



Parc éolien de Calanhel (22)

Suivi post-implantation 2022

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

21/03/2023



INFORMATIONS & CONTACTS ●●●

Parc éolien de Calanhel (22) Suivi post-implantation 2022

Étude réalisée pour : EDP Renewables

🏠 25 Quai Panhard et Levassor 75013 PARIS

Contact client :

👤 Diana Marcela Mosquera Munöz ; Guillaume Marchais

@ DIANA.MUNOZ@EDP.COM ; GUILLAUME.MARCHAIS@EDP.COM

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

🏠 2 Rue de Suède - 56400 Auray

☎ 02 97 56 12 90

Coordination

Michaël ROCHE
Chargé de projets faune

Suivi de mortalité

Jean COURTIN, Yves DAVID, Yves DUBOIS,
Valentin GUIHO, Brice HERMEL, Quentin LE
BAYON, Lola VILLAIN
Chargés d'études/de projets faune

Analyses faunistiques

Jean COURTIN
Chargé d'études environnement
Virgile SCHÖN (agence Centre-Bourgogne
d'ÉCOSPHÈRE), Ségolène ANTOINE-HOUY
(Analyse des sons des SM4Bat)
Chargé d'études chiroptérologue

SIG et cartographie

Mireille LECOEUVERE, Loan FERREIRA
Géomaticien(ne)

Contrôle qualité

Michaël ROCHE, Yves DAVID
Chargés de projets faune

CONTEXTE ●●●

Le parc éolien de Calanhel est constitué de 11 éoliennes de 850 kW chacune, de type Gamesa G58/850. Il a été mis en service en 2009. Ce parc se situe sur les communes de Calanhel et Lohuec, au Nord de la ville de Carhaix-Plouguer, dans le département des Côtes d'Armor (22), en contexte de cultures intensives, bocages, prairies humides et milieux landicoles.

L'étude d'impact du site menée en 2005 n'a pas comporté de suivi d'activité des chiroptères en altitude. Un premier suivi post-implantation a été réalisé en 2014-2015. Les résultats de ce dernier pourront être exploités lors de l'analyse des impacts.

Le présent suivi post-implantation fait suite au souhait d'EDPR de lancer un suivi environnemental pour son parc éolien de Calanhel en conformité avec le « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018 ».

Mission de TBM environnement :

Dans ce contexte, la mission de TBM environnement consistait à :

- Effectuer des recherches de cadavres au sol de début avril à fin octobre (soit 7 mois) sur l'ensemble des éoliennes ;
- Effectuer un suivi acoustique continu des chauves-souris en nacelle de mi-mars à mi-novembre 2022 (soit 8 mois) ;
- Effectuer un suivi acoustique des chauves-souris au sol d'avril à octobre à raison d'une à deux nuits par mois (soit 9 nuits complètes) ;
- Effectuer un suivi comportemental de l'avifaune entre janvier 2022 et janvier 2023 (soit un cycle biologique complet)
- Évaluer les impacts par collision ou barotraumatisme à partir des résultats de mortalité obtenus ;
- Proposer le cas échéant des mesures de réduction proportionnées à partir de l'ensemble des résultats des suivis réalisés.

SOMMAIRE

INFORMATIONS & CONTACTS	2
CONTEXTE	2
SOMMAIRE	3
RESUME	4
1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D'UN SUIVI POST-IMPLANTATION	7
1.1 CADRE REGLEMENTAIRE	7
1.2 DEFINITION DU PROTOCOLE NATIONAL	7
1.3 APPLICATION DU PROTOCOLE NATIONAL A L'ECHELLE DU PARC SUIVI	7
2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN	8
2.1 LOCALISATION ET CONTEXTE ECOLOGIQUE	8
2.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES EOLIENNES	8
2.3 SITUATION ECOLOGIQUE ANTERIEURE - RAPPEL DE L'ETUDE D'IMPACT ET DU SUIVI POST-IMPLANTATION 2014-2015	10
3. METHODES DE TRAVAIL	13
3.1 SUIVI DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE	13
3.2 SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX	15
3.3 SUIVI COMPORTEMENTAL DE L'AVIFAUNE	21
3.4 METHODE D'EVALUATION DES ESPECES FREQUENTANT LE PARC	22
3.5 METHODE DE DEFINITION DES IMPACTS ET DES MESURES DE REDUCTION ADAPTEES AU PARC	27
4. RESULTATS ET INTERPRETATION DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE	28
4.1 RESULTATS ET INTERPRETATION DU SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS EN NACELLE	28
4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION DU SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS AU SOL	39
5. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI DE MORTALITE	49
5.1 RESULTATS BRUTS	49
5.2 VARIABLES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE	52
5.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE	55
5.4 CONCLUSION SUR LE SUIVI DE MORTALITE	56
6. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI COMPORTEMENTAL DE L'AVIFAUNE	57
6.1 COMPORTEMENT DES ESPECES NICHEUSES	57
6.2 COMPORTEMENT DES ESPECES MIGRATRICES	62
6.3 COMPORTEMENT DES ESPECES HIVERNANTES	64
7. EVALUATION DES IMPACTS PAR COLLISION ET BAROTRAUMATISME	66
7.1 OISEAUX	66
7.2 CHAUVES-SOURIS	66
7.3 ELEMENTS DE COMPARAISON AVEC LE PREMIER SUIVI DE MORTALITE (2014-2015)	67
8. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION	68
8.1 PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FREQUENTANT LE PARC PAR UN BRIDAGE NOCTURNE DIFFERENCIE	68
8.2 CONTROLE DE L'ECLAIRAGE NOCTURNE	68
8.3 GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES	68
9. MESURES DE SUIVI	69
10. BIBLIOGRAPHIE	70

ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES	75
ANNEXE 2 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI	76
ANNEXE 3 : SYNTHESE DES CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE	77
ANNEXE 4 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR D'EOLAPP	78
ANNEXE 5 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR DE GENEST	79
ANNEXE 6 : PARAMETRES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE AVEC « GENEST »	81
ANNEXE 7 : DEMANDE DE DEROGATION POUR LA CAPTURE OU L'ENLEVEMENT DE CADAVRES DE CHIROPTERES PROTEGES	82

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

❖ Présentation du parc éolien suivi

Le parc éolien de Calanhel est situé sur les communes de Calanhel et Lohuec, situées au Nord de la ville de Callac, dans le département des Côtes d'Armor (22) en région Bretagne.

Le permis de construire a été déposé en septembre 2006, modifié en janvier 2008 puis accordé en avril 2008.

Le parc est constitué de 11 éoliennes implantées en contexte de cultures intensives, bocages, prairies humides et milieux landicoles.

❖ Contexte du suivi post-implantation de 2022

Le parc de Calanhel a été mis en service en 2009. Un premier suivi post-implantation a été réalisé en 2014-2015. Ce dernier était composé d'un suivi de la mortalité (30 passages répartis entre octobre 2014 et octobre 2015 en fonction des périodes de sensibilités pour les espèces), d'un suivi comportemental de l'avifaune (3 passages pour l'avifaune migratrice et 2 en période de reproduction) et d'un suivi de la fréquentation des chauves-souris au sol (3 sessions d'écoute active entre mai et août). Celui-ci a conclu que le parc de Calanhel ne semble pas présenter de sensibilité importante vis-à-vis des populations d'oiseaux et de chauves-souris locales. L'étude d'impact comme ce premier suivi post-implantation du site n'ont pas comporté de suivi d'activité des chiroptères en altitude.

EDPR a souhaité lancer le suivi environnemental pour son parc éolien de Calanhel en conformité avec le « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018 » **afin d'apporter d'éventuelles mesures correctives en fonction des résultats.**

❖ Résultats et interprétation des suivis chiroptérologiques

Suivi acoustique des chauves-souris en nacelle

Sur les suivis des nacelles E02 et E09 de l'année 2022, on peut retenir les informations importantes suivantes :

- En raison des données météorologiques incomplètes, des nombreuses défaillances techniques du Batmode S+ et des épisodes de perte de sensibilité du micro, les suivis acoustiques sont discontinus pour les deux éoliennes ;
- Vis-à-vis des problèmes cités précédemment, la caractérisation du cortège chiroptérologique et de son activité est partiel voire quasi-inexistante selon les mois et l'éolienne. De ce fait, certaines Pipistrelles communes n'ont pas de corrélation avec les facteurs de vent et/ou de température notamment le 14 avril, le 10 juin et les 10, 12, 17 et 19 juillet 2022 ;
- Les mois d'octobre puis de septembre sont les plus fréquentés de l'année pour les deux éoliennes ;
- La nuit du 6 octobre est la nuit avec le plus d'activité de l'année pour les deux éoliennes avec 5 865 contacts de chauves-souris (en grande partie des Pipistrelles communes) pour E02, ce qui

est exceptionnel pour une seule nuit, et seulement 198 contacts de chauves-souris pour E09 (exclusivement des Pipistrelles communes) ;

- Hormis le mois d'octobre, l'activité semble globalement faible pour les autres mois de l'année ;
- Les éoliennes E02 et E09 recensent quasiment les mêmes espèces et groupes d'espèces à savoir : la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, le groupe des Sérotules et celui des Oreillards, ce qui est inhabituel pour ce dernier groupe d'espèce de bas à moyen vol ;
- L'éolienne E09 a enregistré également 8 contacts de Pipistrelle de Nathusius répartis sur les mois d'avril et de juin ;
- Seul 1 contacts appartenant au groupe des Sérotules a été enregistré 37 minutes avant le coucher du soleil le 21 août 2022 sur l'éolienne E09. Aucun contact de chauve-souris n'a été enregistrée après le lever du soleil ;
- Les moyennes de contacts par nuit suivie valide pour les mois de septembre et d'octobre pour les deux éoliennes sont les plus fortes avec respectivement 16,6 et 197 contacts pour E02 et 6,1 et 14,3 contacts pour E09 ;
- Les pics de fréquentation majeurs sont compris sur 4 nuits par éoliennes, dont deux communes, avec plus 50 contacts de chauves-souris par nuit à savoir le 14 avril (135 contacts pour E02 et 73 contacts pour E09), le 1^{er} septembre (69 contacts pour E09), le 10 septembre (88 contacts pour E09), le 22 septembre (438 contacts pour E02), le 6 octobre (5 865 contacts pour E02 et 198 contacts pour E09) et le 9 octobre 2022 (160 contacts pour E02) ;
- La distribution de l'activité des chauves-souris au cours de la nuit est assez sporadique lorsqu'elle a pu être mesurée ;
- Pour l'éolienne E02, environ 98,7 % de l'activité a été enregistrée pour des vents moyens inférieurs à 4,5 m/s avec cependant une activité qui persiste jusqu'à des vents moyens de 7 m/s ;
- Pour l'éolienne E09, environ 97 % de l'activité a été enregistrée pour des vents moyens inférieurs à 6,5 m/s avec cependant une activité qui persiste jusqu'à des vents moyens de 8,5 m/s ;
- Plus de la moitié de l'activité est concentrée sur la première moitié de la nuit ;
- Pour l'éolienne E02, environ 99,7 % de l'activité a été enregistrée pour des températures comprises entre 11 et 20°C avec cependant une activité qui persiste jusqu'à 28°C ;
- Pour l'éolienne E09, environ 95,6 % de l'activité a été enregistrée pour des températures comprises entre 11 et 23°C avec cependant une activité qui persiste jusqu'à 26°C.

Pour rappel, les limites liées au matériel utilisé impliquent que les résultats obtenus ne représentent qu'un échantillon pour un volume d'espace aérien donné d'une activité réelle quelle qu'elle soit sur une année. Aussi, la variabilité interannuelle de différents facteurs indépendants, tel que la météorologie, peut avoir une incidence par exemple sur l'activité ou les pics d'activité.

Suivi acoustique des chauves-souris au sol

L'étude acoustique passive au sol a permis de dresser la liste des espèces utilisant cette zone pour la chasse et le transit pendant les différentes phases du cycle biologique des chiroptères (migration et mise-bas). En effet, l'étude a permis **l'enregistrement de l'activité des chauves-souris pendant 9 nuits complètes, réparties sur la période de début avril à fin octobre 2022 (un passage par mois entre avril et septembre puis 3 en octobre), soit tout au long du cycle biologique d'une chauves-souris.** Après

l'élimination des bruits parasites et des sons associés à d'autres animaux enregistrés lors de l'étude acoustique passive, **7382 contacts de chauves-souris ont été enregistrés au total.**

Les écoutes passives ont permis d'identifier **16 espèces de chiroptères** : la Barbastelle d'Europe, le Grand Rhinolophe, le Petit Rhinolophe, la Sérotine commune, l'Oreillard gris, l'Oreillard roux, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler, le Grand Murin, le Murin à moustaches, le Murin à oreilles échancrées, le Murin de Natterer, le Murin de Bechstein et le Murin de Daubenton.

La Pipistrelle commune domine largement le peuplement chiroptérologique avec **84% des contacts totaux**. Les autres pipistrelles (commune/Nathusius, Kuhl, Kuhl/Nathusius et Nathusius) représentent plus de 3,66% de la part d'activité avec une très grande majorité de signaux identifiés en Kuhl/Nathusius, tout en sachant que la Pipistrelle de Nathusius a été identifiées de façon certaine uniquement à neuf reprises. Les « sérotules » (complexe des noctules/sérotines), sont ici constituées très probablement majoritairement par la Sérotine commune, et représentent **0,80 %** de la part d'activité parmi laquelle 13 contacts de Noctule de Leisler ont été identifiés.

La Barbastelle d'Europe, à elle seule, représente **1,34 %** des enregistrements. A l'inverse, **les Murins** se partagent **9,32 %** (688 contacts), dont l'essentiel des contacts concerne **le Murin à moustaches** (366 contacts). Au sein de ce groupe, d'autres espèces ont été enregistrées avec certitude comme, le Grand murin (33 contacts), le Murin de Natterer (32 contacts) et le Murin de Bechstein (27 contacts).

Enfin, les autres Chiroptères se partagent seulement **0,89 % de part d'activité**.

❖ Résultats du suivi de la mortalité

Les **11 éoliennes du parc** ont été inspectées à chaque passage en appliquant la même méthodologie, selon un protocole standardisé. Un total de **30 passages a été réalisé entre le 08 avril 2022 et le 25 octobre 2022** (semaines 14 à 43), avec un **intervalle moyen entre les passages de 7 jours**.

Les pales mesurant 29 mètres, les prospections ont été réalisées dans un rayon de **50 mètres** autour des mâts des machines.

Deux tests de persistance ont été réalisés, le premier en juin et le second en septembre, avec un suivi de la persistance des leurres répartis sur les éoliennes à J+1, J+3, J+7, J+10 et J+14. De plus, **deux tests d'efficacité** des observateurs, ont été réalisés avant ou à la suite de ces derniers. Le premier test d'efficacité a été réalisé fin-mai et le second début octobre. Ces tests ont consisté en la dépose de 96 leurres sur les différentes zones prospectables autour des éoliennes (Test 1 : 46 leurres ; Test 2 : 50 leurres).

