est irrégulière avec seulement 18 nuits positives sur les 76 suivies ;
- **Pendant la période automnale 1, le niveau d'activité est fort** avec 17,8 contacts par nuit en moyenne, où l'on peut dissocier :
 - **Le mois d'août** présentant 17 nuits positives sur les 31 suivies. La moyenne de contacts toutes espèces confondues pour ce mois est de 12,9 contacts par nuit. Ces nuits sont très largement dominées par la Pipistrelle commune (91 % des contacts mensuels). Au total, 3 nuits recensent plus de 50 contacts par nuit dont une à 87 contacts et une autre à 93 contacts ;
 - **Le mois de septembre** présentant 16 nuits positives sur les 30 suivies. La moyenne de contacts toutes espèces confondues par nuit est de presque 22,9 contacts. Cela s'explique notamment par la présence d'un pic important d'activité dans la nuit du 21/09/2024. Cette dernière comptabilise 573 contacts, dont 551 de Pipistrelles communes. Le mois de septembre est le dernier mois de fréquentation du parc des noctules, à l'exception de deux contacts de Noctule de Leisler enregistrés mi-octobre ;
- **Pendant la période automnale 2, le niveau d'activité est également fort** avec 15,6 contacts par nuit en moyenne, pour seulement 18 nuits positives sur les 61 suivies. Le plus gros pic d'activité du suivi est enregistré durant la nuit du 09/11/2024 avec 614 contacts de Pipistrelles communes. Il représente 64 % des contacts sur la période et 26 % de l'activité total du suivi. Plus aucune activité chiroptérologique n'est détectée à partir du 12/11/2024.

Sur l'ensemble du suivi, le parc apparaît assez peu fréquenté. L'activité totale est fortement réhaussée par les deux pics d'activités majeurs cités précédemment. Cependant, on rappellera que la chronologie générale est dépendante des conditions météorologiques (étudiée au chapitre 3.3) avec des variations interannuelles.

Enfin, la Figure 4 permet de constater les points suivants :

- L'activité est répartie de façon hétérogène pour l'ensemble des périodes étudiées avec une activité principalement enregistrée sur une large première moitié de nuit ;
- Aucun contact n'a été enregistré avant le coucher du soleil ou après le lever du soleil durant la période du suivi.

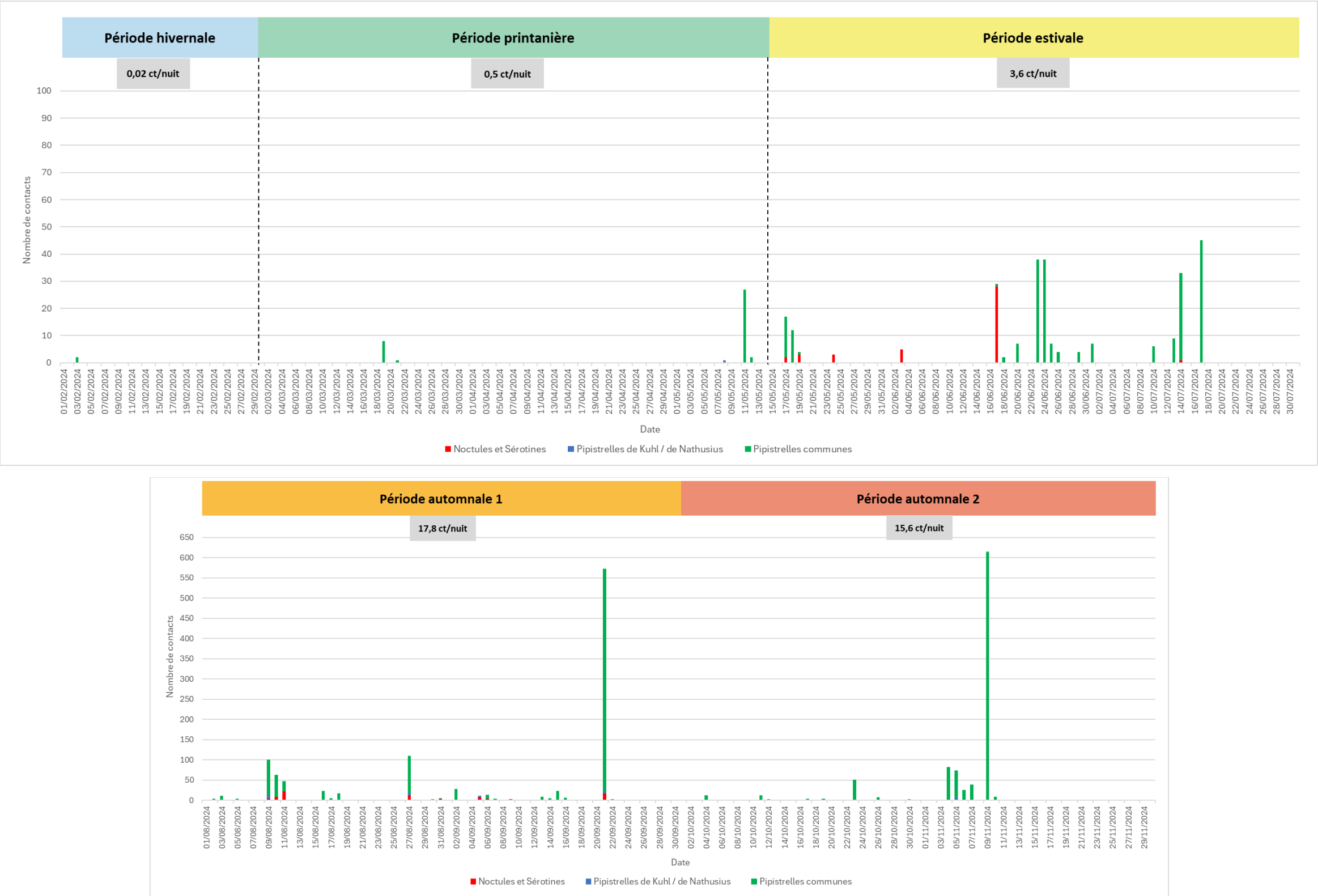


Figure 3 : Chronologie de l'activité enregistrée en nacelle E2 pour la période suivie en 2024. Pour une meilleure lisibilité, le graphique a été scindé en deux parties (avec des échelles différentes en ordonnées)

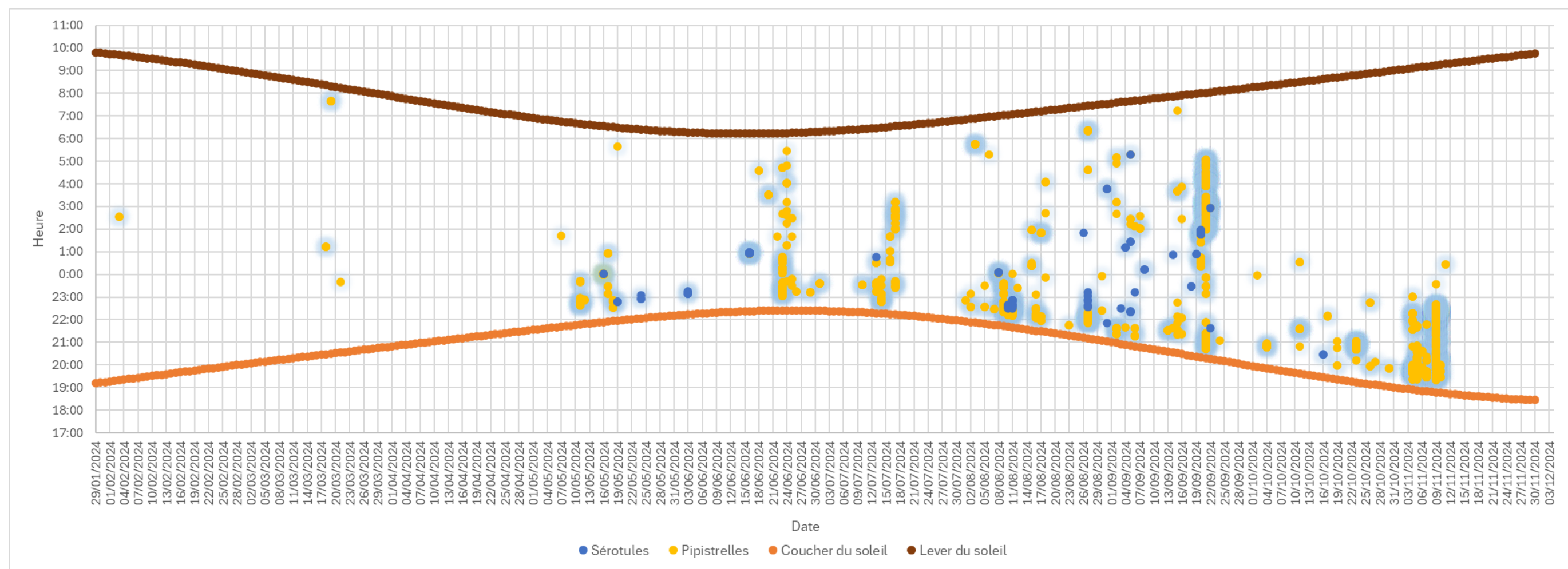


Figure 4 : Chronologie de l'activité normée par rapport à l'heure du coucher et du lever du soleil enregistrée en nacelle E2. Les halos plus intenses autour des points de contact correspondent à plusieurs contacts dans la même minute

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

Les données recueillies par l'anémomètre et le thermomètre présents sur l'éolienne WTG02 ont été corrélées avec les résultats des enregistrements de chauves-souris afin de caractériser les conditions dans lesquelles ces dernières fréquentent les abords de l'éolienne et plus largement du parc.