Les résultats bruts ont été corrigés grâce aux applications EolApp (permettant d'obtenir les formules d'Huso et Jones avec leur intervalle de confiance, conformément aux préconisations du protocole national de 2018) et **GenEst** (permettant d'obtenir des résultats plus fins et mieux adaptés aux conditions stationnelles, également sous la forme d'une médiane avec intervalle de confiance).

Résultats bruts

La mortalité constatée entre avril et octobre 2022 se compose de **5 individus** :

- **4 oiseaux appartenant à 4 espèces** : 1 Epervier d'Europe (local), 1 Linotte mélodieuse (local), 1 Buse variable (local) et 1 Pigeon ramier (local probable) ;
- **1 chiroptère appartenant à 1 espèce** : 1 Pipistrelle de Kuhl (migrateur).

Les cadavres découverts sont distribués de manière relativement homogène entre les éoliennes, avec 2 découvertes sous E11.

Date de découverte	Chiroptères	Oiseaux
08/04/2022	-	Epervier d'Europe
21/04/2022	-	Linotte mélodieuse
12/07/2022	-	Buse variable
09/08/2022	Pipistrelle de Kuhl	-
06/09/2022	-	Pigeon ramier

Persistance des cadavres

Les tests de persistance réalisés à partir de 96 leurres (46 et 50 leurres) montrent **un taux de persistance de 39 %** durant l'intervalle (3 j) et un taux de persistance de **15 %** durant l'intervalle (7j).

La probabilité de persistance « r » est faible (0,41 [IC 80 % : 0,37 - 0,45] (j+7)) sur la période suivie (de fin-mai à début octobre). **L'intervalle important entre les passages (un passage tous les 6,9 j) ne permet pas de réduire les biais liés à la disparition relativement rapide des cadavres. On constate un fort degré d'imprécision.**

Détectabilité (efficacité de l'observateur)

Le taux moyen de détection est considéré comme bon, avec 84 % [IC 80 % : 0,86-0,92] de leurres découverts sur l'ensemble de la période de prospection. Le test d'efficacité a été réalisé par le même observateur pour les deux périodes, ce dernier a effectué l'essentiel des passages du suivi de mortalité.

Surface prospectée

La surface moyenne de prospection est de 47 % sur l'intégralité du suivi, avec peu de variabilité entre les éoliennes. Seules deux éoliennes (E02 et E05) ont une surface de prospection inférieure à 40 %.

Estimations de la mortalité

Les résultats bruts de mortalité ont été corrigés selon 3 modèles statistiques (Erickson, Huso et Jones) à partir de nos calculs et de l'application « EolApp » développée par Besnard et Bernard (CEFE CNRS).

Ils ont également été analysés à partir de l'application « GenEst », développée par Huso & Dalthorp (USGS). Les résultats obtenus avec cette seconde méthode ont été conservés car elle permet un ajustement plus fin aux conditions réelles de suivi. Ainsi, l'estimation de la mortalité réelle aboutit à des valeurs médianes de la mortalité d'environ **2,1 chiroptères [IC 80 % : 1 - 4,3] et 35,4 oiseaux [IC 80 % : 13,5 - 66,7] sur l'ensemble du suivi** (avril - octobre). Les estimations obtenues présentent peu de biais et peuvent être considérées comme fiables.

❖ Résultat du suivi comportemental de l'avifaune

Sur l'ensemble des suivis, 71 espèces ont été recensées.

Avifaune en nidification

Les 34 espèces nicheuses du parc et ses abords immédiats présentent des sensibilités faibles à forte au risque de collision. Les enjeux stationnels de conservation sont moyens pour 5 espèces (Alouette lulu, Bouvreuil pivoine, Bruant jaune, Buse variable, Mésange nonnette) à ponctuellement fort pour le Pouillot fitis.

Cinq espèces nicheuses aux abords proches (300 à 2 kilomètres) fréquentent régulièrement le parc éolien. Parmi elles, figurent **1 espèce à sensibilité très forte** à la collision : le Goéland argenté à enjeu

régional assez fort, **2 espèces à sensibilité forte** à la collision : le Faucon pèlerin à enjeux régional fort (1 couple dans la carrière de Calanhel) et le Busard Saint-Martin (enjeu régional fort) et **2 espèces à sensibilité moyenne** la Bondrée apivore (enjeu régional faible) et le Goéland brun (enjeu régional faible).

L’observation des mouvements locaux révèle que les espèces nicheuses adoptent des comportements globalement peu risqués vis-à-vis de l’éolien. Les espèces les plus abondantes s’adaptent au parc éolien en privilégiant les abords est et ouest ainsi que les trouées entre éoliennes. La plupart des espèces évoluent dans l’espace de garde au sol des éoliennes. Seuls les Alouettes des champs et lulu, la Buse variable et le Grand Corbeau ont un comportement à risque sans pour autant réagir face aux machines (bifurcation, éclatement de groupes, etc.).

Avifaune en migration

Soixante espèces ont été identifiées à cette période. La grande majorité des espèces migratrices les plus abondamment observées ne sont pas menacées et sont caractérisées par des sensibilités faibles à la collision. Certaines espèces sensibles, mais non menacées à l’échelle européenne, fréquentent ponctuellement le parc mais les effectifs concernés sont faibles. Les flux migratoires sont globalement diffus au niveau du parc éolien et réduites sur la période prénuptiale. L’observation des comportements en vol ne révèle pas de perturbation nette des trajectoires à l’approche des éoliennes. Des adaptations de vol sont néanmoins envisageables pour plusieurs espèces à proximité du parc, certaines l’ayant traversé en utilisant la hauteur de garde au sol des éoliennes.

Avifaune en hivernage

48 espèces ont été identifiées à cette période. Le parc éolien et ses abords proches ne semblent pas jouer de rôle particulier pour l’avifaune hivernante. Certains habitats sont privilégiés en termes de stationnement, les chaumes de céréales et de maïs ainsi que les labours où la majorité des rassemblements est constaté (Fringillidés, Turdidés, etc.). Les espèces les plus abondantes sont des passereaux, dont la Grive mauvis et le Pinson des arbres représentés à raison de plusieurs dizaines voire centaines d’individus quotidiennement. Les autres espèces telles que les Laridés représentent des effectifs plus réduits. Les Laridés ainsi que les rapaces sont les plus sensibles au risque de collision sur le parc éolien.

❖ Evaluation des impacts par collision

Pour les oiseaux, le niveau d’impact avéré est **négligeable pour la Buse variable, l’Epervier d’Europe, la Linotte mélodieuse et le Pigeon ramier.** Le niveau d’impact global pour l’avifaune est négligeable sur l’ensemble du suivi (avril-octobre).

Pour les chauves-souris, le niveau d’impact avéré est **négligeable pour la Pipistrelle de Kuhl.** Ce niveau d’impact est négligeable pour l’ensemble des chiroptères sur l’ensemble du suivi.

❖ Mesures de réduction des risques de collision et de suivi

Modification de la « Cut-in-speed »

La mortalité résiduelle constatée en 2022 n’apparaît pas significative avec un niveau évalué de « négligeable » tout au long de l’année, seul un cadavre de Pipistrelle de Kuhl ayant été découvert sous l’éolienne E06 le 09 août 2022. Toutefois, au vu des biais mis en évidence précédemment (persistance faible notamment), il est difficile d’être catégorique sur l’absence d’impact du parc sur les chiroptères notamment. Aussi, dans la mesure du possible, il serait de bonne pratique de limiter le free Wheeling par mise en drapeau des pales pour des vents inférieurs à 4 m/s d’août à octobre à partir de 2023. Il faut préciser que ce modèle d’éolienne ne produit de l’énergie qu’à partir de 3 m/s, ainsi cela n’entraîne pas de pertes financières significatives.

Pour rappel, dans le cas du parc de Calanhel, le suivi acoustique à hauteur de nacelle, réalisé en 2022 sur les éoliennes E02 et E09, n’a pas permis de suivre l’activité chiroptérologique en continue en raison de défaillances techniques. En effet, les appareils se sont déconnectés à plusieurs reprises au cours de l’année. De plus, des épisodes de pertes de sensibilité plus ou moins importante des micros sont à noter.

Le tableau ci-après détermine pour chaque mois les paramètres de limitation du « Free wheeling » proposés par mise en drapeau des pales la nuit afin de réduire les risques de collision des chauves-souris à partir de 2023.

Préconisations de « cut in speed » pour réduire les risques de collision des chiroptères
(niveau d’impact : blanc : négligeable (= non significatif))

	Free wheeling (vent à hauteur de nacelle)
Du 1 ^{er} janvier au 31 juillet	Mise en drapeau à 3 m/s toute la nuit
Du 1 ^{er} août au 31 octobre	Mise en drapeau à 4 m/s toute la nuit (T> 10°C)
Du 1 ^{er} novembre au 31 décembre	Mise en drapeau à 3 m/s toute la nuit

Dans la mesure du possible, il serait de bonne pratique d’appliquer les paramètres préconisés ci-dessus à l’ensemble des éoliennes du parc de Calanhel. **Il est ainsi proposé d’augmenter la « cut-in speed » à 4 m/s, tout au long de la nuit d’août à octobre, quelle que soit la température.**

Il est à noter que cette mesure appliquée la nuit serait aussi bénéfique, indirectement, aux oiseaux migrateurs, certaines de ces espèces étant des victimes suspectées du parc de Saint-Barnabé (Epervier d’Europe).

Contrôle de l’éclairage nocturne

Chaque éolienne est équipée d’une lampe halogène au niveau de sa porte d’accès, laquelle se déclenche grâce à un détecteur de mouvement pour permettre la montée des escaliers en sécurité de nuit.

La durée pendant laquelle la lampe reste allumée ne devra pas dépasser les deux minutes afin de limiter les risques de pollution lumineuse et ainsi réduire l’attrait pour les insectes et donc la fréquentation des prédateurs : les chiroptères.

Gestion des habitats autour des éoliennes

Les friches herbacées aux abords des plateformes des éoliennes constituent des habitats privilégiés par les chauves-souris et le Faucon crécerelle, pour la chasse en particulier. **Afin de limiter leur attractivité, il est recommandé de les maintenir à ras le plus longtemps possible tout au long de la saison active avec un minimum de 3 fauches par an (avril à octobre).**

Les plateformes du parc éolien de Calanhel ne présentent pas de surfaces significatives laissées volontairement en friche, réduisant déjà ce facteur de risque.



1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D'UN SUIVI POST-IMPLANTATION

1.1 CADRE REGLEMENTAIRE

L'arrêté du 26 août 2011, dans son article 12, précise pour une installation classée ICPE :

« Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées ».

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 post-implantation 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.

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 alors permis d'aboutir à un nouveau consensus. Sur cette base, une décision ministérielle a été publiée le **5 avril 2018¹ avec un nouveau protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres.**

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

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

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

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).

1.3 APPLICATION DU PROTOCOLE NATIONAL A L'ECHELLE DU PARC SUIVI

Dans le cas du parc éolien de Calanhel, le suivi ayant été contractualisé en janvier 2022 et débuté à la suite, les préconisations du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (avril 2018) s'y appliquent.

Un premier suivi post-implantation a été réalisé en 2014-2015. Ce dernier était composé d'un suivi de la mortalité (30 passages répartis entre octobre 2014 et octobre 2015 en fonction des périodes de sensibilités pour les espèces), d'un suivi comportemental de l'avifaune (3 passages pour l'avifaune migratrice et 2 en période de reproduction) et d'un suivi de la fréquentation des chauves-souris au sol (3 sessions d'écoute active entre mai et août). Celui-ci a conclu que le parc de Calanhel ne semble pas présenter de sensibilité importante vis-à-vis des populations d'oiseaux et de chauves-souris locales. Ce premier suivi post-implantation du site n'a pas comporté de suivi d'activité des chiroptères en altitude.

EDPR a souhaité lancer un suivi environnemental pour son parc éolien de Calanhel en conformité avec le « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018 ».

¹ Décision du 5 avril 2018, NOR : TREP1807992S

2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN

2.1 LOCALISATION ET CONTEXTE ECOLOGIQUE

Voir la carte « Localisation du parc éolien » en fin de chapitre.

Le parc éolien de Calanhel est situé sur les communes de Calanhel et Lohuec, au nord-est du département des Côtes d’Armor (22) en région Bretagne. Il se trouve à une vingtaine de kilomètres au nord de Carhaix-Plouguer (Finistère). Le parc est constitué de 11 éoliennes.

Ce parc s’inscrit dans un contexte d’openfield, dominé par l’agriculture intensive. Il est longé au sud-ouest par la RD42. Une carrière en exploitation est également située à l’ouest du parc. Certaines machines sont situées dans un contexte landicole ainsi que des prairies humides : E11, E10, E03, E02, E07. La route principale d’accès divise le parc dans sa moitié. Le contexte environnemental, à l’ouest, est densément boisé contrairement à l’est où le milieu est plus ouvert et bocager.



Vue du parc aux abords de l’éolienne E03 (J. Courtin - TBM environnement)



Vue du parc aux abords de l’éolienne E08 (J.Courtin - TBM environnement)

2.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES EOLIENNES

Le parc éolien de Calanhel est composé de 11 éoliennes. Leurs caractéristiques techniques sont résumées dans les tableaux suivants.

Caractéristiques du parc de « Calanhel »

Date de mise en service	2009
Modèle	Gamesa G58/850
Nombre d’éoliennes	11
Exploitant	EDP Renewables
Puissance cumulée	9 350 kW

Caractéristiques des éoliennes

Modèle	Gamesa G58/850
Hauteur du moyeu	60 m
Diamètre du rotor	58 m
Garde au sol	31 m
Zone de balayage du rotor	2 642 m²
Puissance nominale	9 350 kW
Vitesse de connexion (cut-in wind speed)	3 m/s
Vitesse max d’arrêt (10 min en moyenne)	21 m/s
Vitesse de rotation maximale	30,8 tours/minute
Vitesse de rotation minimale	14,8 tours/minute



Eolienne 1



Eolienne 2



Eolienne 3



Eolienne 4



Eolienne 5



Eolienne 6



Eolienne 7



Eolienne 8





Eolienne 9



Eolienne 10



Eolienne 11



Vue du Parc

Contexte écologique aux abords des éoliennes (J.Courtin - TBM environnement)

2.3 SITUATION ECOLOGIQUE ANTERIEURE - RAPPEL DE L'ETUDE D'IMPACT ET DU SUIVI POST-IMPLANTATION 2014-2015

Les conclusions présentes dans le résumé non technique de l'étude d'impact écologique réalisé en amont de la construction du parc ont pu être consultées. Une analyse de ce contenu de l'étude d'impact écologique datant de 2005 est réalisée conformément aux objectifs du suivi afin de pouvoir mesurer la conformité ou l'éventuel écart avec la situation écologique actuelle.

2.3.1 ETUDE D'IMPACT ECOLOGIQUE (EIE)

L'EIE se base sur des inventaires de terrain réalisés en 2003 par Bretagne Vivante SEPNEB (sous le nom de Bretagne Vivante à ce jour).

2.3.1.1 L'avifaune

Les enjeux concernant les oiseaux étaient globalement faibles, avec une diversité spécifique réduite.

Les inventaires de 2003 ont permis d'identifier 36 espèces d'oiseaux au cours d'un cycle annuel, 24 d'entre-elles ont niché sur le site. Certaines espèces présentent un intérêt notable comme : l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*), le Tarier pâtre (*Saxicola rubicola*), la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*) et le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*). Ces espèces figurent dans la liste des oiseaux menacés et à surveiller en France à la date de l'EIE (2005).

La Buse variable (*Buteo buteo*) et l'Epervier d'Europe (*Accipiter nisus*) nichent dans les environs du site et viennent s'y alimenter. Les suivis réalisés durant les périodes de migration pré et post nuptiales indiquent que le flux d'oiseaux survolant ou faisant halte sur le site est assez important et concerne principalement des espèces communes comme la Grive musicienne, la Grive litorne, la Grive mauvis, le Pinson des arbres et l'Alouette des champs. La hauteur de vol de ces espèces est généralement inférieure à 50 mètres. En 2005, il a été considéré que l'installation d'éoliennes ne pose pas de contrainte concernant le bon déroulement de la migration de ces oiseaux. L'hivernage est également faible et les espèces les mieux représentées en hiver sont les fringilles et les Turdids (grives).

Sur le site, se reproduisent 17 espèces protégées au niveau national et une d'entre-elles, la Fauvette pitchou, figure à l'annexe I de la Directive Oiseaux. Quatre espèces sont citées parmi celles dont la conservation mérite une attention particulière compte tenu de l'évolution défavorable de leurs effectifs en France et/ou en Europe (Rocamora & Yeatman - Berthelot, 1999).

2.3.1.2 Les chiroptères

Aucune information concerne ce groupe d'espèce dans l'EIE.

2.3.1.3 Enjeux fonctionnels

La ZIP s'inscrivait dans un contexte d'agriculture intensive avec des landes bocagères et prairies humides dans lesquelles les fonctionnalités et la diversité écologique étaient limitées.

Les risques de collision pour l'avifaune et les chiroptères étaient considérées comme limités à quelques périodes de l'année et à quelques espèces régionalement et localement communes à très communes.

2.3.2 SUIVI POST-IMPLANTATION 2014-2015

Le suivi réalisé en 2014-2015 sur le parc de Calanhel était constitué de 30 passages réalisés entre le 24 octobre 2014 et le 15 octobre 2015, à raison d'un passage tous les 7 jours. Le suivi de mortalité a été mené sur 7 éoliennes parmi les 11 présentes sur le parc. Les parcelles présentant des formations végétales hautes (landes à ajoncs par exemple) n'ont pas été retenues dans le cadre du suivi, notamment en raison des difficultés (voire de l'impossibilité) de repérage visuel d'éventuels cadavres au sein de ces dernières.

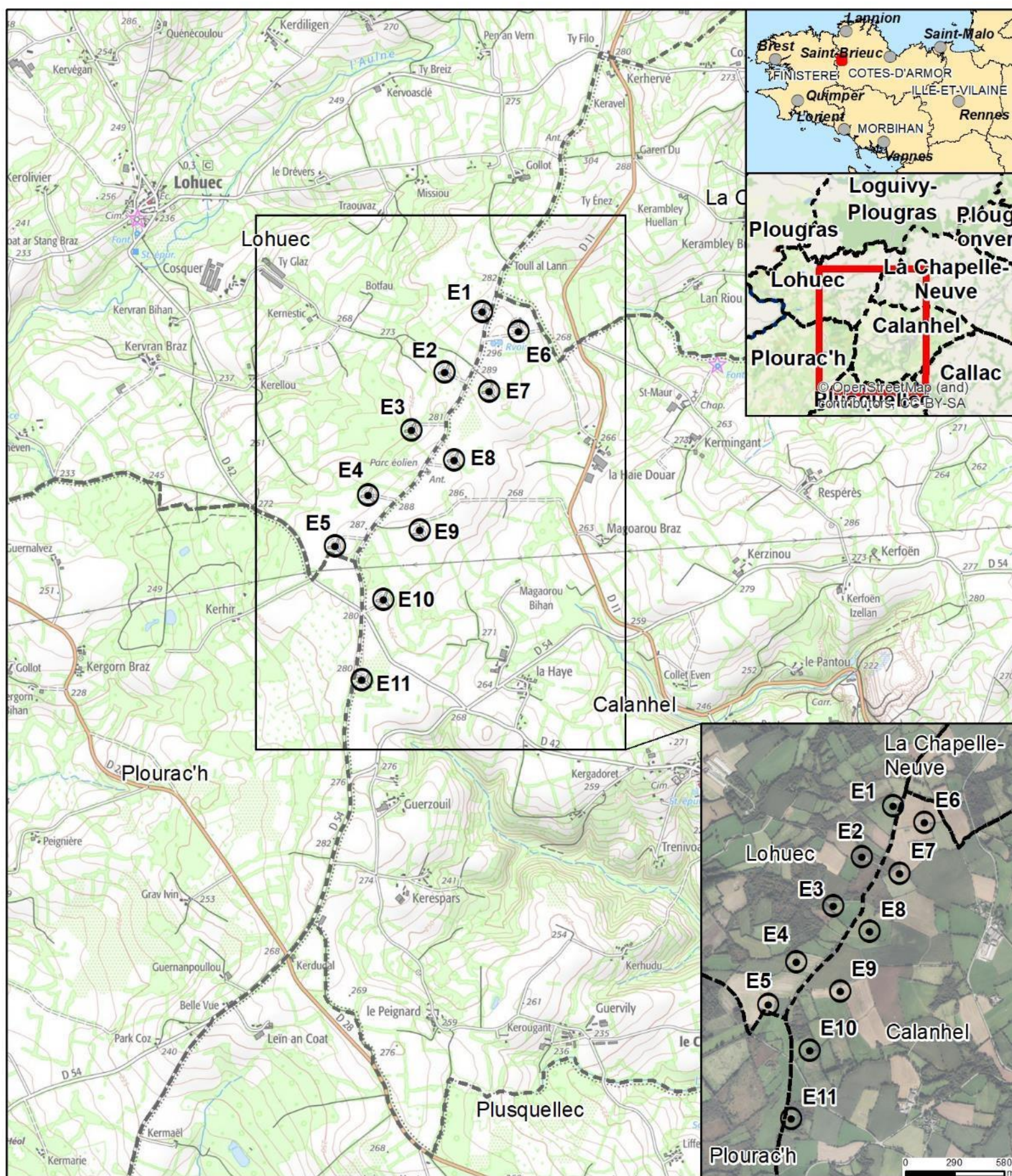
La recherche a été menée sur un carré de 100 mètres de côté (quadrat) dont le centre est le pied de mât, conformément aux réflexions en cours à l'époque pour l'élaboration d'une doctrine régionale pour le suivi des parcs éoliens. Les quadrats ont été parcourus à pied, suivant des transects distants de 10 m, soit 10 transects pour une surface d'environ 1 hectare.

Aucun cadavre n'a été découvert lors de ce suivi. Seule une plumée de Pigeon ramier a été découverte au pied d'une éolienne.

En conclusion, les résultats du suivi 2014-2015 ne montraient donc pas d'impact important du parc éolien de Calanhel sur les populations d'oiseaux, car seule une plumée (prédation après collision potentielle) a été recensée durant le suivi. Il s'agit en outre du Pigeon ramier, espèce très commune en Bretagne et qui ne présente pas de statut particulier de sensibilité.

Pour les chiroptères, **aucune mortalité n'a été constatée**. Cette absence peut être liée à une prédation des cadavres tombés au sol, à la difficulté du repérage visuel des chauves-souris ou à une éventuelle projection des animaux après collision en dehors de l'aire de prospection. Il y a donc lieu de garder présent à l'esprit les limites méthodologiques d'un tel suivi.





- ▬ Limites communales
- Eoliennes du Parc Calanhel



Carte réalisée par TBM, 2023
Sources : Ecosphère, BD Topo@IGN
Fond cartographique : Scan25 @IGN,
BD Ortho 2021@IGN

3. METHODES DE TRAVAIL

3.1 SUIVI DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

3.1.1 SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS EN NACELLE

Un suivi d'activité chiroptérologique en altitude a été mené en continu depuis la nacelle de l'éolienne E02 et E09. Cette méthode permet d'enregistrer l'activité à hauteur de pales, soit dans la zone la plus à risque pour les chauves-souris.



Batmode S+ installés dans la nacelle de l'éolienne E02 (à droite) et de l'éolienne E09 (à gauche)
(Julie Auclair - Écosphère)

Les éoliennes E02 et E09 ont été équipées de systèmes de détection/enregistrement des ultrasons du 10 mars au 29 novembre 2022.

Les appareils utilisés sont des Batmode S+ de Bio Acoustic Technology GmbH™. Ce type d'appareil enregistre les ultrasons au format WAV non compressé avec le micro de haute qualité « Ultrasound gate » d'Avisoft Bioacoustics™ et permet la connexion et le contrôle à distance du suivi (accès via internet, réseau mobile, Wifi). Les données recueillies ont ainsi permis d'apprécier le peuplement chiroptérologique présent sur le site sur 8 mois à 8,5 mois consécutifs.

Ce détecteur-enregistreur automatique permet de capter dans toute la bande d'émission des chauves-souris. Dès qu'un ultrason est détecté, il est automatiquement enregistré. Les sonagrammes sont ensuite analysés par des experts à l'aide de logiciels de tri et de mesures de paramètres (Kaléidoscope et Batsound 4). Précisons que Kaléidoscope a été utilisé uniquement comme outil de tri de données et non comme système d'identification automatique car ce système peut facilement induire en erreur,

malgré des avancées récentes pour certaines espèces². En effet, ils ont souvent des problèmes de discrimination des signaux de chauves-souris par rapport aux bruits et les banques sons de référence sont incomplètes. Ils manquent donc de précision dans la détermination des espèces et les risques d'erreurs sont importants sans contrôle.

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

Les deux éoliennes concernées sont de type G58, comme toutes celles de l'alignement des 11 éoliennes. Elles ont une hauteur de nacelle de 55 m de haut avec un diamètre du rotor de 58 m pour une garde au sol de 29 m.

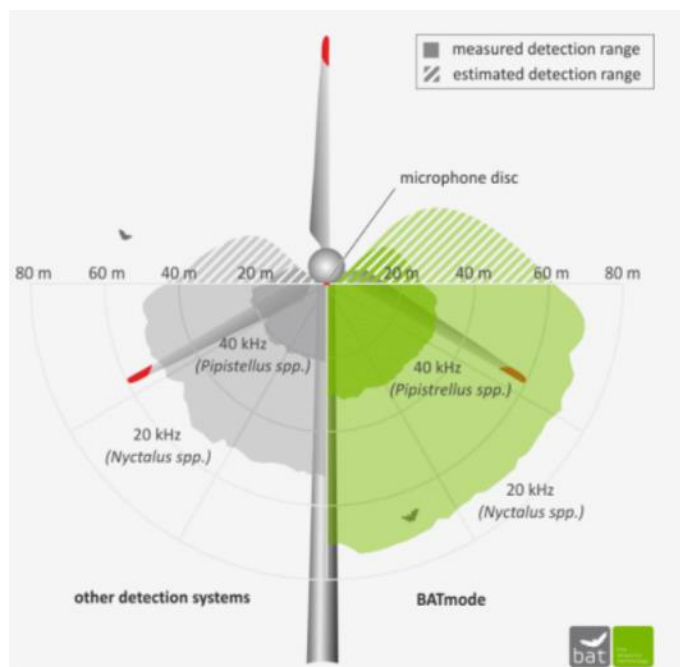
3.1.1.1 Limites liées au matériel utilisé

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, les micros étaient placés à environ 54 m de hauteur et orientés dans une direction pointant vers le sol. Cela signifie que les cris venant d'autres directions n'ont pas forcément été perçus. De plus, les micros ont 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. Bio Acoustic Technology annonce une distance de captation de 30 m environ pour les pipistrelloïdes et de 70 m environ pour les nyctaloïdes.
- **Les conditions météorologiques.** Le micro du BATMODE S+, et notamment sa capsule exposée aux intempéries extérieures, peut montrer des variations de sensibilité et ainsi affecter la bonne détectabilité des ultrasons émis par les chauves-souris. Un test de calibration quotidien a automatiquement été effectué pour vérifier la qualité du micro tout au long du suivi.

Dans le cas présent, le matériel utilisé a fait l'objet de nombreuses défaillances détaillées au « 4.1.1 Validité du matériel utilisé ».

² www.plume-de-naturalistes.fr/wp-content/uploads/2018/11/08_JAY_10-2018_Identification-chiropteres-SonoChiro_Plume2_99-118.pdf



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

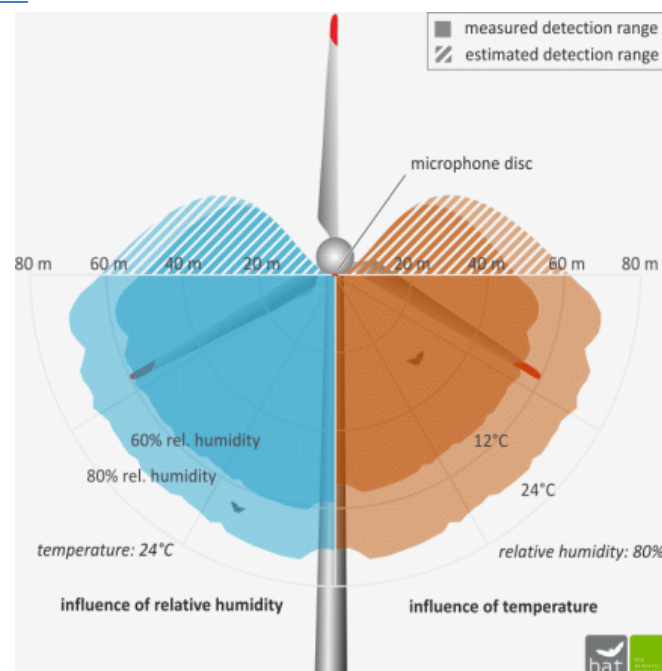


Schéma présentant les volumes de détection du micro « Ultrasoundgate » d'Avisoft Bioacoustics™ selon les conditions de température et d'humidité. Les couleurs foncées correspondent à la détection d'espèces émettant dans les 40 kHz (Pipistrelles), tandis que les couleurs plus claires correspondent à la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

3.1.2 SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS AU SOL

La technique employée est l'écoute dite « passive », basée sur l'enregistrement en continu de l'activité des chauves-souris en des points fixes. Des détecteurs/enregistreurs (SM4BAT) ont été programmés de telle sorte qu'ils enregistrent les ultrasons entre 60 minutes avant le coucher du soleil et 60 minutes après le lever du soleil, soit durant toute la période de vol nocturne des espèces. Les détecteurs ont été

positionnés dans un rayon de 200 à 300 mètres autour des éoliennes. Ces détecteurs permettent de capter dans toute la bande d'émission des chauves-souris (10 à 120 kHz). Dès qu'un ultrason est détecté, il est automatiquement enregistré. Les sonagrammes ont ensuite été analysés à l'aide des logiciels Kaleidoscope pro 5.2.1, AnalookW 4.2 et Batsound 4.03. Ceci permet une bonne quantification de la fréquentation par les chiroptères et de l'activité des chauves-souris en un point donné.