Les données météorologiques communiquées couvrent la période du premier novembre 2023 à fin novembre 2024, soit l'intégralité de la période où l'activité chiroptérologique a été enregistrée. Les mesures de la vitesse du vent et de la température ont été effectuées toutes les 10 minutes.

Le tableau ci-dessous montre la répartition moyenne de l'activité chiroptérologique et les conditions météorologiques disponibles par mois.

Tableau 7 : Donnés météorologiques nocturnes enregistrées à hauteur de nacelle E2 en 2024 et distribution des données chiroptérologiques la même année

	Vent nocturne moyen [min-max] disponible (m/s)	Vent moyen [min-max] utilisé par les chiroptères (m/s)	Température nocturne moyenne [min-max] disponible (°C)	Température moyenne [min-max] utilisée par les chiroptères (°C)
Janvier 2024	7,8 [0,2-30,2]	-	5,8 [-2-12]	-
Février 2024	8,1 [0-29,3]	5,7 [5,7-5,7]	8,2 [0-13]	8,5 [8,5-8,5]
Mars 2024	7,4 [1,1-22,1]	5,8 [2,6-8,5]	7,4 [2-11,7]	9,8 [8,1-10,5]
Avril 2024	9 [4,2-22,9]	-	12,3 [6-17]	-
Mai 2024	5,5 [0,5-11,9]	3,1 [1,8-6,9]	11,9 [8-21]	15,1 [10,8-19,7]
Juin 2024	4,9 [1,2-13,5]	3 [1,6-8,9]	13 [10-17]	15,1 [13-17]
Juillet 2024	3,9 [0,5-14,1]	3,3 [1,6-5,1]	15,8 [11,1-18,6]	15,4 [13,1-16,6]
Août 2024	5,2 [0,2-14,8]	3,8 [0,4-8,9]	15,9 [12-28,8]	18,9 [14,1-27,9]
Septembre 2024	5,9 [0,5-19,5]	2,5 [0,5-8,2]	13,4 [0,9-18,8]	15,7 [12-17,9]
Octobre 2024	5,6 [0,3-18]	5,7 [0,9-7,4]	11,6 [9-16,9]	12,4 [9-13,7]
Novembre 2024	6,3 [0,5-22,4]	2 [0,8-6,4]	10,2 [7-16]	13,5 [10,8-15]

Les vents nocturnes moyens les plus importants ont été enregistrés en janvier, février et mars 2024. La vitesse de vent moyen utilisée par les chauves-souris de janvier à avril 2024 est relativement homogène entre 10,7 et 6,9 m/s. À partir du mois de mai 2024, les moyennes baissent et sont inférieures à 4 m/s (entre 6,3 et 3,9 m/s), mais remontent en octobre (5,7 m/s).

Sur l'ensemble de la période suivie, toutes les données chiroptérologiques sont comprises pour des vitesses de vent entre 0,4 et 8,9 m/s. L'activité chiroptérologique est anecdotique (< 3 %) au-delà de 7 m/s.

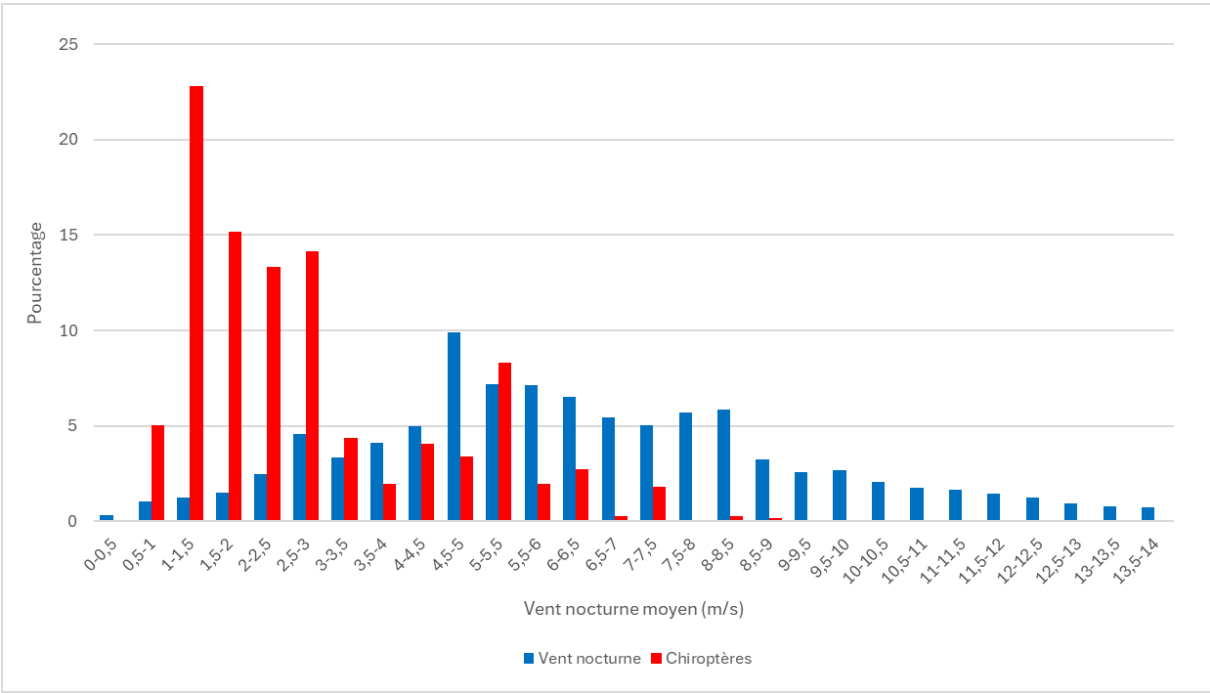


Figure 5 : Distribution de l'activité selon les vitesses moyennes de vent

Les températures nocturnes moyennes sont comprises entre 5,8 et 8,2°C entre janvier et mars 2024. Elles augmentent assez rapidement en avril 2024 jusqu'en novembre 2024 avec une amplitude thermique de 10,2 à 15,9°C. Les mois les plus chauds, juillet et août, atteignent des moyennes de 15,8 et 15,9°C.

Sur l'ensemble de la période suivie, toutes les données chiroptérologiques se trouvent à des températures supérieures à 8°C. L'activité chiroptérologique est anecdotique (<1 %) sous 11°C.

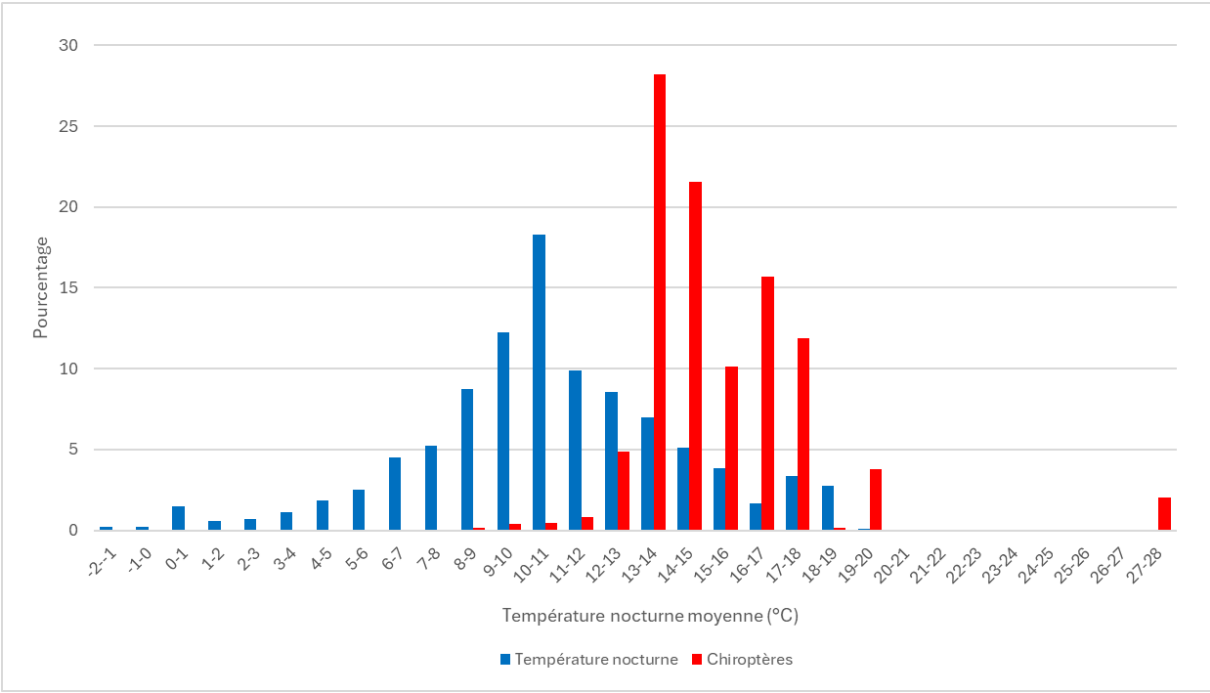


Figure 6 : Distribution de l'activité selon les températures moyennes

3.3.1. PROPOSITION DE BRIDAGE

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 la mise en place d’une régulation sur le parc de Plouvien 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. C’est pourquoi un bridage sera proposé par périodes allant de début avril à mi-novembre. 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 2024. Ce seuil préconisé par la DREAL Bretagne est adaptable en fonction notamment des niveaux d’activité constatés selon la période.