La société TBM environnement (Agence Ouest d'Ecosphère) a veillé à ce que les points d'échantillonnage soient représentatifs des habitats présents et placés au prêt des éoliennes existantes.

Afin de pouvoir couvrir l'ensemble de la zone d'étude du parc éolien de Calanhel, cinq enregistreurs ont été posés durant 9 nuits :

- 1 nuit passive en avril ;
- 1 nuit passive en mai ;
- 1 nuit passive en juin ;
- 1 nuit passive en juillet ;
- 1 nuit passive août ;
- 1 nuit passive en septembre ;
- 3 nuits passives en octobre*.

La pose des enregistreurs a été mutualisée au maximum avec les autres passages sur le site.

*Les conditions météorologiques de septembre (vent violent/pluie) n'ont pas permis d'effectuer 2 nuits d'écoutes passives en septembre. Pour compenser, il a été décidé d'effectuer une nuit d'écoute passive complémentaire début octobre.

3.1.3 LIMITES LIEES A L'IDENTIFICATION DES ESPECES

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

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

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

On ajoutera enfin que **l'identification des chauves-souris par l'acoustique est encore en développement**. Les méthodes de détermination sont récentes et reposent pour certains groupes (les murins en particulier) sur des probabilités. Une des méthodes les plus robustes en Europe a été définie

par Michel Barataud et repose partiellement sur des éléments subtils liés à l'écoute. Une typologie des types de signaux acoustiques a été produite mais les limites atteintes par chaque espèce font encore l'objet de découvertes régulières, qui remettent parfois en question la méthodologie d'identification. Les méthodes d'identification automatique en sont quant à elles à leurs balbutiements et leur fiabilité est faible (risques d'erreurs non négligeables). Elles n'ont pas été utilisées dans le cadre de cette étude.

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.

3.2 SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX

3.2.1 PRESSION D'ECHANTILLONNAGE

3.2.1.1 Éoliennes suivies

Les **11 éoliennes du parc**, se trouvant toutes dans un contexte de grandes cultures et de landes bocagères et prairies humides, ont été inspectées à chaque passage en appliquant la même méthodologie, selon un protocole standardisé conforme au protocole ministériel de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres en vigueur depuis avril 2018.

3.2.1.2 Calendrier du suivi

Les préconisations du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (avril 2018) recommandent 20 passages au minimum par éolienne par an.

Au vu du contexte bocager favorable à la faune volante, un suivi de base avec **un total de 30 passages a été réalisé pour chaque éolienne selon un calendrier adapté. Ces passages sont répartis des semaines 14 à 43 (de début avril à fin octobre). Les passages ont été réalisés à raison de 1 par semaine.**

Le suivi de la mortalité a ainsi été réalisé sur la quasi-totalité de la période de plus forte activité de la faune volante. En effet, l'étude d'impact ne fait état d'aucun enjeu ou impact particulier sur la période hivernale, cette période n'est donc pas étudiée au cours du suivi de 2022. Les 3 périodes d'activité faunistique couvertes sont les suivantes :

- **entre avril et mi-juin**, période correspondant principalement à la période de reproduction des oiseaux et à la parturition des chauves-souris mais également liée aux mouvements prénuptiaux notamment des noctules et de la Pipistrelle de Nathusius et à la fin de la migration prénuptiale des oiseaux ;
- **entre mi-juin et juillet**, période liée à la dispersion des juvéniles et aux mouvements postnuptiaux précoces des oiseaux (martinets...). Quelques espèces tardives achèvent leur reproduction en juillet. Courant juillet, les premiers vols des juvéniles d'oiseaux et de chauves-souris constituent une période à risque, ces animaux étant inexpérimentés ;
- **entre août et fin octobre**, période liée à la migration postnuptiale. En août, on note de forts passages de chauves-souris migratrices (notamment les noctules) et de divers passereaux. C'est souvent à cette période que les cas de mortalité sont les plus nombreux. De nouveaux pics de passage sont enregistrés en septembre/octobre, avec les mouvements de Pipistrelle de Nathusius, aussi sensibles au risque de collision. Différentes vagues de migration se poursuivent pour les oiseaux au cours de l'automne, avec des pics de passage d'autres espèces sensibles en octobre (Alouette des champs...), alors que l'activité des chiroptères diminue fortement avec les premiers coups de froids.

La fréquence des passages a été constante au cours du suivi, avec un **intervalle moyen entre chaque passage de 6,9 j.**

Le détail des dates de suivi est présenté en annexe 1.

Par ailleurs, deux périodes d'études ont été définies dans le but d'affiner l'analyse et l'interprétation des résultats :

- **la période 1** : ici, de mai à fin-juillet. Elle correspond principalement à la période de reproduction des oiseaux et à la parturition des chauves-souris ;
- **la période 2** : ici, de début-août à début novembre. Elle correspond principalement à la période de migration postnuptiale et aux dispersions des jeunes.

3.2.2 RECUEIL DES DONNEES BRUTES DE MORTALITE

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

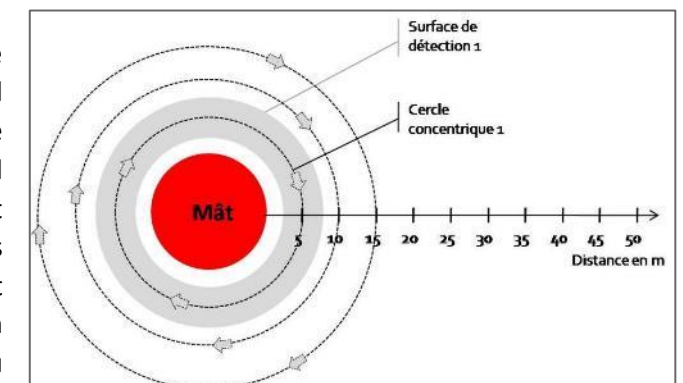
3.2.2.1 Méthode pour la recherche des cadavres et surfaces prospectées

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

Pour le parc éolien de Calanhel, les prospections se sont donc effectuées dans un rayon de 50 mètres 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 cadavre sur une largeur de 2,5 mètres de part et d'autre de sa ligne de déplacement. En effet, [Arnett et al., \(2005\)](#) ont démontré que l'efficacité chute fortement au-delà d'une distance de 3 mètres. De la sorte, l'observateur a réalisé **10 transects pour s'éloigner au maximum de 50 mètres des mâts**. Précisons que ces itinéraires ont été réalisés d'un pas lent et régulier pour une détectabilité optimale et au moins une heure après le lever du soleil, pour minimiser l'impact de la prédation diurne, et quand les conditions lumineuses sont suffisantes.

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](#)). Durant la période échantillonnée, les surfaces prospectables ont varié selon l'assolement autour des éoliennes (blé, colza, exploitant en activité dans les parcelles, ...). Le tableau suivant décrit les 3 classes de végétation utilisées pour définir les niveaux de visibilité. A chaque passage le niveau de visibilité a été renseigné sur chaque parcelle ou habitat. **Une estimation de la surface prospectée autour des machines a ainsi été**



calculée pour chaque visite à partir de la cartographie des habitats sous SIG. Ces données sont ensuite intégrées dans le calcul des taux de détection afin d’interpréter correctement les résultats.

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 (oignons), friches	Visibilité nulle ou mauvaise = non prospectée
Classe 2	Végétation recouvrante mais de hauteur faible à moyenne ou végétation peu couvrante mais pouvant être haute => pelouses, bordure des plateformes	Visibilité moyenne = prospectée
Classe 3	Végétation de faible hauteur, peu couvrante à absence de végétation => plateformes, labours, chaumes	Visibilité bonne = prospectée

Le détail des surfaces réellement prospectées au cours du suivi est présenté en annexe 2.



Classe de visibilité 3 (bonne) : chaume de blé



Classe de visibilité 1 (faible à nulle) : Maïs

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 : relevé GPS afin de définir la localisation précise et d’en déduire la distance au mât ;
- état du cadavre : degré de dégradation, type de blessure apparente, temps estimé de la mort, analyse des causes de mortalité, etc. ;
- selon les besoins, des mesures complémentaires peuvent être relevées : âge, sexe, biométrie (longueur de l’avant-bras, du 3e et/ou du 5e doigt, etc. pour les chiroptères).

3.2.2.2 Identification des espèces

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.

Dans ce cadre, 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. S’agissant d’espèces protégées,

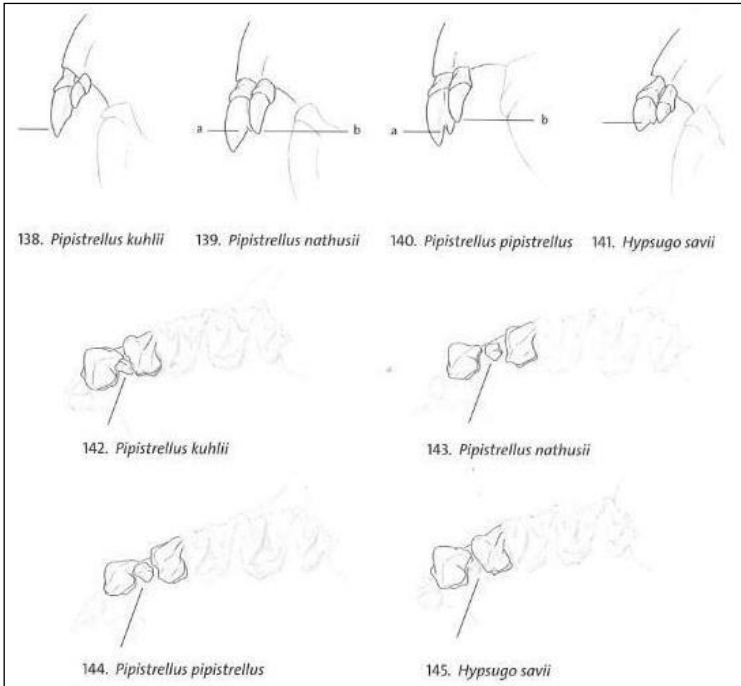
une demande de dérogation pour la capture ou l’enlèvement de cadavres de chiroptères protégés au niveau national a été faite et obtenue auprès de la Direction Départementale des Territoires des Côtes d’Armor (annexe 7).

Tous les cadavres ont été, autant que possible, identifiés à l’espèce.

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^{ème} molaire) et la distance entre la 1^{ère} et la 3^{ème} 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)).



Différenciation des pipistrelles à partir de quelques critères de dentition (Source : Fauna Helvetica, 2011)

Pour les oiseaux, les ouvrages suivants ont été consultés :

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

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

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

3.2.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE A PARTIR DES DONNEES BRUTES

Des écarts importants peuvent exister entre la mortalité brute découverte lors du suivi et la mortalité réelle. Aussi, des modèles correctifs sont utilisés pour tenir compte des différents biais.

Le paramètre clé pour estimer la mortalité des chauves-souris et des oiseaux à partir de la recherche de cadavres est la **probabilité de détection (b)**, c'est-à-dire la probabilité qu'un animal tué soit retrouvé, celle-ci étant fonction :

- **de la surface réellement contrôlée (a)**. La surface prospectée 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, ou Pk dans certaines publications)**. La performance de l'observateur pour la découverte des cadavres peut varier selon les personnes (formation et expérience) mais aussi selon la saison (hauteur de la végétation, présence des feuilles mortes, etc.).

Les estimations de cette probabilité de détection peuvent se faire selon plusieurs modèles d'extrapolation statistique, chacun ayant des avantages et des inconvénients.

La manière apparemment la plus simple consiste, pour une aire prospectée totalement, à estimer cette probabilité de détection comme étant le produit de l'efficacité des enquêteurs et de la probabilité de disparition des cadavres ($b = p \cdot d$). C'était l'approche utilisée par la première méthode développée au début des années 90, mais elle ne tenait pas compte de la fréquence des passages (tendance à la surestimation de la mortalité ; Korner-Nievergelt et al., 2011).

Une deuxième méthode, dite d'Erickson, a mieux pris en compte à partir de l'année 2000 la fréquence des passages ainsi que la persistance des cadavres, mais elle sous-estimait légèrement la mortalité (sauf

pour des temps de persistances longs ; Korner-Nievergelt et al., 2011) comparativement aux différentes méthodes les plus modernes présentées ci-dessous (Jones, Huso et Korner).

En fait, **l'utilisation d'une relation exponentielle (Jones, Huso) ou d'une relation statistique complexe (Korner) rendent l'analyse plus fine** avec en particulier un poids plus important donné à la probabilité de disparition des cadavres. La formule de Korner-Nievergelt et al., (2011) est en général la méthode la plus fiable lorsque l'efficacité du chercheur et le taux d'enlèvement des cadavres par les prédateurs sont constants. Lorsque ces paramètres varient, les biais sont proches entre les différentes méthodes. Il n'existe à ce jour pas de modèle universel (Bernardino et al., 2013). En revanche, **quelle que soit la méthode utilisée, les estimations sont mal estimées pour des durées de persistances courtes et des intervalles de recherches supérieurs à 7 jours** (Korner-Nievergelt et al., 2011).

Les paragraphes suivants justifient les modes de calculs et les paramètres utilisés.

3.2.3.1 Paramètres et biais pris en compte

❖ Ajustement de la surface réellement contrôlée (a)

L'une des principales difficultés consiste à corriger les données en fonction de la surface réellement prospectée par rapport à la surface théorique du protocole. Ces différences sont liées en général à la topographie et/ou à la densité de la végétation. **Le coefficient de correction surfacique renseigne alors sur le pourcentage de cadavres non relevés par l'observateur**. Deux facteurs rendent difficiles l'appréciation :

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

En général, on ajuste les estimations de mortalité totale par une simple relation de proportionnalité entre la surface prospectée sur la surface prospectable en théorie d'un disque d'un rayon de 50 m autour de la base de l'éolienne.

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 et al. (2010) ont 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 mètres autour du mât, il n'est pas possible d'obtenir des résultats cohérents. Ils ne sont plus fiables statistiquement. 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.

Dans le cas de cette étude, l'utilisation des applications « EolApp »³ et « GenEst »⁴ (détaillées ci-après) se basent sur la moyenne des surfaces prospectées durant une période considérée.

❖ Taux de persistance journalière des cadavres (p)

Comme vu précédemment, le taux de persistance des cadavres est une donnée fondamentale. La durée de persistance des carcasses en jours dépend à la fois de la pression de prédation locale et de la capacité de dégradation *in situ* des animaux morts. Une partie des chauves-souris et des oiseaux tués par les éoliennes disparaît avant qu'elle ne puisse être découverte dans le cadre des prospections. En effet, des charognards (mammifères, oiseaux, insectes) peuvent dévorer, enterrer ou déplacer les carcasses.

Il existe une **grande variabilité de persistance des carcasses** dans le temps et dans l'espace. En effet, celui-ci change selon les sites en raison des différences de comportement ou de densité des charognards, de la température et de l'humidité. À titre indicatif, en Allemagne, [Niermann et al. \(2011\)](#) ont annoncé que le taux de persistance variait de 1,3 à 24,5 jours pour une valeur moyenne de 4,2 jours. En fonction des périodes, ce taux peut atteindre une valeur nulle ou très petite, c'est-à-dire que les cadavres disparaissent très rapidement. [Santos et al. \(2011\)](#) démontrent que **les temps de persistance sont très faibles en Europe notamment pour les chiroptères et les petits oiseaux**, avec une probabilité de disparition très élevée dans les 2 premiers jours par rapport à d'autres groupes d'animaux.

Le taux d'enlèvement équivaut à la proportion de dépouilles 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 et pour chaque période tenir compte des variations de hauteur de végétation dans la zone contrôlée. Idéalement, chaque test dure 10 jours consécutifs⁵.

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

Dans le cadre de cette étude, et en accord avec les recommandations du protocole de suivi environnemental, un test de persistance a été effectué à deux reprises. Le premier test a eu lieu au printemps (date de dépose des cadavres : 07/06/2022), le second en fin d'été (date de dépose des cadavres : 12/09/2022).

Le test a consisté à déposer entre 3 et 6 cadavres de souris, rats ou poussins fraîchement décongelés autour de chacune des 11 éoliennes du parc (soit, session 1 : 46 et session 2 : 50 cadavres par session, 96 au total sur l'année pour le parc). Aussi, les leurres ont été déposés aléatoirement sur l'emprise de la surface théorique à prospecter, et répartis sur l'ensemble des types d'habitats présents.

Ensuite, la persistance de ces cadavres « non naturels » a été contrôlée à raison d'un premier passage le lendemain de la dépose (J+1), puis de 2 passages par semaine jusqu'à disparition des cadavres ou après une période de 14 jours, soit à J+3, J+7, J+10 et J+14. (Voir l'annexe 1 pour le détail des dates de suivi).



Poussins, souris et rats disposés sur les différentes surfaces prospectées (J. Courtin & V. Guiho - TBM environnement)

❖ Efficacité de l'observateur (d, ou Pk)

Toutes les méthodes utilisent le facteur *d*, c'est-à-dire le taux de détection (ou d'efficacité) par l'enquêteur. L'efficacité de recherche décrit la proportion de cadavres retrouvés après la prospection. Elle varie en fonction de la personne ([Niermann et al., 2011](#)) et surtout du couvert végétal ([Rodrigues et al., 2014](#)).

Pour évaluer le taux d'efficacité, il convient habituellement de réaliser des tests de détectabilité. Ils sont effectués en fonction de classes de végétation définies par la combinaison de la hauteur de végétation, de la visibilité du site et de la topographie ([Rodrigues et al., 2014](#)). Le principe est de dissimuler des cadavres et de compter le nombre de leurres retrouvés par l'enquêteur testé qui effectue sa prospection comme lors d'une recherche normale.

L'efficacité des observateurs à détecter des cadavres a été testée à deux reprises, le 31/05/2022 et le 12/09/2022. Pour ce faire, des leurres en caoutchouc (mimant des chauves-souris, sombres) et des pommes de terre (mimant des oiseaux de plus grosse taille et plus colorés) ont été déposés

³ <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>

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

⁵ Dans l'idéal, des cadavres de chauves-souris ou de petits passereaux préalablement décongelés devraient être utilisés. Pour des raisons juridiques (dérogation, espèces protégées), de commodité et d'approvisionnement, ils sont couramment remplacés par des poussins d'un jour ou des rongeurs de couleur sombre.

aléatoirement dans le périmètre prospecté en amont des recherches de mortalité, au sein des classes de végétation praticables (visibilité bonne et moyenne). **Chaque personne testée l'a été sur l'ensemble des éoliennes. Un total de 207 leurres a été déposé au cours deux sessions.** Selon le nombre de leurres artificiels retrouvés par l'observateur, le taux d'efficacité a pu être calculé par le rapport entre le nombre de leurres découverts et le nombre de leurres déposés.

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

Cette efficacité dépend 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.*, 2008). Sur les parcs étudiés, la proportion de chaque type de culture a été notée lors de chaque passage et associée à un niveau de visibilité : visibilité nulle ou mauvaise, moyenne, bonne.



Leurres déposés dans différents habitats pour le test d'efficacité des observateurs (Q. Le Bayon - TBM environnement)

3.2.3.2 Modèles statistiques

❖ [Modèle d'Erickson \(2000\)](#)

Erickson emploie une formule qui intègre la durée de persistance moyenne des cadavres et la fréquence des passages.

Avec :

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d \times a}$$

I : Intervalle moyen entre deux visites (en jours)
tm : durée moyenne de persistance (en jours)
d : efficacité de l'observateur
C : nombre de cadavres découverts
a : coefficient de correction surfacique

L'estimateur Erickson *et al.* (2000) est fréquemment utilisé en France. Ce test a plutôt tendance à sous-estimer les données (Korner-Nievergelt *et al.*, 2011) pour les taux de persistance courts mais pas pour les taux de persistance longs. Cette sous-estimation est aussi constatée par Péron (2018) qui suppose que cela peut être lié au postulat d'effort de recherche constant. La formule intègre la fréquence des passages mais n'est pas demandeuse quant à la durée moyenne entre les passages. Elle considère une

diminution exponentielle des temps de disparition des cadavres qui peuvent être trouvés lors des passages ultérieurs au premier passage infructueux.

❖ [Modèle de Jones \(2009\)](#)

La méthode proposée par Jones *et al.* (2009), pour estimer la mortalité repose sur plusieurs hypothèses :

- le taux de mortalité est considéré comme globalement constant sur l'intervalle de recherche ;
- la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative, le taux de persistance étant calculé ainsi (Tm = durée moyenne de persistance en jours) :

$$p = e^{-0.5 \times I/tm}$$

- la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle entier (quand des animaux peuvent aussi bien être impactés et mourir au début ou à la fin de l'intervalle) peut être approximée par la probabilité de disparition à la moitié de l'intervalle.

La formule pour calculer le nombre de cadavres estimé est la suivante :

$$N = \frac{C}{a \times d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I/tm)}}$$

Avec :

C : nombre de cadavres découverts
a : coefficient de correction surfacique (cf. 3.2.3.1)
d : efficacité de l'observateur (cf. 3.2.3.1)
tm = durée moyenne de persistance en jours
I : Intervalle moyen entre deux visites
 \hat{I} : Intervalle effectif moyen
 \hat{e} : coefficient correcteur moyen de l'intervalle équivalent à $\frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$

Jones utilise la notion d'« intervalle effectif » pour calculer le coefficient correcteur \hat{e} qui correspond au rapport entre la durée avant que 99 % des cadavres soient prédatés/déplacés et la durée de l'intervalle. Il est en effet logique que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. L'intervalle effectif correspond ainsi à la durée pour laquelle le taux de persistance est égal à 1 % (100 – 99 %).

L'intervalle effectif moyen, \hat{I} est donc égal à : $-\log(0,01) \times tm$. Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} , notée \hat{e} .

❖ [Modèle de Huso \(2010\)](#)

Huso *et al.*, (2010) considère également une mortalité globalement constante mais, dans son approche, la probabilité de disparition au milieu de l'intervalle de passage n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. La formule est donc différente. Néanmoins, les travaux d'Huso sont basés sur des données américaines où les taux de persistance moyens seraient plus élevés qu'en Europe (Korner *et al.*, 2011). Les biais sont donc plus importants pour cette approche lorsque les durées de persistance sont courtes (Bernardino *et al.*, 2013).

Le taux de persistance, plus élevé, est donné comme suit :

$$p = \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I}$$

D’où la formule :


$$N = \frac{C}{a \times d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I} \times \hat{e}}$$

Avec :
C : nombre de cadavres trouvés
a : coefficient de correction surfacique (cf. 3.2.3.1)
d : efficacité de l’observateur (cf. 3.2.3.1)
tm = durée moyenne de persistance en jours
I : Intervalle moyen entre deux visites
Î : Intervalle effectif moyen
ê : Le coefficient correcteur moyen de l’intervalle équivalent à $\frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$

3.2.3.3 EolApp (Besnard & Bernard, 2018)

Les différents modèles de calculs présentés ci-dessus ont été exploités avec une application web Shiny (EolApp) faisant tourner un script R sur le serveur⁶. L’ensemble du code est dans le langage R, très utilisé aujourd’hui du fait de son caractère gratuit. Les applications ont été programmées par Aurélien Besnard et Cyril Bernard, chercheurs du Centre d’Écologie Fonctionnelle et Évolutive (UMR5175 Centre d’Écologie Fonctionnelle et Évolutive, Montpellier). L’utilisation de cette application permet notamment d’éviter les éventuelles erreurs d’applications des formules.

Comme demandé par le protocole national 2018, cette application permet d’obtenir une médiane des estimations de mortalité (calculée selon les trois modèles statistiques présentés précédemment) encadrée par un intervalle de confiance à 80 % (borne inférieure à 10 % et supérieure à 90 %).



Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Upload complete

Nb lignes lues = 27

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Upload complete

Nombre de lignes lues = 40

Méthode de calcul des intervalles de confiance

☒ Non-paramétrique☐ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

Nombre de cadavres déposés pour étude de la détection =

Nombre de cadavres trouvés pour étude de la détection =

Pourcentage de la surface prospectée =

Calculer

Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

1, 0, 1, 0, 0, ..., 0, 0, 0, 0, 1

Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé) :

7, 4, 8, 5, 9, ..., 5, 8, 6, 7, 9

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	10.24	3.76	19.31	5.73	15.79
Huso	21.66	8.06	40.91	12.12	33.37
Winkelman	16.07	6.02	30.36	8.93	24.76
Jones	22.03	8.19	41.59	12.33	33.93

Impression d’écran de l’interface d’EolApp (<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>)

L’application EolApp analyse les données brutes relevées sur le terrain. Elle se base sur un protocole standardisé, à savoir un nombre défini de prospections sur une ou plusieurs éoliennes, séparées par des pas de temps constants. L’application prend en compte également les données issues des tests mis en œuvre pour évaluer la persistance des cadavres et l’efficacité de recherche.

Les résultats obtenus sont de fait des estimations de la mortalité. En effet, le calcul repose sur des processus d’échantillonnage multiples. Les passages répétés dans le temps sous les éoliennes correspondent à un processus d’échantillonnage et la répartition des mortalités dans le temps est en soit un processus aléatoire. La persistance et la détection des cadavres reposent aussi sur des processus aléatoires. Tous ces processus impliquent une incertitude sur les estimations qui se doit d’être quantifiée.

C’est l’interprétation de l’intervalle de confiance et l’analyse des différents biais éventuels qui permettra d’évaluer la cohérence de l’estimation statistique réalisée. Cet intervalle de confiance est une étendue de valeurs probables dans laquelle se trouve l’estimation de la mortalité. Autrement dit, l’intervalle de confiance encadre la valeur de mortalité estimée par une borne supérieure (valeur à laquelle la mortalité estimée est susceptible d’être inférieure) et une borne inférieure (valeur à laquelle l’estimation de la mortalité est susceptible d’être supérieure). Ici, le niveau de confiance de cet intervalle est de 80%, ce qui signifie qu’il y a 80 chances sur 100 pour que la valeur de l’estimation de la mortalité soit comprise entre la borne inférieure et la borne supérieure. Un intervalle de confiance large attestera alors d’une imprécision de l’estimation statistique et, par conséquent, d’une difficulté d’interprétation des résultats.

⁶ <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>

Les limites de cette méthode sont les suivantes :

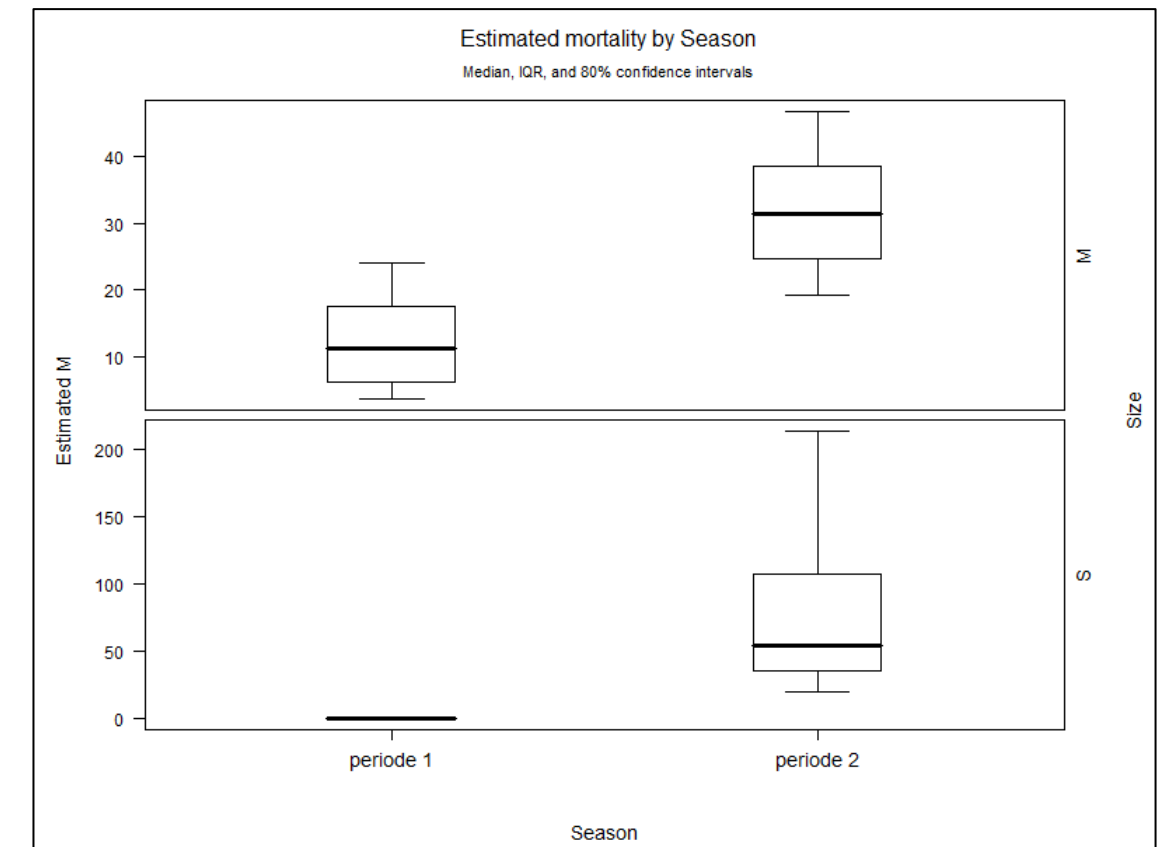
- La correction surfacique (les zones prospectées n'étant pas toujours égales à la surface théorique du protocole) se fait sur l'ensemble des éoliennes tout au long du suivi ou d'une sous-période. Cela a tendance à approximer et/ou lisser la réalité de terrain ;
- L'absence de prise en compte de la taille des carcasses sur leur probabilité de disparition et de détection, que cela soit pour les cadavres comme pour les leurres ;
- Les résultats du test d'efficacité des observateurs sont également globalisés ;
- Les estimateurs utilisés se basent sur des fonctions simples ou exponentielles de la même manière sur l'ensemble des données, ce qui peut avoir tendance soit à la surestimation (Huso/Jones), soit à la sous-estimation (Winkelmann/Erickson).