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.

Quelle que soit la période, aucun contact de chauve-souris n’a été enregistré avant ou après le coucher du soleil. C’est pourquoi, toutes les préconisations de bridage s’appliquent sur toute la nuit, c’est-à-dire du coucher du soleil au du lever du soleil.

Tableau 8 : Proportion d’activité selon les conditions météorologiques en période de transit printanier 2024

Résultats transit printanier (01/04 au 31/05)			TOUTES ESPECES (Niveau d’activité faible)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	HACS*	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	-	64	66	97,0 %
7	11	-	64	66	97,0 %
5	10	-	63	66	95,5 %
6	11	-	62	66	93,9 %
5	10	+ 06:00	63	66	95,5 %

* HACS = Heure après le coucher du soleil

Au vu de l’activité faible en transit printanier, nous considérons que les préconisations de bridage peuvent être pour des vitesses de vent inférieures à 5 m/s et des températures supérieures à 10°C, de début avril à fin mai et sur les 6 premières heures de la nuit.

Tableau 9 : Proportion d’activité selon les conditions météorologiques en période d’estivage 2024

Résultats estivage (01/06 au 31/07)		TOUTES ESPECES (Niveau d’activité moyen)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	232	234	99,1 %
5,5	12	224	234	95,7 %
5	11	212	234	90,6 %

Au vu de l’activité moyenne en estivage, nous considérons que les préconisations de bridage peuvent être pour des vitesses de vent inférieures à 5,5 m/s et des températures supérieures à 12°C, de début juin à fin juillet et sur toute la nuit.

Tableau 10 : Proportion d’activité selon les conditions météorologiques en première période de transit automnal 2024

Résultats transit automnale 1 (01/08 au 31/09)		TOUTES ESPECES (Niveau d’activité fort)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	1037	1088	95,3 %
7	12	1071	1088	98,4 %
6,5	11	1068	1088	98,2 %
6	12	1028	1088	94,5 %

Au vu de l’activité forte en estivage, et de la mortalité relevée à cette période pour les chauves-souris (un cadavre de Pipistrelle commune), nous considérons que les préconisations de bridage peuvent être pour des vitesses de vent inférieures à 6,5 m/s et des températures supérieures à 11°C de début août à fin septembre et sur toute la nuit.

Tableau 11 : Proportion d’activité selon les conditions météorologiques en deuxième période de transit automnal 2024

Résultats transit automnale 2 (01/10 au 15/11)			TOUTES ESPECES (Niveau d’activité fort)		
Vent (m/s)	Temp (°C)	HACS*	Nb contacts protégés	Nb contacts total	% contacts protégés
6	10	-	883	949	93,0 %
6,5	11	-	899	949	94,7 %
7	10	-	906	949	95,5 %
7,5	11	-	942	949	99,3 %
7	10	+ 10:00	906	949	95,5 %

* HACS = Heure après le coucher du soleil

Au vu de l’activité forte en transit automnal 2, nous considérons que les préconisations de bridage peuvent être pour des vitesses de vent inférieures à 7 m/s et des températures supérieures à 10°C, de début octobre à mi-novembre et sur les 10 premières heures de la nuit.

3.4. CONCLUSION DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

Le parc éolien de Plouvien présentait en 2024 une activité en altitude significative de niveau moyen en estivage et fort en transit automnal 1 et 2 et de niveau faible de février à mai.

L'activité est majoritairement dominée par une espèce : la Pipistrelle commune (92,9 % des données). Cette espèce, tout comme les quatre autres identifiées, sont toutes habituellement retrouvées en altitude. La Pipistrelle commune est considérée comme très sensible au risque de collision lié à l'éolien, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Kuhl ont elles aussi une sensibilité forte au risque éolien (cf. Annexe 4 : Méthodologie d'évaluation de la sensibilité des oiseaux et des chiroptères aux collisions éoliennes p. 38).

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 février à novembre 2024. Aucun contact n'a été enregistré avant ni après le coucher du soleil.

Ce suivi en hauteur a permis d'évaluer *a priori* le « risque éolien » selon les conditions météorologiques sur le parc en 2024. Il s'agit du 2^{ème} plan de bridage proposé depuis la mise en fonction du parc de Plouvien et le premier basé sur l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle.

Les différentes analyses réalisées permettent de proposer une **nouvelle régulation optimale** des éoliennes sur le parc de Plouvien pour protéger au moins 95 % des contacts :

- Pour des vitesses de vent inférieurs à 5 m/s, des températures supérieures à 10°C sur les 6 premières heures de la nuit, de début avril à fin mai ;
- Pour des vitesses de vent inférieurs à 5,5 m/s, des températures supérieures à 12°C sur toute la nuit, de juin à juillet ;
- Pour des vitesses de vent inférieurs à 6,5 m/s, des températures supérieures à 11°C sur toute la nuit, d'août à septembre ;
- Pour des vitesses de vent inférieurs à 7 m/s, des températures supérieures à 10°C sur les 10 premières heures de la nuit, de début octobre à mi-novembre.

4. RESULTATS DU SUIVI DE MORTALITE

4.1. RESULTATS BRUTS

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

Pour les deux éoliennes suivies sur le parc de Plouvien et dans un rayon de 50 m autour des mâts, 2 cadavres ont été découverts dont un oiseau (un Héron garde-bœuf) et une chauve-souris (une Pipistrelle commune).

4.1.1. REPARTITION SPATIALE

Les deux cadavres ont été découverts sous l'éolienne 1 : le Héron garde-bœuf fin juillet et la Pipistrelle commune fin août (cf. tableau ci-dessous). Au terme du suivi, l'éolienne E1 apparaît la plus mortifère. Le réseau bocager connecté aux boisements est nettement plus important autour de cette éolienne que les autres machines du parc. Toutefois, seul un cadavre de chauves-souris a été trouvé et est inféodé à ce type d'habitat contrairement au Héron garde-bœuf qui survole cette zone en migration ou en alimentation. Au moment des suivis, l'occupation des sols au pied de l'éolienne E1 ne correspondait pas au développement d'une friche ou d'un couvert présentant une attractivité plus importante, notamment pour les chauves-souris. La seule structure pouvant expliquer cette mortalité au niveau de l'éolienne E1 est la présence de haie en bordure proche du rayon d'action des éoliennes. Néanmoins, il est possible que ces deux espèces aient traversées le champ d'action de l'éolienne dans le but de transiter d'une parcelle à une autre.

Tableau 12 : Répartition des cadavres découverts en 2024 (n=2) sur le parc éolien de Plouvien

Eolienne n°	Nombre de cadavres découverts	Chiroptères	Oiseaux
E1	2	1	1
E2	0	0	0
TOTAL	2	1	1

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.

Tableau 13 : Répartition temporelle de la mortalité (n = 2 sur les 2 éoliennes suivies, dont 0 hors protocole)

Période	Sous-période	Date	Chiroptères	Oiseaux	Total
1	Période printanière	03/04/2024	0	0	0
		11/04/2024	0	0	0
		17/04/2024	0	0	0
		24/04/2024	0	0	0
		30/04/2024	0	0	0
		07/05/2024	0	0	0
		14/05/2024	0	0	0
	Période estivale	22/05/2024	0	0	0
		29/05/2024	0	0	0

Période	Sous-période	Date	Chiroptères	Oiseaux	Total
		05/06/2024	0	0	0
		12/06/2024	0	0	0
		20/06/2024	0	0	0
		27/06/2024	0	0	0
		04/07/2024	0	0	0
		10/07/2024	0	0	0
		16/07/2024	0	0	0
		23/07/2024	0	0	0
2	Période automnale 1	31/07/2024	0	1 Héron garde-bœuf	1
		06/08/2024	0	0	0
		13/08/2024	0	0	0
		21/08/2024	0	0	0
		28/08/2024	1 Pipistrelle commune	0	1
		04/09/2024	0	0	0
		11/09/2024	0	0	0
	Période automnale 2	17/09/2024	0	0	0
		24/09/2024	0	0	0
		01/10/2024	0	0	0
		08/10/2024	0	0	0
		15/10/2024	0	0	0
		22/10/2024	0	0	0
		29/10/2024	0	0	0



Plumée de Héron garde-bœuf sous E1 (A.HUG, TBM environnement)



Cadavre de Pipistrelle commune sous E1 (A. VACHER, TBM environnement)

Ainsi, sur le parc de Plouvien, 2 cadavres ont été découverts :

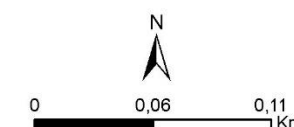
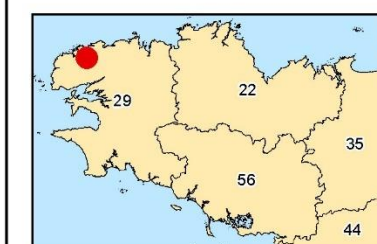
- 1 oiseau : Héron garde-bœuf [local ou migrateur] ;
- 1 chauve-souris : Pipistrelle commune [locale probable].

Sur la période d'avril à juillet, lors de la migration prénuptiale et de la reproduction, aucun cadavre n'a été découvert sur le parc éolien.

En fin d'été et en automne, période d'envol des jeunes et de migration postnuptiale, la mortalité est la plus importante et concerne tous les cadavres découverts, soit un oiseau et une chauve-souris.



- Eolienne
- Rayon de 50 m autour de l'éolienne
- Avifaune**
 - Héron garde-boeufs - *Bubulcus ibis*
- Chiroptère**
 - ◆ Pipistrelle commune - *Pipistrellus pipistrellus*



TBM environnement,
EDPR, 2024
Sources : TBM, Scan25@IGN
et BdOrtho@IGN, BdTopo@IGN

4.2. RESULTATS DE LA MORTALITE ESTIMEE

4.2.1. VARIABLES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE

4.2.1.1. Ajustement de la surface réellement prospectée

La couverture végétale étant variable selon la période de l’année, tous les périmètres d’étude n’ont pas pu être prospectés à chaque passage (cultures hautes, cf. Tableau 5 et Tableau 14). Le coefficient surfacique a été calculé pour chaque éolienne et pour chaque période du suivi (cf. Tableau 15, Annexe 8 : Surfaces prospectées par éolienne au cours du suivi p.43).

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
1	Période estivale	Début avril à fin juillet	Maïs	Sol nu, Prairie
2	Période automnale	Début août à fin octobre	Maïs, sol nu	Prairie

Tableau 15 : Surface moyenne prospectée (%) par éolienne et par période en 2024

Période	Sous-période	Dates	Nb de passages	E1	E2	MOYENNE
1	Période estivale	Début-avril à fin juillet	11	64%	62%	63%
2	Période automnale	Début août à fin octobre	13	16%	15%	16%
Moyenne :				42%	40%	41%

La surface de prospection globale est moyenne (41 %) sur l’ensemble du suivi bien qu’hétérogène entre les périodes. Elle est de 63 % en première période (toutes les éoliennes au-dessus de 40 %) et de 16 % en seconde période.

Il est à noter que sur l’ensemble du suivi, les deux éoliennes ont été prospectées en dessous de 40 % entre août et octobre, en raison de cultures de maïs notamment. L’obtention d’estimations statistiques suffisamment robustes est généralement associée à cette moyenne de surface prospectée.

La surface prospectée est donc insuffisante pour réaliser des estimations de mortalité fiable sur la deuxième période pour les deux éoliennes.

4.2.1.2. Persistance des cadavres

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

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

Les résultats synthétisés des tests de persistance sont présentés dans le tableau ci-dessous (cf. Tableau 16, Annexe 9 : Résultats bruts des tests de persistance p.44).

Tableau 16 : Temps de persistance des 24 leurres déposés au pied des 2 éoliennes

		J+1		J+3		J+7		J+10	
		p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm
P1	Cadavres « à poils »	1,00	1,0 j	0,00	2,1 j	0,00	2,4 j	0,00	2,4 j
	Cadavres « à plumes »	1,00	1,0 j	0,25	2,8 j	0,00	4,3 j	0,00	4,3 j
	Moyenne	1,00	1,00 j	0,13	2,44 j	0,00	3,31 j	0,00	3,31 j
P2	Cadavres « à poils »	0,50	0,75 j	0,00	1,3 j	0,00	1,3 j	0,00	1,3 j
	Cadavres « à plumes »	0,50	0,75 j	0,50	1,5 j	0,25	3,3 j	0,00	3,6 j
	Moyenne	0,50	0,75 j	0,25	1,38 j	0,13	2,25 j	0,00	2,44 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)

Ces résultats des tests sont ensuite implémentés dans GenEst. Après 7 jours, l’observateur à 41 % de chance de trouver un cadavre pour la période 1 (avec un intervalle de confiance compris entre 66 % et 86 %, cf. tableau ci-après) et qu’après 7 jours, l’observateur à 20 % de chance de trouver un cadavre pour la période 2 (avec un intervalle de confiance compris entre 15 % et 26 %).

Tableau 17 : Probabilité de persistance r calculée avec GenEst

GenEst	Période 1	Période 2
	Médiane [IC 10 - 90%]	Médiane [IC 10 - 90%]
Probabilité de persistance à j+3	0,76 [0,66 - 0,86]	0,44 [0,41 - 0,63]
Probabilité de persistance à j+7	0,41 [0,33 - 0,50]	0,20 [0,15 - 0,26]

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) : 3,3 j (période 1) et 2,3 j (période 2) ;
- Probabilité de persistance (r) à j+7 : 0,41 [IC 80 % : 0,33 - 0,50] (période 1) et 0,20 [IC 80 % : 0,15 - 0,26] (période 2).

Ainsi, **la persistance est jugée faible lors des deux périodes** : les chances de trouver un cadavre qui serait tombé 7 jours avant le passage sont réduites.

4.2.1.3. Efficacité de l’observateur

L’efficacité de l’observateur a été testée uniquement sur les surfaces prospectables pour les 2 éoliennes sur les deux périodes (cf. Tableau 18).

Dans des conditions normales de recherche, au total des deux tests, 41 leurres ont été retrouvés par les deux observateurs sur les 45 déposés initialement au sein de la classe de « visibilité bonne ».

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

	Test en période 1 (20/06/24)		Test en période 2 (22/10/24)		TOTAL
	Visibilité bonne	Visibilité moyenne	Visibilité bonne	Visibilité moyenne	
Nombre de leurres déposés	24	0	21	0	45
Nombre de leurres retrouvés	22	0	19	0	41
Taux détection	92%		90%		91%

Le taux moyen de découverte des leurres est de 92 % en période 1 et 90 % en période 2. Ce taux de détection est considéré comme très bon sur les deux périodes.

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

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

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

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

Classe de visibilité	Période 1 Début avril - fin juillet	Période 2 Début août - fin octobre
	Médiane [IC 10 - 90%]	Médiane [IC 10 - 90%]
Bonne	0.92 [0,81 - 0,97]	0,90 [0,79 - 0,96]
Moyenne	-	-
TOTAL	0.92 [0,81 - 0,97]	0,90 [0,79 - 0,96]

Le taux d’efficacité (ou de détection) est élevé pour les 2 périodes :

- 92 % [IC 80 % : 81 - 97 %] en période 1, soit un très bon taux ;
- 90 % [IC 80 % : 79 - 96 %] en période 2, soit un très bon taux.

La différence de taux d’efficacité entre les deux périodes n’est pas significative, ce qui n’implique que peu de biais dans les estimations.

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

4.2.1.4. Faisabilité de l’estimation de la mortalité

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

Le nombre brut de cadavres est tout d’abord analysé, indépendamment de la représentativité des surfaces échantillonnées et de la persistance locale⁶. Si estimation statistique il y avait, il serait nécessaire de **traiter les données des différentes périodes indépendamment** pour des raisons strictement mathématiques (éventuelles différences d’intervalle entre les passages, de surface prospectée, de persistance, voire d’efficacité) mais également d’analyse des résultats (paramètres de bridages variables entre les périodes, écologie des espèces différente). De la même façon, il est intéressant de **traiter indépendamment oiseaux et chauves-souris** (écologies et mesures différentes). Cela implique un éclatement du jeu de données brut qui peut s’avérer trop faible pour des estimations fiables.

- Sur l’ensemble des deux éoliennes suivies, 2 cadavres ont été découverts : les deux en deuxième période. Ainsi, la mortalité peut être corrigée seulement pour la deuxième période ;
- Parmi ces 2 cadavres, on trouve 1 chauve-souris et 1 oiseau. La distinction par groupe impacté est réalisable ;
- Enfin, des estimations par éolienne ne peuvent être effectuées car le jeu de donnée est insuffisant.

⁶ A l’échelle du parc éolien

Concernant l’efficacité de la recherche, les différents observateurs ayant réalisé les passages du suivi de la mortalité ont été testés. Une méthodologie standardisée a été suivie. **L’efficacité de recherche est très bonne.**

Pour la persistance, 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 suffisamment représentatifs. Différents types de leurres ont été posés pour intégrer une différence de persistance entre les chauves-souris et les oiseaux. L’intégration de la persistance locale mesurée d’après ces leurres dans les applications permettra de corriger les différentes estimations par groupe impacté. **La persistance est globalement faible, tout particulièrement en seconde partie du suivi mais aussi compte-tenu de l’intervalle important entre les passages (7 jours respectivement pour les 2 périodes).**

Enfin, les **surfaces prospectées sont globalement moyennes (40 % en moyenne) et similaires entre les 2 éoliennes**. Il y a une différence majeure entre les 2 périodes (64 % en période 1 contre 15 % en deuxième). La surface de prospection y est inférieure à 20 % sur la période 2 pour les 2 éoliennes. Ce biais doit donc être intégré aux réflexions autour des résultats bruts et estimés.