3.2.3.4 GenEst : estimateur international standardisé

Plus récemment, les spécialistes internationaux que sont **Huso & Dalthorp (USGS)** et **Korner-Nievergelt (Oikostat)**, **trois auteurs cités dans le protocole national 2018**, se sont associés avec d'autres pour mettre à disposition gratuitement une solution informatique (« package ») fonctionnant sous le logiciel⁷ open source R nommée « **GenEst** »⁸. Celle-ci permet d'imbriquer les différents paramètres pour modéliser finement la mortalité (persistance des cadavres, efficacité de la détection, correction surfacique) et **fournir des estimations ajustées selon les variables prises en compte (taille des cadavres, période de l'année, distinction oiseaux / chauves-souris...)**.

Comme demandé par le protocole national 2018, cette application permet d'obtenir une médiane et les intervalles de confiance à 80 % ou 95 % des estimations de mortalité obtenues.

Comme pour EolApp, les calculs reposent sur les données existantes relevées sur le terrain. Ils se basent sur un protocole standardisé, à savoir un nombre de visites défini sur une ou plusieurs éoliennes, pendant lesquelles les cadavres sont recherchés. GenEst utilise également les données issues des tests d'évaluation de la persistance des cadavres et de la détection des observateurs. Cependant, 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 période et par taille de cadavres selon les classes de visibilités des zones prospectées, par exemple).



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

3.3 SUIVI COMPORTEMENTAL DE L'AVIFAUNE

Lors du suivi mené en 2022, une liste des espèces nicheuses sur la zone d'étude et ses abords, ainsi qu'une liste des espèces migratrices et hivernantes ont été établies.

Les prospections ont été menées tôt le matin, en journée et en début de nuit, en fonction de la biologie des espèces, avec une identification à vue et à l'ouïe (écoute des chants et des cris, utilisation de la technique de la « repasse » pour certaines espèces plus difficiles à détecter comme pour les rapaces nocturnes).

Elles ont été réalisées en conjuguant plusieurs méthodes et les protocoles de terrain ont été adaptés aux espèces d'intérêt patrimonial susceptibles d'être présentes :

- Pour la majorité des oiseaux nicheurs (passereaux, espèces communes de plaines...), observations et points d'écoute diurnes et nocturnes de 10 à 15 minutes couplés à des transects à pied. Cette méthode permet une plus grande mobilité des observateurs et une meilleure couverture de la zone d'étude que celle des IPA (Indice Ponctuel d'Abondance). Elle multiplie ainsi les chances de contacts avec les différentes espèces et amène à une meilleure

⁷ <https://www.r-project.org/>

⁸ <https://www.usgs.gov/centers/fresc/science/a-generalized-estimator-estimating-bird-and-bat-mortality-renewable-energy>

connaissance de la répartition des oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial et de la valeur ornithologique des habitats. Lors de ces inventaires, la liste des espèces fréquentant le site et ses abords a été établie. Les prospections ont été effectuées principalement le matin et par météo favorable ;

- Écoutes nocturnes avec utilisation éventuelle de la technique de la repasse sur des itinéraires échantillons pour les oiseaux nocturnes (rapaces nocturnes, Engoulevent d'Europe) ;
- Observations à partir de points hauts en début puis milieu de journée pour les rapaces diurnes et pour le suivi de la migration ;
- Dénombrement tôt le matin ou tard le soir sur des points stratégiques pour les stationnements hivernaux ou les éventuels oiseaux d'eau (pas de milieux favorables ici). Des prospections spécifiques ont également été menées dans les boisements environnants (dortoirs d'espèces sociales : pigeons, corbeaux...).

Au cours des inventaires, toutes les espèces d'intérêt patrimonial ont été précisément localisées et dénombrées et leurs territoires localisés (sites de nidification, zones de chasses, secteurs de rassemblements hivernaux, axes migratoires).

La DREAL Bretagne stipule que la pression minimale d'inventaires doit être de 24 passages.

Comme convenu avec EDPR pour être en conformité avec les exigences de la DREAL Bretagne, 24 passages répartis comme suit ont été réalisés :

- 4 passages en période hivernale les 25/01, 04/02, 17/02 et 26/12 2022 ;
- 4 passages en migration prénuptiale les 17/03, 12/04, 20/04 et 04/05 2022 ;
- 8 passages pour les oiseaux nicheurs les 12/04, 20/04, 04/05, 10/05, 18/05, 30/05, 10/06 et 28/06 2022 ;
- 8 passages en migration postnuptiale les 30/08, 14/09, 05/10, 11/10, 18/10, 25/10, 03/11 et 14/11 2022.

Des représentations cartographiques ont été réalisées. Ces dernières mettent en évidence les espèces remarquables (menacées, rares, certaines protégées, certaines directive Oiseaux) ou/et sensibles à l'éolien, les domaines vitaux, les axes de migration observés, les axes de déplacements locaux, et les secteurs où des regroupements d'espèces à enjeu, sensibles ou présentes en effectifs élevés ont été relevés.

3.4 METHODE D'EVALUATION DES ESPECES FREQUENTANT LE PARC

3.4.1 ÉVALUATION DE L'ENJEU DE CONSERVATION DES ESPECES

Un enjeu de conservation est attribué principalement à partir des listes rouges régionales, nationales et européennes⁹ sur la base du tableau suivant.

Statut de menace/rareté		Niveau d'enjeu régional de l'espèce
CR	Espèce animale en danger critique d'extinction au niveau régional	Très fort
EN	Espèce animale en danger d'extinction au niveau régional	Fort
VU ¹⁰ NT et au moins R	Espèce animale vulnérable au niveau régional Espèce animale quasi-menacée et au moins rare au niveau régional	Assez fort
NT ¹¹ LC mais au moins AR (voire AC)	Espèce animale quasi-menacée au niveau régional Espèce animale non menacée mais peu commune au niveau régional	Moyen
LC	Espèce animale non menacée, souvent assez commune à très commune, parfois assez rare ou rare	Faible
DD, NE	Données insuffisantes ou espèce non évaluée	« Dire d'expert » si possible

Pour les espèces présentes en période de reproduction, la liste rouge utilisée est la liste rouge régionale (des ajustements sont par ailleurs ponctuellement réalisés sur la base du niveau de rareté régional).

Pour les espèces migratrices et hivernantes, l'enjeu est d'abord évalué sur la base de la liste rouge européenne pour les oiseaux, et de la liste rouge nationale pour les chauves-souris car la liste rouge européenne est plus ancienne.

Les espèces à enjeu ou sensibles à l'éolien sont considérées comme telles, qu'elles soient protégées ou non (sachant que toutes les espèces de chauves-souris sont protégées au niveau national).

3.4.2 MESURE DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES

Pour cette étude, la mesure de l'activité des chiroptères repose sur la métrique du contact : un contact est égal à 5 secondes d'activité maximum et peut comprendre une (en général) ou plusieurs (rarement) données d'espèces. Les notions de contact et de données sont équivalentes car lorsqu'une durée de 5 secondes comprend deux espèces, on comptabilise 2 contacts (ou 2 données).

Par la suite, deux indicateurs d'état ont été utilisés :

- Le taux de fréquentation en nombre de contacts cumulés / espèce sur une nuit complète en point fixe ;
- Le taux de fréquentation en nombre de contacts par heure sur l'heure la plus fréquentée de la nuit.

⁹ Protocole national, 2015, p 5 : « Le protocole national en vigueur à ce jour stipule que l'enjeu de conservation s'appuie sur les Listes Rouges préparées sur la base des principes édictés par l'UICN. La liste rouge est utilisée et complétée, au besoin, par une liste rouge régionale, si celle-ci existe. ». Par extrapolation, la Liste Rouge Européenne est également prise en compte pour l'analyse. Le protocole actualisé en 2018 ne revient quant à lui pas sur ces notions.

¹⁰ Certaines espèces vulnérables communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau moyen.
¹¹ Certaines espèces quasi menacées communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau faible.

Ces indicateurs d'état visent le groupe des chauves-souris dans son ensemble ou éventuellement une espèce donnée. Cependant, il n'est pas possible de faire des comparaisons entre espèces du fait de différences éthologiques ou de détectabilité.

Il est à noter que les coefficients de détectabilité des espèces déterminés par Barataud (Barataud, 2015) ne seront pas ici utilisés pour les raisons suivantes. Ces coefficients ont pour objectif une comparaison interspécifique de l'activité. S'agissant d'un parc éolien, il est par exemple inopportun d'attribuer un coefficient réducteur de 0,25 au nombre de contacts de Noctule commune (très sensible à la collision) pour les proportionner avec les contacts d'espèces à « sonar court » (murins, rhinolophes, oreillards... globalement peu sensibles au risque éolien). Le nombre de contacts de noctules obtenu sur un SM4 est un nombre avéré qu'il ne convient pas de réduire par l'usage d'un coefficient de détectabilité sous peine de minimiser les enjeux chiroptérologiques. Rappelons ici que les espèces les plus sensibles à l'éolien figurent parmi les plus détectables en milieu ouvert (80-100 m pour les noctules, 25 m pour les pipistrelles). TBM environnement défendra cette position claire et justifiée sur un plan écologique dans le domaine de l'éolien auprès des services instructeurs si jamais une demande d'utilisation de ces coefficients était formulée.

Il est important de rappeler qu'un résultat obtenu pendant une nuit donnée et en un point donné n'est pas généralisable à l'ensemble de la saison ni à l'ensemble du site étudié. C'est pourquoi il est pertinent de réaliser plusieurs échantillonnages au même point et de réaliser différentes moyennes pour un point donné ou à l'échelle du site d'étude. Le passage d'un indicateur d'état à une échelle de référence pour juger de l'importance de l'activité est un exercice délicat (Francou, 2015). Après une analyse de la pratique en France et des jeux de données bancarisées chez TBM environnement/Écosphère, nous avons retenu deux échelles d'activité selon :

- **Le taux de fréquentation sur l'heure la plus fréquentée de la nuit** (appliqué aux écoutes passives) : cette échelle repose sur une équivalence entre les contacts et le temps. Elle a été élaborée à dire d'expert à partir des données bancarisées à Écosphère mais elle reste subjective comme toute échelle. Des travaux sur les répliques temporels et spatiaux resteraient nécessaires pour affiner l'échelle dans une région donnée en fonction des probabilités d'occurrence et de détectabilité (Froideveaux, Zellweger, Bollmann, & Obrist, 2015).

Taux de fréquentation (temps de présence de chiroptères lors de la meilleure heure)	Nombre de contacts par heure si 1 contact = 5 s
Quasi permanent : > 40 min/h	>480
Très important : 20 à 40 min/h	241 à 480
Important : 10 à 20 min/h	121 à 240
Moyen : 5 à 10 min/h	61 à 120
Faible : 1 à 5 min/h	12 à 60
Très faible : < 1 min/h	1 à 11

- **Le nombre cumulé de contacts sur une nuit complète en point fixe** : cette échelle utilise les quartiles. Elle est issue de l'exploitation des données du GMB (<https://gmb.bzh/activite-chauves-souris/>) excepté pour le Murin de Bechstein dont l'activité est définie selon le référentiel Vigie-Chiro du MNHN. Le référentiel est consultable sur le site Vigie chiro (<http://www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/documents/referentielsvc.pdf>) ;

Enfin, l'activité chiroptérologique par espèce ainsi définie se traduit par les niveaux d'activité présentés dans le tableau suivant.

Niveau d'activité Référentiel breton (GMB)	Niveau d'activité Référentiel national (Vigie-Chiro)
Très forte	Très forte
Forte	Forte
Assez forte	Modérée
Moyenne	
Faible	Faible

L'enregistrement continu des chauves-souris en des points d'écoute fixes ou mobiles comparables permet une mesure de l'activité instantanée qui peut servir à interpréter certains résultats. Il faut ainsi déterminer au mieux ce qui explique les taux de fréquentation les plus importants détectés. Cependant, un faible taux n'est pas significatif car il peut très bien devenir fort dans une autre circonstance de date ou de météorologie par exemple.

3.4.3 ÉVALUATION DE LA SENSIBILITE DES ESPECES A L'EOLIEN

Pour les oiseaux, si de nombreuses descriptions de collisions sont présentées dans des synthèses ou des rapports multiples, il n'y a qu'une seule base de données en Europe avec suffisamment de données pour ce travail. Il s'agit de celle publiée par l'Institut Ornithologique de l'état de Brandenburg (Tobias Dürr)¹². Cette base de données est régulièrement mise à jour, la dernière date du 17 juin 2022 avec un total de 16 557 cadavres recensés dans toute l'Europe géographique (y inclus Norvège, Suisse et Royaume-Uni).

Les données sont collectées sur une base volontaire par des experts (ONG, producteurs éolien, bureaux d'études, etc...). Quelques données remontent à 1989 mais il y a visiblement plus de données récentes comparées aux anciennes périodes à mesure que le travail prend de l'ampleur. Les données présentent quelques limites, notamment car il n'y a pas de protocole spécifique pour collecter les informations de terrain et d'autre part du fait que quelques pays, en particulier l'Allemagne, sont mieux couverts que les autres. Cependant, la couverture n'est pas si mauvaise si on compare les résultats bruts au nombre d'installations onshore dans les différents pays européens. En dépit de l'hétérogénéité de la base de données, des évaluations scientifiques sont possibles grâce au grand nombre de données¹³ (extrapolation, taille de classes, etc...).