En conséquence de tous ces éléments, **des estimations statistiques ont été poursuivies à l’échelle de la deuxième période, en scindant les estimations liées aux oiseaux de celles liées aux chiroptères.**

Les différents paramètres pris en compte dans les calculs statistiques sont résumés dans le tableau ci-après. Rappelons que GenEst permet d’utiliser les paramètres détaillés par éolienne, par passage, par observateur, par type de cadavre, etc. Tableau 20

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

Paramètres		Plouvien	
Période du suivi		P1 début avril - fin juillet 2024	P2 début août - fin octobre 2024
Nbre d'éoliennes suivies		2	
Nombre de cadavres découverts	TOTAL	1 oiseau et 1 chiroptère	
	Chiroptères	0	1
	Oiseaux	0	1
d (taux de détection moyen)		0,92	0,90
p (taux de persistance durant l'intervalle)		0,00 (j+7)	0,13 (j+7)
Tm (durée moyenne de persistance durant l'intervalle)		3,3 jours	2,3 jours
r (probabilité de persistance)		0,41 [0,33 - 0,50]	0,26 [IC 80 : 0,19 - 0,34]
I (intervalle moyen entre 2 visites)		7 jours	7 jours
Nombre de passage		17	14
Surface prospectée moyenne		42%	40%

4.2.2. ESTIMATION DE LA MORTALITE AVEC GENEST

Le tableau ci-après présente les résultats des estimations de la mortalité pour la deuxième période et pour chaque type de cadavre à l’échelle des 2 éoliennes du parc, obtenues à partir des modélisations faites avec GenEst.

Le détail des choix retenus pour les modélisations opérées par GenEst afin d’ajuster au mieux les estimations au jeu de données est présenté en Annexe 11 : Paramètres servant à l’estimation de la mortalité avec GenEst p.46.

Tableau 21 : Estimations statistiques de la mortalité sous GenEst (Simonis & al. 2018)

Estimation	Période	Mortalité brute	GenEst	
			Médiane [IC 10 - 90%]	Ensemble du suivi
Chiroptères	Période 1	0	0,0 [0 - 0]	8,56 [IC 80 % : 1,0 - 21,56]
	Période 2	1	8,56 [1,0 - 21,56]	
Oiseaux	Période 1	0	0,0 [0 - 0]	4,79 [IC 80 % : 1,0 - 10,77]
	Période 2	1	4,79 [1,0 - 10,77]	

GenEst fournit les estimations de mortalité suivantes pour les deux éoliennes suivies sur le parc :

- Chauves-souris :
 - 1^{ère} période : non estimable (0 cadavre brut) ;
 - 2^{nde} période : 8,56 chauves-souris impactées [IC 80 % : 1,0 - 21,56].
- Oiseaux :
 - 1^{ère} période : non estimable (0 cadavre brut) ;
 - 2^{nde} période : environ 4,79 oiseaux [IC 80 % : 1,0 - 10,77].

4.3. CONCLUSION DU SUIVI DE MORTALITE

Ce suivi est le deuxième réalisé sur le parc éolien de Plouvien. Il a fait l’objet de **31 passages répartis entre le 3 avril et le 29 octobre 2024**, avec un **intervalle moyen entre les passages de 7 jours**. Les deux éoliennes du parc ont été suivies dans un rayon de 50 m autour du mât.

La **surface prospectée est moyenne sur l’intégralité du suivi**, avec une forte variabilité au cours des périodes mais homogène entre les éoliennes. **La persistance pendant l’intervalle est considérée comme faible. L’efficacité des observateurs est très bonne.**

Divers biais rendent les autres estimations peu fiables : un seul cas de mortalité d’oiseau et un seul de chauve-souris en période 2 ; un taux de surface moyen prospectable très faible en période 2 (16%).

Le fonctionnement des deux éoliennes du parc éolien de Plouvien a ainsi généré une mortalité :

- Avérée d’une chauve-souris sur tout le suivi, dont :
 - Une mortalité brute nulle sur la période 1 de début avril à fin juillet, ce qui ne permet pas de faire d’estimation ;
 - Une mortalité brute d’un individu sur la période 2 de début août à fin octobre, et une mortalité estimée d’environ 8,6 chauves-souris [IC 80 % : 1,0 - 21,6] ;

- Avérée d'un oiseau sur tout le suivi, dont :
 - Une mortalité brute nulle sur la période 1 de début avril à fin juillet, ce qui ne permet pas de faire d'estimation ;
 - Une mortalité brute d'un individu sur la période 2 de début août à fin octobre, et une mortalité estimée d'environ 4,8 oiseaux [IC 80 % : 1,0 - 10,8].

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

5. EVALUATION DES IMPACTS RESIDUELS

5.1. OISEAUX

En 2024, l’activité du parc éolien a généré *a minima* une mortalité sur 1 espèce protégée.

Nous tenons compte du statut biologique évalué des individus impactés pour déterminer le choix du niveau d’enjeu. Pour les nicheurs locaux et estivants (nicheurs locaux éloignés), il s’agit du degré de menace régionale qui est pris en compte. Pour les migrateurs et hivernants, nous tenons compte principalement du niveau de menace européen ([Liste rouge européenne, Bird Life International, 2021](#)). S’agissant du statut de protection des espèces⁷, sont concernés les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces. Néanmoins, **la présente évaluation doit permettre de statuer sur la présence d’un risque d’atteinte suffisamment caractérisé pour l’état de conservation des populations locales à supralocales de chaque espèce**, et non pour les individus.

Une évaluation des impacts résiduels (cf. Annexe 4) du parc sur les espèces impactées est produite dans le tableau ci-dessous. Seules les espèces dont un cadavre a été retrouvé sont soumis à cette évaluation puisqu’on suppose que pour les autres espèces le niveau d’impact du parc est non-significatif.

Tableau 22 : Statuts et enjeux des espèces d'oiseaux impactées en 2024 et niveaux d'impacts résiduels associés

	PN	LRE	LRN nich.	LRN migr.	LRN hiv.	LRR / Rareté rég.	Portée de l’impact	Sensibilité à l’impact (Dürr, 2025)	Intensité d’impact (portée x sensibilité)	Enjeu spécifique	Niveau d’impact résiduel (intensité x enjeu)
Héron garde-bœuf	x	LC	LC	/	NA	LC	Faible 1 cadavre (E1,31/07/2024) [Migrateur]	Faible (103 cas de mortalité en Europe, dont 3 en France)	Faible	Faible	Négligeable

Le tableau ci-dessous synthétise, à partir du tableau précédent, les niveaux d’impacts résiduels liés à la collision avec les pales d’éoliennes pour chaque mois du suivi (en lien avec les niveaux d’impact par espèce défini plus haut).

Tableau 23 : Evaluation du niveau d’impact résiduel par période de l’année

	Mortalité brute - 2024	Mortalité estimée avec GenEst - 2024	Niveau d’impact par période
Mai/Juin/Juillet Période de nidification	Aucun cadavre	Période 1 : Aucune estimation possible en raison d’une mortalité brute nulle	Impact non significatif
Août/Septembre/Octobre Période de migration postnuptiale	1 Héron garde-bœuf	Période 2 : 4,8 oiseaux [IC 80 % : 1 - 10,8]	Impact non significatif

L’analyse de ces tableaux révèle que **le parc génère un impact résiduel** :

- Négligeable et non significatif sur la population d’une espèce impactée : le Héron garde-bœuf.

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

- Non significatifs en période de nidification et en période de migration postnuptiale.

⁷ Protégées à l’échelle nationale en vertu de l’arrêté du 29 octobre 2009, publié au J.O. du 5 décembre 2009, modifiant celui du 3 mai 2007, lui-même issu de l’arrêté du 17 avril 1981

5.2. CHAUVES-SOURIS

En 2024, l’activité du parc éolien a généré *a minima* une mortalité brute sur un individu appartenant à une espèce de chiroptère : la Pipistrelle commune. Quatre espèces supplémentaires *a minima* ont été identifiées en activité sur le parc cette même année d’après le suivi en hauteur : la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. Toutes ces espèces sont protégées au titre des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

Le niveau d’enjeu pris en compte pour l’évaluation du niveau d’impact se rattache au statut biologique de l’individu impacté. Lorsque l’impact peut concerner les populations locales (possible ou probable), c’est le statut régional qui est retenu (Listes rouges et rareté régionales). Lorsque qu’il s’agit d’un individu en transit, nous tenons compte du niveau national (Liste rouge nationale, UICN 2017). S’agissant du statut de protection des espèces⁸, les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces sont concernés. Néanmoins, la présente évaluation doit permettre de statuer sur la présence d’un risque d’atteinte suffisamment caractérisé pour l’état de conservation des populations locales à supralocales de chaque espèce, et non pour les individus.

Les enjeux déterminés sont issus de la nature des populations impactées. Une évaluation des impacts résiduels (cf. Annexe 5 : Méthodologie d’évaluation des impacts p.40) du parc sur les espèces impactées est produite dans le tableau ci-dessous. Comme pour les oiseaux, seules les espèces dont au moins un cadavre a été retrouvé son pris en compte dans cette évaluation.

Tableau 24 : Statuts et enjeux des espèces de chauves-souris impactées en 2024 et niveaux d'impacts résiduels associés

	Protection	LRE	LRN	LRR / Rareté régionale	Portée de l’impact	Sensibilité à l’impact (Dürr, 2025)	Intensité d’impact (portée x sensibilité)	Enjeu spécifique	Niveau d’impact résiduel (intensité x enjeu)
Pipistrelle commune	x	LC	NT	LC	Moyenne ----- 1 cadavre brut E1 [Transit automnal 1] ----- Activité en nacelle : Forte en transits automnal 1 et automnal 2, moyenne en estivage et faible en transit printanier pour cette espèce (au total du suivi 2183 contacts soit 92,9 % de l’activité globale)	Forte - 3 643 cas de mortalité en Europe, dont 2 133 en France	Assez forte	Faible	Faible

Le tableau ci-dessous élaboré à partir du tableau précédent, synthétise les niveaux d’impacts résiduels liés à la collision avec les pales d’éoliennes pour chaque mois du suivi (en lien avec les niveaux d’impact résiduels par espèce défini plus haut).

Tableau 25 : Evaluation du niveau d'impact résiduel par période de l'année

	Activité à hauteur de nacelle en 2024	Mortalité brute en 2024	Mortalité estimée avec GenEst par période - 2024	Niveau d’impact résiduel période
Décembre/Janvier/Février Hibernation	Activité très faible (0,02 contact/nuit) 2 contacts de Pipistrelles communes	Pas de suivi	-	Négligeable
Mars/Avril/Mi-Mai Transit printanier	Activité faible (0,5 contact/nuit) 38 contacts de Pipistrelles communes et 1 de Pipistrelle de Kuhl	Pas de suivi en mars	Période 1 : aucune estimation possible en raison d’une mortalité brute nulle	Négligeable
		Aucune (d’avril à mi-mai)		
Mi-Mai/Juin/Juillet Parturition	Activité moyenne (3,6 contacts/nuit) 228 contacts de Pipistrelles communes, 28 de Noctules communes, 10 de Noctules de Leisler et 4 de Sérotules	Aucune	Période 1 : aucune estimation possible en raison d’une mortalité brute nulle	Négligeable

⁸ Protégées à l’échelle nationale en vertu de l’arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l’ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

	Activité à hauteur de nacelle en 2024	Mortalité brute en 2024	Mortalité estimée avec GenEst par période - 2024	Niveau d'impact résiduel période
Août/Septembre Transit automnal 1	Activité forte (17,8 contacts/nuit) 975 contacts de Pipistrelles communes, 17 de Pipistrelles de Kuhl, 6 de Pipistrelles de Nathusius, 5 de Noctules communes, 37 de Noctules de Leisler et 48 de Sérotules	1 Pipistrelle commune	Période 2 : 8,6 chauves-souris [IC 80 % : 1,0 - 21,6]	Faible
Octobre/Novembre Transit automnal 2	Activité forte (15,6 contacts/nuit) 940 contacts de Pipistrelles communes, 1 de Pipistrelle de Kuhl, 9 de Pipistrelles de Nathusius et 2 de Noctules de Leisler	Aucune (en octobre)	Période 2 : 8,6 chauves-souris [IC 80 % : 1,0 - 21,6]	Faible
		Pas de suivi en novembre		

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 un impact résiduel :

- Faible pour les populations de Pipistrelle commune.

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

- Faibles pour la période de transit automnale 1 et le transit automnal 2 ;
- Négligeables pour le transit printanier, la période de parturition et la fin du transit automnal 2.

5.3. CONCLUSION SUR LES IMPACTS DU PARC

En conclusion, un niveau d'impact résiduel a été défini à partir du croisement entre l'intensité de l'impact et l'enjeu de conservation pour chacune des espèces impactées constaté lors du suivi de la mortalité de 2024 sur le parc de Plouvien.

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

- Pour les oiseaux : négligeable pour le Héron garde-bœuf ;
- Pour les chiroptères : faible pour la Pipistrelle commune.

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

- Faibles pour les mois d'août, septembre, octobre et novembre ;
- Négligeables pour les autres mois ayant fait l'objet d'un suivi.

6. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION ET SUIVIS

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

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

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 Plouvien, en 2024, des impacts résiduels faibles ont été évalués à l'encontre de la population de Pipistrelle commune, impactée directement en août (période couverte par le plan de bridage actuel). Sur cette période, le bridage opérationnel a permis de conserver 95,3 % des contacts de chiroptères enregistrés (toutes espèces confondues).

Les différents scénarii ont été élaborés pour des nuits entières en faisant varier les vitesses de vent et les températures, dans l'objectif de couvrir au moins 95 % de l'activité des chiroptères enregistrée en nacelle sur 2024. Ce seuil préconisé par la DREAL Bretagne est adaptable en fonction notamment des niveaux d'activité constatés selon la période.

Suite au suivi mené en 2024, plusieurs simulations de bridage ont été étudiées (cf. chapitre 3.3), afin de proposer un bridage plus optimal à adopter à partir de 2025.

Les conditions actuelles d'arrêt des éoliennes et celles proposées pour l'année 2025 sont détaillées dans le Tableau 26 page suivante.

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 aux abords de la plateforme des éoliennes constituent des habitats de chasse privilégiés pour les chauves-souris et le Faucon crécerelle. **Afin de limiter leur attractivité, il est recommandé de les maintenir à ras le plus longtemps possible tout au long de la saison active (mars à octobre en général).** De plus, 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 de Plouvien sont fauchées une à deux fois par an mais les chemins restent enherbés.

6.4. RENOUVELLEMENT DU SUIVI

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

Sachant que la mise à jour du bridage nocturne permettra assurément d'améliorer la situation et d'atteindre un impact négligeable non significatif, qu'un éventuel nouveau suivi de la mortalité sera toujours caractérisé par de multiples biais et incertitudes peu évitables dans ce contexte et que des besoins de suivis sont davantage à prioriser sur d'éventuels autres anciens parcs ne bénéficiant pas de mesures correctives, **un nouveau suivi après mise en place des mesures préconisées précédemment n'apparaît pas nécessaire.** Aucun suivi des mesures n'est ainsi détaillé.

Tableau 26 : Propositions de bridage nocturne du parc de Plouvien

	Bridage nocturne en place	Propositions de bridage nocturne selon l'activité de 2024 à mettre en place pour 2025 et les années suivantes
Janvier à mars	Aucun bridage (avril inclus)	Aucun bridage avant mi-mars
Avril à mai	Vitesse de vent < 6 m/s, température > 10°C 30 min avant coucher du soleil - 30 min après lever du soleil	Vitesse de vent < 5 m/s, température > 10°C Sur les 6 premières heures de la nuit
Juin à juillet	Vitesse de vent < 6 m/s, température > 10°C 30 min avant coucher du soleil - 30 min après lever du soleil	Vitesse de vent < 5,5 m/s, température > 12°C Toute la nuit
Août à septembre	Vitesse de vent < 6 m/s, température > 10°C 30 min avant coucher du soleil - 30 min après lever du soleil	Vitesse de vent < 6,5 m/s, température > 11°C Toute la nuit
Début octobre à fin octobre	Vitesse de vent < 6 m/s, température > 10°C 30 min avant coucher du soleil - 30 min après lever du soleil	Jusqu'à mi-novembre Vitesse de vent < 7 m/s, température > 10°C Sur les 10 premières heures de la nuit
Novembre à décembre	Aucun bridage	Aucun bridage après mi-novembre

7. CONCLUSION OPERATIONNELLE

Pour rappel, le suivi acoustique en nacelle a démontré que sur l'ensemble de l'année 2024, au moins 95 % de l'activité chiroptérologique est enregistrée pour des vents inférieures à 6,5 m/s et pour des températures supérieures à 12°C.

Notons également qu'avec 2 cadavres découverts (1 chauve-souris et 1 oiseau), GenEst estime une mortalité d'environ 8,6 chauves-souris impactées [IC 80 % : 1,0 - 21,6] et environ 4,79 oiseaux [IC 80 % : 1,0 - 10,8] sur la deuxième période.

Le niveau d'impact résiduel est négligeable pour le Héron garde-bœuf et faible pour la Pipistrelle commune.

L'impact du parc sur les populations de chauves-souris est jugé faible. Il apparaît nécessaire d'adapter / 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 31 mai, pour des vitesses de vents inférieures à 5 m/s, des températures supérieures à 10°C et sur les 6 premières heures de la nuit ;
- Du 1^{er} juin et 31 juillet, pour des vitesses de vents inférieures à 5,5 m/s, des températures supérieures à 12°C et sur toute la nuit ;
- Du 1^{er} août au 31 septembre, pour des vitesses de vents inférieures à 6,5 m/s, des températures supérieures à 11°C et sur toute la nuit ;
- Du 1^{er} octobre au 15 novembre, pour des vitesses de vents inférieures à 7 m/s, des températures supérieures à 10°C et sur les 10 premières heures de la nuit.

Si ce bridage est mis en place dès avril 2025, et si aucune modification du parc n'est envisagée, le prochain suivi ICPE sera à renouveler d'ici 10 ans.

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. 2025. 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 : 2025.