Sur les 16 557 cadavres, 15 780 ont été identifiés jusqu'à l'espèce. Les cinq principales espèces concernées par les collisions sont :

- Le Vautour fauve (*Gyps fulvus*) avec 12,38% des cas ;
- Le Goéland argenté (*Larus argentatus*) avec 7,14% des cas ;
- La Buse variable (*Buteo buteo*) avec 6,06 % des cas ;
- Le Milan royal (*Milvus milvus*) avec 5,06 % des cas ;
- La Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) avec 4,4 % des cas.

12

<https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitschwerpunkte/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>

13 C'est le principe des sciences participatives.

Les espèces suivantes avec plus de 2% cas recensés sont dans l'ordre : le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), le Martinet noir (*Apus apus*), le Pygargue à queue blanche (*Haliaeetus albicilla*), l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le Bruant proyer (*Emberiza calandra*) et l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*).

Cependant, pour proposer une liste d'espèces sensibles, il faut aussi prendre en compte la taille de la population, la stratégie de reproduction et la relation entre le nombre de collisions et ces paramètres.

Concernant la taille de la population, la méthode se concentre sur le nombre minimal d'individus¹⁴ matures à un niveau européen comme proposé par la récente liste rouge des oiseaux européens (BirdLife International, 2021). Il s'agit de la plus récente estimation et il est souhaitable de conserver le niveau européen pour intégrer les impacts cumulés et notre responsabilité à cette échelle pour les oiseaux migrateurs. Concernant la stratégie de reproduction et la dynamique de population, il a fallu développer un indicateur tout en sachant que les données précises n'existent pas pour toutes les espèces. Cet indicateur est basé sur 5 classes (0 à 4) :

- Classe 4 : nombre de cadavres supérieur à 1% du nombre minimal d'individus matures européens ;
- Classe 3 : nombre de cadavres supérieur à 0,1% du nombre minimal d'individus matures européens ;
- Classe 2 : nombre de cadavres supérieur à 0,01% du nombre minimal d'individus matures européens ;
- Classe 1 : nombre de cadavres supérieur à 0,001% du nombre minimal d'individus matures européens ;
- Classe 0 : autres cas.

Il a ensuite été proposé un facteur de correction en ajoutant une classe pour les espèces ayant un mauvais état de conservation :

- Espèces avec un mauvais état de conservation selon le rapportage de l'article 12 de la directive oiseaux (période 2013-2018) ou espèces concernées par la catégorie en danger (EN) ou en danger critique d'extinction (CR) dans la liste rouge européenne des oiseaux menacés (BirdLife International, 2021).
- Espèces avec un état de conservation inadéquat ou inconnu selon le rapportage de l'article 12 de la directive oiseaux (période 2013-2018) **ET** concernées par une catégorie vulnérable (VU) avec une population en déclin dans la liste rouge européenne des oiseaux menacés (BirdLife International, 2021).

Niveaux élevés de sensibilité à l'éolien des espèces de l'avifaune européenne

Espèce sensible - classe 4		Espèce sensible - classe 3	
Aigle impérial	<i>Aquila heliaca</i>	Vautour moine	<i>Aegypius monachus</i>
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	Aigle royal	<i>Aquila chrysaetos</i>
Gypaète barbu	<i>Gypaetus barbatus</i>	Tournepierre à collier	<i>Arenaria interpres</i>
Vautour fauve	<i>Gyps fulvus</i>	Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>
Pygargue à queue blanche	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	Buse pattue	<i>Buteo lagopus</i>

¹⁴ Considéré comme meilleur que le maximum ou la meilleure estimation en accord avec le principe de précaution.

Espèce sensible - classe 4		Espèce sensible - classe 3	
Vautour percnoptère	<i>Neophron percnopterus</i>	Sirli de Dupont	<i>Chersophilus duponti</i>
Faisan de Colchide ¹⁵	<i>Phasianus colchicus</i>	Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>
		Busard Saint-Martin	<i>Cirque cyaneus</i>
		Cygne siffleur	<i>Cygnus columbianus</i>
		Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>
		Faucon crécerellette	<i>Falco naumanni</i>
		Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>
		Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
		Huitrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>
		Aigle de Bonelli	<i>Hieraetus fasciatus</i>
		Aigle botté	<i>Hieraetus pennatus</i>
		Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>
		Balbuzard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>
		Ganga unibande	<i>Pterocles orientalis</i>

Quelques précisions concernant cette liste :

- Sur les 82 espèces (9 en classe 4, 21 en classe 3 et 50 en classe 2), on trouve de nombreux rapaces et oiseaux d'eau ;
- Tous les vautours européens de la liste sont parfois concernés par une compétition à un niveau local entre les zones de nourrissage artificielles et la construction de parcs éoliens ;
- Quelques espèces sensibles peuvent ne pas être présentes parce que leur population est principalement incluse dans des sites Natura 2000 avec un faible nombre d'éoliennes (par exemple les outardes) d'où une absence de collisions ;
- Concernant les rapaces, la période de migration est une période de collision avec des trajets migratoires régulièrement dispersés le long de larges corridors (quelques zones de goulots d'étranglement sont désignées comme sites Natura 2000) ;
- Le cas du Goéland argenté (*Larus argentatus*) est intéressant car c'est aussi une espèce offshore (avec de plus une nouvelle menace actuelle avec de nombreux individus victimes de la grippe aviaire - H5N1).

La liste finale peut être légèrement réduite :

- 2 espèces ont une aire de répartition restreinte (en Espagne) ;
- Le cas du Faisan de Colchide (*Phasianus colchicus*) est particulier car introduit à l'aire romaine et toujours lâché pour la chasse aujourd'hui (il n'y aurait pas de population naturelle significative ?) ;
- Pour le Busard cendré (*Circus pygargus*), le nombre de collisions connues de 74 est biaisé par la très faible garde au sol dans les anciens parcs éoliens (22 cas dans le parc français d'Aumelas et 20 cas autour de Tarifa au sud de l'Espagne). Ailleurs, les collisions restent rares. Néanmoins, la tendance actuelle montre de nouveau un abaissement des gardes au sol avec une augmentation globale de la taille des machines.

¹⁵ Espèce faisant l'objet de nombreux programmes de relâcher pour la chasse.



En complément, la loi de la fédération allemande pour la conservation de la nature (BNatSchG) a été modifiée le 20/07/2022 pour définir une liste de 15 espèces sensibles dans le cadre de l'énergie éolienne. Trois zones tampons autour de sites de reproduction sont proposées :

- Une distance de courte portée où le risque de collision est significatif ;
- Une distance de zone de contrôle où des études doivent démontrer si le risque est significatif ou non, sachant que les mesures de bridage définies dans la loi (bridage dynamique, bridage statique ou bridage durant les travaux agricoles) peuvent réduire le risque à un niveau acceptable.
- Une distance élargie où le risque n'est pas significatif sauf si des études ont démontré que les espèces utilisent les parcs éoliens avec aucune possibilité claire de réduire le risque par mesures de bridage.
- Dans les autres cas, le risque n'est pas considéré comme significatif.

La liste allemande a ajouté 7 espèces à notre liste basée sur les classes 3 et 4¹⁶. Enfin, pour quelques espèces (par exemple le Busard cendré, *Circus pygargus*), le risque de collision est défini comme dépendant de la hauteur du rotor (moins de 30 mètres de hauteur proche de 100 km de la côte, moins de 50 mètres dans les zones planes plus lointaines ou moins de 80 mètres en région collinaire).

Enfin, le tableau ci-dessous présente les espèces pour lesquelles le niveau de sensibilité est moyen selon la méthode décrite ci-dessus.

Niveau moyen de sensibilité à l'éolien des espèces de l'avifaune européenne

Espèces sensibles - classe 2			
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>	Pie-grièche grise	<i>Lanius excubitor</i>
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	Pie-grièche méridionale	<i>Lanius meridionalis</i>
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Goéland d'Audouin	<i>Larus audouinii</i>
Oie des moissons	<i>Anser fabalis</i>	Goéland pontique	<i>Larus cachinnans</i>
Martinet pâle	<i>Apus pallidus</i>	Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Linotte à bec jaune	<i>Linaria flavirostris</i>
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	Canard siffleur	<i>Mareca penelope</i>
Fuligule milouinan	<i>Aythya marila</i>	Milan noir	<i>Milvus migrans</i>
Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	Grande outarde	<i>Otis tarda</i>
Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Pélican blanc	<i>Pelecanus onocrotalus</i>
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>
Cigogne noire	<i>Ciconia nigra</i>	Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Ganga cata	<i>Pterocles alchata</i>
Coucou geai	<i>Clamator glandarius</i>	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>
Aigle pomarin	<i>Clanga pomarina</i>	Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>
Cygne chanteur	<i>Cygnus cygnus</i>	Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	Sterne naine	<i>Sternula albifrons</i>

¹⁶ Hibou des marais (*Asio flammeus*), Cigogne noire (*Ciconia nigra*), Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), Aigle pomarin (*Clanga pomarina*), Faucon hobereau (*Falco subbuteo*), Milan noir (*Milvus migrans*) et Bondrée apivore (*Pernis apivorus*).

Espèces sensibles - classe 2			
Elanion blanc	<i>Elanus caeruleus</i>	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>
Faucon kobez	<i>Falco vespertinus</i>	Outarde canepetière	<i>Tetrax tetrax</i>
Cochevis de Thekla	<i>Galerida theklae</i>	Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>
Glaréole à collier	<i>Glareola pratincola</i>	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>
Lagopède des saules	<i>Lagopus lagopus</i>	Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>

Pour les chiroptères, l'impact de la mortalité causée par les éoliennes est considéré comme important pour la conservation des chiroptères en Europe. Deux causes de mortalité ont été décrites : collisions avec les pales et le barotraumatisme causé par la réduction rapide de la pression de l'air à proximité des pales. De nombreuses collisions ont été signalées dans les rapports scientifiques ou dans des études techniques et il y a deux bases de données en Europe avec assez de données pour ce travail :

- La première est publiée par l'institut ornithologique de l'état de Brandenburg (T. Dürr) et a déjà été décrite dans le chapitre sur les oiseaux. Cette base de données est régulièrement mise à jour et la dernière a été publiée le 17 juin 2022 avec un total de 11 017 cadavres provenant de pays de toute l'Europe. Comme pour les oiseaux, les zones offshore n'ont pas été prises en compte.
- La seconde est publiée par Eurobats et est régulièrement mise à jour sur la même base que la précédente. Cependant, les sources d'informations peuvent varier et il y a à la fois des données communes et différentes incluses dans les fichiers. Le dernier ajout remonte à mars 2021 avec un total de 12 316 collisions de chauve-souris provenant de pays de toute l'Europe pour la période 2003-2020.

Il est nécessaire de rappeler que les chiffres ne reflètent pas la réelle étendue de la mortalité causée par les éoliennes. Comme souligné par Eurobats, ils sont basés sur les décès recensés et non pas sur la mortalité effective qui est calculé en prenant en compte différentes sources de biais comme l'effort de recherche, la disparition des cadavres par les prédateurs/charognards, la performance de la personne en charge du suivi et le pourcentage d'espaces réellement prospectés.

La base de données préparée par T. Dürr inclue des données d'Eurobats seulement pour celles où une comparaison est possible. La base de données Eurobats est plus exhaustive pour l'Espagne en particulier. Pour la présente approche, il a été considéré le maximum de chacune des deux bases de données : 13 011 cas de mortalité de chiroptères au total. Pour les cadavres, seulement 9 254 ont été identifiés à l'espèce car c'est parfois difficile ou impossible d'identifier les espèces sur le terrain ou en laboratoire. C'est illustré pour quelques espèces de Pipistrelle dans le tableau suivant :

Exemple du nombre de cadavres identifiés à l'espèce pour le genre *Pipistrellus*

Espèces	Cas de mortalité (période entière de suivi)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2569
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> / <i>pygmaeus</i>	1690
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	456



Deux genres de chiroptères semblent cependant largement concernés par les collisions : *Nyctalus* spp et *Pipistrellus* spp. Rappelons qu’il existe une variabilité selon les Etats qui tient aux populations locales présentes. Ainsi, si les noctules sont réputées pour leur sensibilité en Allemagne, en France ce sont de loin les cas de mortalité de pipistrelles qui dominent.

Un autre gros problème est qu’il y a un il y a un important manque de connaissances sur l’état des populations. Comme il est impossible d’intégrer la taille de la population dans le processus d’élaboration, il a simplement été utilisé une approche fréquentielle avec un indicateur basé sur 5 classes (0 à 4) :

- Classe 4 : nombre de cadavres représentant environ **15 %** du nombre total de cas de mortalité de chiroptères en Europe ;
- Classe 3 : nombre de cadavres représentant environ **10 %** du nombre total de cas de mortalité de chiroptères en Europe ;
- Classe 2 : nombre de cadavres représentant environ **5 %** du nombre total de cas de mortalité de chiroptères en Europe ;
- Classe 1 : nombre de cadavres représentant environ **1 %** du nombre total de cas de mortalité de chiroptères en Europe ;
- Classe 0 : autres cas.

Avec la taille de la base de données actuelle, l’hypothèse est que la fréquence ne va pas varier fortement dans le futur (même si quelques espèces pourrait passer au-delà du seuil comme la Pipistrelle de Kuhl, *Pipistrellus kuhlii*). Si la taille de la base de données augmente fortement, les seuils devront néanmoins être révisés.

Comme pour les oiseaux, il a été suggéré un facteur de correction en ajoutant une ou deux classes pour les espèces en mauvais état de conservation :

- Deux classes pour les espèces au statut “En danger” (EN) en prenant en compte la dernière liste rouge européenne des mammifères menacés de l’UICN (2007) sachant qu’ils ont un mauvais état de conservation ou un état de conservation dégradé dans le rapportage art.17 de la directive Habitats (Noctule des Açores (*Nyctalus azoreum*), Pipistrelle de Madère (*Pipistrellus maderensis*) et Oreillard de Ténérife (*Plecotus teneriffae*)).
- Une classe pour les espèces avec un mauvais état de conservation ou un état de population dégradé pour la plupart des zones biogéographiques dans le rapportage art.17 de la directive Habitats.

Il a été suggéré de considérer les classes 3 et 4 pour les espèces sensibles avec une possibilité d’ajouter la classe 2 lorsque cela concerne des espèces insulaires ou des espèces peu communes comme la Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*). Les résultats sont proposés dans le tableau suivant :

Niveaux de sensibilité à l'éolien des chiroptères européens					
Classe 4		Classe 3		Classe 2	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>			Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>			Noctule des Açores	<i>Nyctalus azoreum</i>
				Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>

Classe 4	Classe 3	Classe 2	
		Pipistrelle de Madère	<i>Pipistrellus maderensis</i>
		Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>
		Oreillard de Ténérife	<i>Plecotus teneriffae</i>
		Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>

3.4.4 EVALUATION DE LA PORTEE DE L'IMPACT

La portée de l’impact correspond à l’ampleur de l’impact sur une composante des populations locales ou européennes (impact cumulé) dans le temps et dans 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, ou du flux migratoire en altitude. D’une façon générale, elle dépend notamment de la durée, de la fréquence, de la réversibilité ou de l’irréversibilité de l’impact, de la période de survenue de cet impact, ainsi que du nombre d’individus ou de la surface impactés, en tenant compte des éventuels cumuls d’impacts.