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. DIEDERICH, 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., Goislot 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., Micevli 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.alulawebiste.com/ et www.federn.org

ANNEXE 1 : ARRETE PREFECTORAL D'AUTORISATION D'EXPLOITER

Fax reçu de :



03/10/06 14:16

de la part de Luc SALOMON
Service Action Territoriale Nord / ADS
tél.02.98.33.40.04, fax 02.98.33.40.49
mél. Luc.Salomon. @equipement.gouv.fr

à l'attention de Maître GUIHEUX
Fax : 01.45.63.16.27

nombre total de pages 2

Direction
Départementale
de l'Équipement
du Finistère



Service Action
Territoriale Nord
Application du Droit
des Sois

Brest, le 3 octobre 2006

objet : Permis de construire NEO PLOUVIEN

Ci-joint le permis de construire modificatif pour l'implantation de 8 éoliennes à PLOUVIEN (29).

L'Attaché Administratif
Luc SALOMON

26 rue Camille Desmoulins
BP 36 29801 Brest cedex 9
téléphone :
02.98.33.40.00
télécopie :
02.98.33.40.49
mél.: SATN/ADS.D.D.E -
Finistère

Fax reçu de :



PREFECTURE
FINISTERE
Commune de PLOUVIEN

PERMIS DE CONSTRUIRE MODIFICATIF

DELIVRE PAR LE PREFET AU NOM DE L'ETAT

DESCRIPTION DE LA DEMANDE D'AUTORISATION		référence dossier :
Déposée le 25/09/2006	Complétée le	N° PC2920903A10411
Part	NEO PLOUVIEN SAS (ANCIENNEMENT SOCIETE PLOUVIEN BREIZ' AVEL)	Destination :
Demeurant à :	7 place du Champ de Foire 29270 CARHAIX PLOUGUER	Implantation de 8 éoliennes
Représenté par :	Mme Angela BAENA	
Pour :	Implantation de 8 éoliennes	
Sur un terrain sis :	Prat Leden / Keraredeau PLOUVIEN	

LE PREFET DU FINISTERE :

Vu la demande de permis de construire modificatif susvisée, visant à régulariser la procédure d'instruction du permis de construire n° 2920903A1041 du 29 octobre 2004,
Vu le Code de l'Urbanisme, notamment ses articles L 421-1 et suivants, R 421-1 et suivants,
Vu le Plan local d'Urbanisme approuvé le 14 mai 1993, modifié le 14 mars 1997,
Vu les dispositions afférentes à la zone NC du PLU susvisé,
Vu le permis de construire n° 2920903A1041 du 29 octobre 2004,
Vu l'avis favorable de la Directrice départementale de l'Équipement,

ARRETE

ARTICLE 1 - Le permis de construire modificatif est accordé pour le projet décrit dans la demande susvisée.
ARTICLE 2 : Les prescriptions mentionnées sur le permis de construire initial sont maintenues.
ARTICLE 3 : Le présent arrêté n'a pas pour effet de proroger le délai de validité du permis de construire initial.

3 OCT. 2006

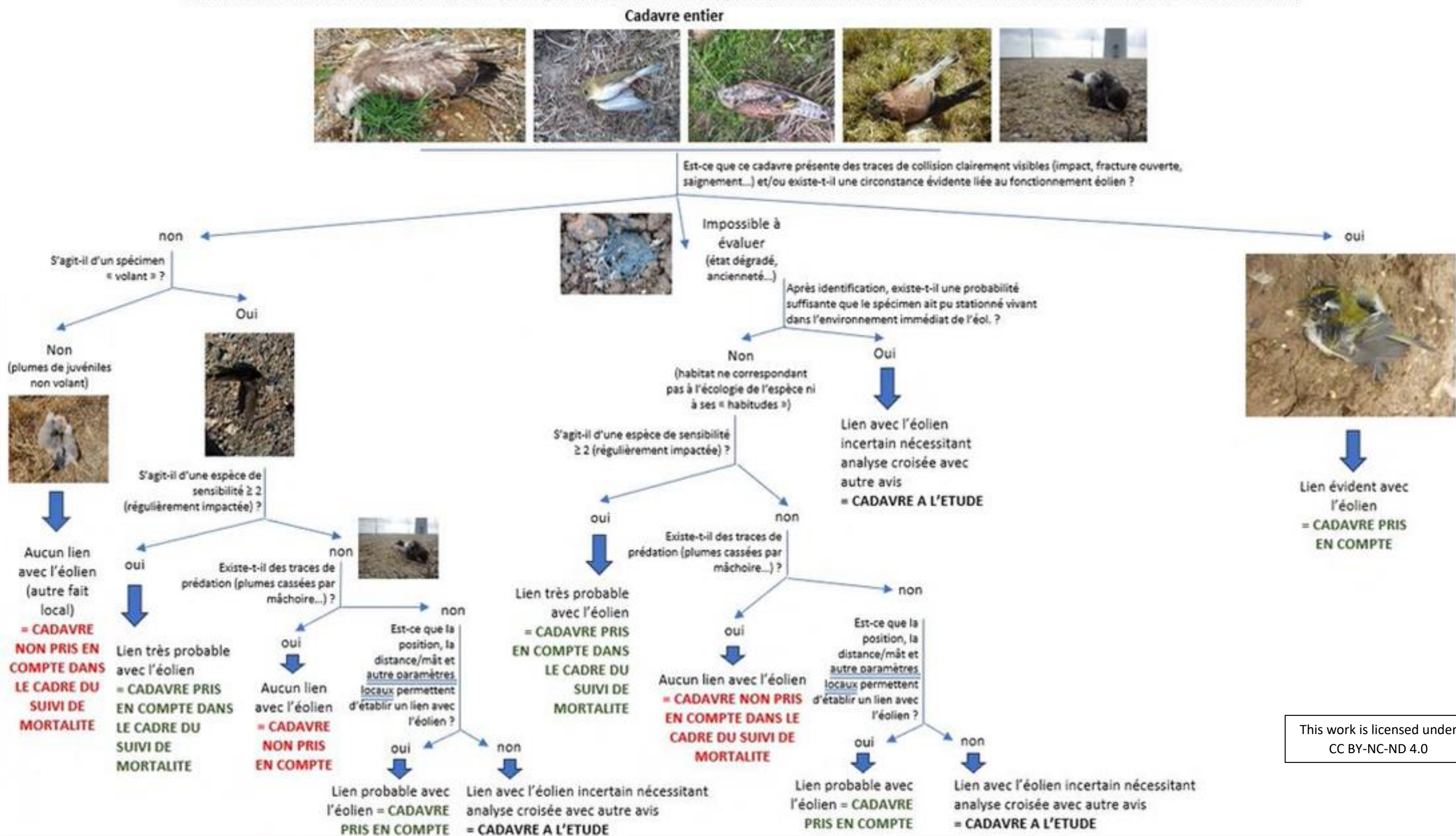
Le
Le Préfet,
Pour le Préfet
Le Secrétaire Général,
Michel PAPAUD

INFORMATIONS A LIRE ATTENTIVEMENT

DELAIS ET VOIES DE RECOURS : Le destinataire d'une décision qui désire la contester peut saisir le tribunal administratif compétent d'un recours contentieux dans les DEUX MOIS à partir de la notification de la décision considérée. Il peut également saisir d'un recours gracieux l'auteur de la décision ou d'un recours hiérarchique le Ministre chargé de l'urbanisme ou le Préfet pour les arrêtés délivrés au nom de l'Etat. Cette démarche prolonge le délai de recours contentieux qui doit alors être introduit dans les deux mois suivant la réponse (l'absence de réponse au terme de deux mois vaut rejet implicite).

ANNEXE 2 : DIAGRAMME DE CHOIX DE CONSIDERATION D'UNE PLUMEE COMME CADAVRE

DIAGRAMME DE CHOIX SUR ORIGINE COLLISION – cas uniquement dédiés aux oiseaux (mortalité de chauves-souris considérée comme automatiquement liée à l'activité éolienne)



This work is licensed under
CC BY-NC-ND 4.0

ANNEXE 4 : METHODOLOGIE D'EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES OISEAUX ET DES CHIROPTERES AUX COLLISIONS EOLIENNES

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

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

► OISEAUX

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

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

Tableau 28 : Hiérarchisation des niveaux de sensibilité générale des oiseaux au risque de collision

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

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

► 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 obtenue sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 29 : Évaluation de la sensibilité brute des chauves-souris aux risques de collision (Dürr, août 2023 & Eurobats, juin 2018)

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

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

ANNEXE 5 : METHODOLOGIE D'EVALUATION DES IMPACTS

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

Plusieurs paramètres sont à évaluer et quantifier :

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

► ÉVALUATION DE L'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 30 : Définition de l'intensité de l'impact

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

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

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

Concernant la définition de la **sensibilité** aux risques de collision et barotraumatisme on se réfèrera à l'Annexe 4 : Méthodologie d'évaluation de la sensibilité des oiseaux et des chiroptères aux collisions éoliennes avec les différentes classes utilisées. Les fichiers Excel de résultats de la méthode sont assez lourds et peuvent être fournis sur demande. Il est utile de souligner que cette sensibilité brute ne tient évidemment pas compte de caractéristiques locales susceptibles d'accentuer le risque de collision telles que de faibles gardes au sol (< 30 mètres), la proximité à certaines structures paysagères fonctionnelles pour les chauves-souris... Ces éléments seront autant de paramètres pris en compte pour réévaluer cette sensibilité spécifique.

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

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

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

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

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

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

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

- Dans une région avec de nombreuses haies (nord-ouest de la France), la proximité des éoliennes a eu un effet négatif significatif sur l'activité :
 - De 3 espèces : la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), la Pipistrelle commune (*Pipistrellus*) ;
 - De 2 groupes d'espèces (*Myotis spp.*, *Plecotus spp.*) ;
 - De 2 groupes d'espèces à stratégie de chasse particulière (vol rapide et glaneur). L'activité des chauves-souris à moins de 1000 m des éoliennes par les glaneurs et les chauves-souris volant rapidement a ainsi été réduite de 53,8 % et 19,6 %, respectivement (Barré et al. 2018).
- Dans la même région, une publication récente a étudié la coexistence de l'attraction et de la répulsion dans le même contexte paysager et a évalué la distance sécurisée d'implantation des éoliennes en lien avec les habitats des chauves-souris. Cette étude fournit des preuves empiriques que les éoliennes situées à proximité d'habitats optimaux tels que les haies

repoussent fortement les chauves-souris, tandis que les éoliennes situées plus loin dans les zones ouvertes pourraient les attirer.

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

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

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

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

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

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

Tableau 31 : Définition des impacts

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

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

Période	Sous-période	Passage	Semaine	Date	Tâche	Intervenant
1	Période printanière	1	14	03/04/2024	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen
		2	15	11/04/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		3	16	17/04/2024	Suivi mortalité	Aline Hug
		4	17	24/04/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		5	18	30/04/2024	Suivi mortalité	Aline Hug
		6	19	07/05/2024	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen
	Période estivale	7	20	14/05/2024	Suivi mortalité	Aline Hug
		8	21	22/05/2024	Suivi mortalité	Aline Hug
		9	22	29/05/2024	Suivi mortalité	Aline Hug
		10	23	05/06/2024	Suivi mortalité	Aline Hug
		11	24	12/06/2024	Suivi mortalité	Aline Hug
		12	25	20/06/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		13	26	27/06/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		14	27	04/07/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		15	28	10/07/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		16	29	16/07/2024	Suivi de mortalité Test d'efficacité Test de persistance (dépôt)	Aline Hug/Anouk Vacher
			29	17/07/2024	Test de persistance (J+1)	Anouk Vacher
			29	19/07/2024	Test de persistance (J+3)	Anouk Vacher
		17	30	23/07/2024	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Anouk Vacher
2	Période automnale 1	18	31	31/07/2024	Suivi mortalité	Aline HUG
		19	32	06/08/2024	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen
		20	33	13/08/2024	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen
		21	34	21/08/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		22	35	28/08/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		23	36	04/09/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		24	37	11/09/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
	Période automnale 2	25	38	17/09/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		26	39	24/09/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		27	40	01/10/2024	Suivi mortalité	Anouk Vacher
		28	41	08/10/2024	Suivi mortalité	Aline HUG
		29	42	15/10/2024	Suivi mortalité	Aline HUG
		30	43	22/10/2024	Suivi mortalité + Test d'efficacité + Test de persistance (dépôt)	Aline Hug/Anouk Vacher
				23/10/2024	Test de persistance (J+1)	Anouk Vacher
				25/10/2024	Test de persistance (J+3)	Anouk Vacher
		31	44	29/10/2024	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Anouk Vacher
		32		31/10/2024	Test de persistance (J+10) ici 9 car jour férié mais 0 cadavre	Anouk Vacher

ANNEXE 8 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI

Période	Sous-période	Date	Pourcentage de surfaces prospectées (visibilité bonne et moyenne)		MOYENNE
			E1	E2	MOYENNE
1	Période printanière	03/04/2024	76%	3%	39%
		11/04/2024	70%	11%	40%
		17/04/2024	70%	11%	40%
		24/04/2024	58%	88%	73%
		30/04/2024	77%	87%	82%
		07/05/2024	77%	89%	83%
	Période estivale	14/05/2024	77%	89%	83%
		22/05/2024	77%	89%	83%
		29/05/2024	77%	89%	83%
		05/06/2024	77%	89%	83%
		12/06/2024	77%	89%	83%
		20/06/2024	77%	89%	83%
		27/06/2024	77%	89%	83%
		04/07/2024	77%	89%	83%
		10/07/2024	17%	19%	18%
		17/07/2024	17%	19%	18%
		23/07/2024	17%	19%	18%
2	Période automnale 1	31/07/2024	17%	13%	15%
		06/08/2024	17%	19%	18%
		13/08/2024	17%	13%	15%
		21/08/2024	17%	13%	15%
		28/08/2024	14%	14%	14%
		04/09/2024	17%	13%	15%
	Période automnale 1	11/09/2024	14%	14%	14%
		17/09/2024	14%	14%	14%
		24/09/2024	14%	14%	14%
		01/10/2024	14%	14%	14%
		08/10/2024	14%	14%	14%
		15/10/2024	14%	14%	14%
		22/10/2024	14%	14%	14%
		29/10/2024	14%	14%	14%
	Moyenne		42%	40%	41%

ANNEXE 9 : RESULTATS BRUTS DES TESTS DE PERSISTANCE

									J	J+1	J+3	J+7	J+10	J+14
Période 1	Eolienne	Id leurre	Type leurre	Taille	Visibilité	OccSol	Coord_X	Coord_Y						
	1		Souris		Moyenne	Maïs	48.558691	4.461832	1	1	0	0	0	0
	1		Souris		Moyenne	Graminée sur plateforme	48.558676	4.461519	1	1	0	0	0	0
	1		Rat		Moyenne	Maïs	48.558735	4.461359	1	1	0	0	0	0
	1		Rat		Moyenne	Maïs	48.558560	4.462284	1	1	0	0	0	0
	1		Poussin		Moyenne	Maïs	48.558911	4.461292	1	1	1	0	0	0
	1		Poussin		Moyenne	Maïs	48.558469	4.461583	1	1	0	0	0	0
	2		Souris		Bonne	Plateforme	48.557411	4.486720	1	1	0	0	0	0
	2		Souris		Bonne	Bord de culture	48.557379	4.457119	1	1	1	0	0	0
	2		Rat		Moyenne	Maïs	48.557438	4.45667	1	1	0	0	0	0
	2		Rat		Moyenne	Maïs	48.557519	4.456913	1	1	0	0	0	0
	2		Poussin		Bonne	Plateforme	48.557627	4.456729	1	1	1	0	0	0
	2		Poussin		Moyenne	Graminée sur prairie	48.557220	4.457286	1	1	1	0	0	0

									J	J+1	J+3	J+7	J+10	J+14
Période 2	Eolienne	Id leurre	Type leurre	Taille	Visibilité	OccSol	Coord_X	Coord_Y						
	1		Souris		Moyenne	Maïs	48.558469	4.461963	1	1	0	0	0	0
	1		Souris		Moyenne	Graminée sur plateforme	48.558657	4.461692	1	1	0	0	0	0
	1		Rat		Moyenne	Maïs	48.558688	4.461360	1	1	0	0	0	0
	1		Rat		Moyenne	Maïs	48.558724	4.461897	1	0	0	0	0	0
	1		Poussin		Moyenne	Graminée sur chemin	48.558435	4.461692	1	1	1	1	0	0
	1		Poussin		Moyenne	Maïs	48.558603	4.461497	1	0	0	0	0	0
	2		Souris		Bonne	Terre battue	48.557649	4.456656	1	0	0	0	0	0
	2		Souris		Moyenne	Maïs	48.557440	4.456678	1	0	0	0	0	0
	2		Rat		Moyenne	Maïs	48.557545	4.456895	1	1	0	0	0	0
	2		Rat		Bonne	Plateforme	48.557326	4.456783	1	0	0	0	0	0
	2		Poussin		Bonne	Plateforme	48.557554	4.456687	1	1	1	0	0	0
	2		Poussin		Bonne	Plateforme	48.55.7627	4.456806	1	0	0	0	0	0

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

Groupe	Nom français	Nom scientifique	Age	Sexe	Date ramassage	Coord_X_L93	Coord_Y_L93	Distance mat	N° éolienne	Découvreur	Identificateur	Commentaire	Etat	Occupation du sol	Visibilité
Oiseau	Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>	VOL	VOL	31/07/2024	150221.651	6854697.664	30 m	E1	Aline Hug	Anouk Vacher	Très grosse plumée observée	Bon	Chemin enherbé	Bonne
Chiroptère	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	VOL	VOL	28/08/2024	48.558691	4.461701	0,4 m	E1	Anouk Vacher	Guillaume Le Guen	Cadavre relativement frais en bon état très visible sur la plateforme	Frais	Plateforme	Bonne

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

ANNEXE 11 : 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	Saison	Saison
	k fixé	0,75	0,75
	Sélection		
Persistance des carcasses	Modèle sélectionné	P1 : p ~ constant ; k fixed at 0.75 ; 29,09 ; 0	P2 : p ~ constant ; k fixed at 0.75 ; 29,09 ; 0
	Modèle		
	Variables prédictives	Saison	Saison
	Sélection		
Estimation de la mortalité	Distribution choisie	Log normal	Log normal
	Modèle sélectionné	P1 : loglogistic ; l~ saison ; s~ constant ; 61,28 ; 0,84	P2 : lognormal ; l~ saison ; s~ constant ; 61,28 ; 0,84
	Modèle		
	Fraction de l'installation étudié	1	1
	Mortalité fractionnée		
	Variable de planification de recherche	Saison	Saison
	Variable d'observation des cadavres	Groupe	Groupe