Concernant l’éolien, les effets sont principalement liés aux choix d’implantation des éoliennes par rapports aux habitats favorables (haies, lisières, boisements, milieux aquatiques) et aux axes/routes de vol/migration (perpendiculaire ou parallèle), les caractéristiques du modèle d’éolienne (hauteur de la nacelle, diamètre du rotor…), et les conditions de fonctionnement (période, plage horaire, paramètres météorologiques, bruits).

Pour les chiroptères, les trois niveaux de portée sont définis de la façon suivante :

- **Fort** : lorsque l’activité de l’espèce concernée est au moins forte ou supérieure au quantile 75 % sur le point d’étude (cas des chauves-souris), ou lorsque la fonctionnalité écologique des populations locales est impactée de façon importante (nombre de cas de collision avéré et estimé importants, par espèce ou par groupe d’espèces) ;
- **Moyen** : lorsque l’activité de l’espèce concernée est moyenne ou comprise entre les quantiles 25 et 75 % sur le point d’étude (cas des chauves-souris), ou lorsque la fonctionnalité écologique des populations locales est impactée de façon modérée ou plus ou moins limitée (nombre de cas de collision avéré et estimé moyens, par espèce ou par groupe d’espèces) ;
- **Faible** : lorsque le nombre de contacts de l’espèce est faible ou non significatif ou inférieur au quantile 25 % (cas des chauves-souris), ou lorsque la fonctionnalité écologique des populations locales est impactée de façon marginale (nombre de cas de collision avéré et estimé faible, par espèce ou par groupe d’espèces).

Cette portée issue de l’activité à hauteur de nacelle est pondérée au regard des collisions avérées (nombre de cadavres sur le parc).

Pour les oiseaux, les trois niveaux de portée sont ainsi :

- **Fort** : lorsque le nombre d’individus ou la fonctionnalité écologique de la population (locale ou à une échelle plus large) est impactée de façon importante et irréversible dans le temps ;
- **Moyen** : lorsque le nombre d’individus ou la fonctionnalité écologique de la population (locale ou à une échelle plus large) est impactée de façon modérée et temporaire ;

- Faible** : lorsque le nombre d'individus ou la fonctionnalité écologique de la population (locale ou à une échelle plus large) est impactée de façon marginale et très limitée dans le temps.

3.4.5 ÉVALUATION DES NIVEAUX D'IMPACTS

L'évaluation des impacts s'opère en deux étapes :

- en croisant sensibilité et portée, on obtient d'abord l'intensité ;
- en croisant l'enjeu des espèces avec cette intensité, on obtient le niveau d'impact.

Définition des niveaux d'intensité de l'effet négatif

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

Finalement, 6 niveaux d'impact ont été définis comme indiqué dans le tableau suivant :

Définition des niveaux d'impacts

Intensité de l'impact	Niveau d'enjeu impacté				
	Très Fort	Fort	Assez Fort	Moyen	Faible
Forte	Très Fort	Fort	Assez Fort	Moyen	Moyen ou Faible
Assez forte	Fort	Assez Fort	Moyen	Moyen ou Faible	Faible
Moyenne	Assez Fort	Moyen	Moyen ou Faible	Faible	Négligeable
Faible	Moyen	Moyen ou Faible	Faible	Négligeable	Négligeable

3.5 METHODE DE DEFINITION DES IMPACTS ET DES MESURES DE REDUCTION ADAPTEES AU PARC

La **sensibilité des espèces présentes**, les **activités enregistrées à hauteur de nacelle** et le **nombre de cadavres recensés sur le parc** permettent, *in fine*, d'aboutir à une **évaluation des impacts avérés (collision et barotraumatisme)** et à la **définition de mesures de réduction** (arrêt programmé des éoliennes en périodes sensibles, modification de l'assolement...). L'arrêt programmé des machines (ou bridage) des éoliennes est la principale mesure de réduction de l'impact de collision des chauves-souris et des oiseaux.

Des algorithmes de bridage sont ainsi définis en fonction des périodes d'activité des espèces (mois de l'année, heures de la nuit) et des **conditions météorologiques dans lesquelles se déroule cette activité** (vitesse du vent et température).



4. RESULTATS ET INTERPRETATION DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

4.1 RESULTATS ET INTERPRETATION DU SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS EN NACELLE

4.1.1 VALIDITE DU MATERIEL UTILISE

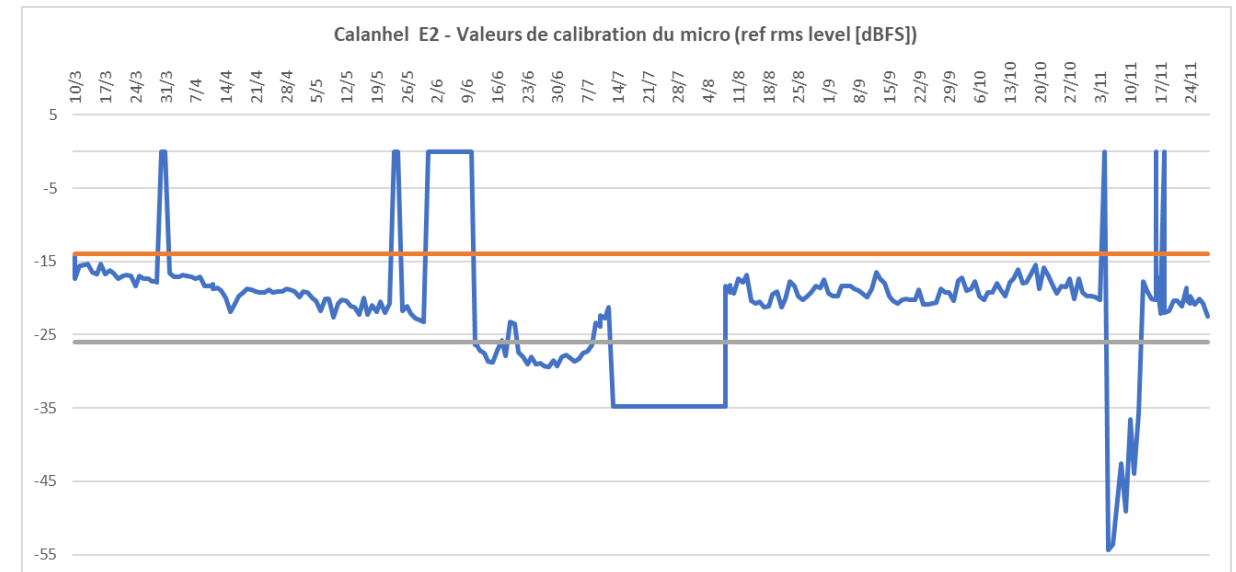
Le micro du Batmode S+ et notamment sa capsule exposée aux intempéries extérieures peuvent montrer des variations de sensibilité et ainsi affecter la bonne détectabilité des ultrasons émis par les chauves-souris. Un test de calibration quotidien, à midi, a automatiquement été effectué pour vérifier la qualité du micro tout au long du suivi. Les graphiques ci-après présentent les variations des résultats de la sensibilité mesurée des micros des Batmodes S+ de E02 et E09. Les horizontales rouges et grises sur ces graphiques représentent les limites supérieures et inférieures de valeurs considérées comme bonnes selon le constructeur (± 6 dBFS autour de la valeur initiale de la calibration certifiée soit une fourchette de ± 12 dBFS comprise entre -14 et -26 dBFS). Les baisses ponctuelles de sensibilité peuvent s'expliquer notamment par la présence de poussière ou d'humidité (brouillard, condensation) sur la capsule du micro.

Pour le suivi acoustique sur l'éolienne E02, le micro a été opérationnel du 10 mars au 22 mai 2022 puis du 9 août au 3 novembre 2022. En effet, le Batmode a été déconnecté du 30 au 31 mars, du 23 au 24 mai, du 31 mai au 10 juin, du 13 juillet au 8 août, et enfin les 4, 16 et 18 novembre 2022. Des épisodes de pertes de sensibilité plus ou moins importante du micro sont à noter notamment du 11 au 16 juin (en moyenne 1,3 dBFS en dessous de la limite basse), le 18 juin (1,9 dBFS en dessous de la limite basse), du 21 juin au 8 juillet (en moyenne 2,2 dBFS en dessous de la limite basse) et du 5 au 12 novembre 2022 (en moyenne 19,4 dBFS en dessous de la limite basse).

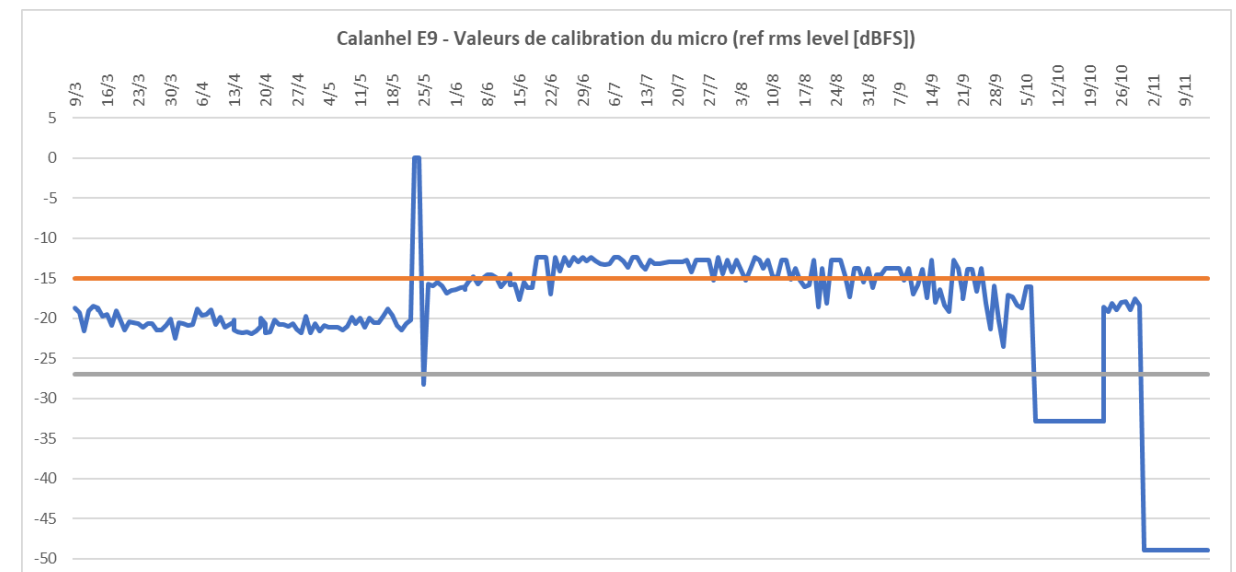
Sur 263 nuits suivies, du 10 mars au 28 novembre 2022, 186 nuits sont comprises dans les valeurs seuils de référence. Cela représente 70,7% des nuits qui sont optimales en termes de sensibilité de micro.

Pour le suivi acoustique sur l'éolienne E09, le micro a été opérationnel du 10 mars au 22 mai 2022 et du 23 au 30 octobre 2022. Le micro a été globalement opérationnel du 26 mai au 22 juin 2022 et du 17 août au 6 octobre 2022. En effet, le Batmode a été déconnecté du 23 au 24 mai comme pour E02, puis du 7 au 22 octobre et du 31 octobre au 14 novembre 2022. Un épisode long de perte de sensibilité est à noter du 23 juin au 27 juillet 2022 (en moyenne 2,1 dBFS au-dessus de la limite haute). Par ailleurs, la sensibilité du micro s'est révélée trop élevée sur quelques nuits anecdotiques et trop faible sur la nuit du 25 mai 2022 (1,2 dBFS en dessous de la limite basse).

Sur 249 nuits suivies, du 10 mars au 14 novembre 2022, 149 nuits sont comprises dans les valeurs seuils de références. Cela représente 59,6 % des nuits qui sont optimales en termes de sensibilité de micro.



Valeurs de calibration quotidienne du micro du Batmode S+ placé sous la nacelle E02 (ref rms level [dBFS])



Valeurs de calibration quotidienne du micro du Batmode S+ placé sous la nacelle E09 (ref rms level [dBFS])

4.1.2 DESCRIPTIONS DES ACTIVITES ENREGISTREES

4.1.2.1 Bilan par mois et par espèce

Les tableaux suivants compilent les totaux de contacts par mois pour chaque espèce ou groupe d'espèces sur les éoliennes E02 et E09.

Activités mensuelles enregistrées du 10 mars au 28 novembre 2022 depuis la nacelle de E02 (le nombre de nuits suivies est indiqué entre parenthèses)

Mois	Noctule de Leisler	Sérotules	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Oreillard indéterminé	Total
Mars 2022 (22 nuits)						0
Avril 2022 (30 nuits)		1	136			137
Mai 2022 (31 nuits)			4			4
Juin 2022 (30 nuits)			12	1		13
Juillet 2022 (31 nuits)						0
Août 2022 (31 nuits)	2	3	47			52
Septembre 2022 (30 nuits)		3	488		6	497
Octobre 2022 (31 nuits)		13	6025	68		6106
Novembre 2022 (27 nuits)						0
Total	2	20	6712	69	6	6809

Sur l'éolienne E02, durant ce suivi 2022, 6 809 contacts de chauves-souris ont été enregistrés par le Batmode S+ placé au niveau de la nacelle. L'espèce la plus contactée est la Pipistrelle commune, puis la Pipistrelle de Kuhl. Une plus forte fréquentation est visible au mois d'octobre, avec un total mensuel de 6 106 contacts, ce qui représente près de 90 % de l'effectif annuel. Cette fréquentation importante s'explique par l'activité enregistrée lors de la nuit du 6 octobre 2022 qui recense 5 787 contacts de Pipistrelle commune, 65 contacts de Pipistrelle de Kuhl et 13 contacts de sérotules. Cet effectif remarquable et soudain peut être représentatif de mouvements importants de migration. On peut également noter le mois de septembre qui recense près de 500 contacts de chauves-souris avec notamment la nuit du 22 septembre 2022 où 438 contacts de Pipistrelle commune ont été enregistrés. Le reste des mois suivis ont une plus faible activité.

Sur cette année de suivi, le groupe des pipistrelles (composé principalement de la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl) est le groupe le plus largement représenté sur tous les mois suivis. Seulement 2 contacts de Noctules de Leisler auront été identifiées avec certitude au mois d'août. La présence de 6 contacts d'Oreillards, enregistrés au début du mois de septembre, est inhabituelle à hauteur de nacelle puisqu'il s'agit d'une espèce de bas à moyen vol.

Les premières espèces contactées à partir du mois d'avril sont la Pipistrelle commune et un individu appartenant au groupe des sérotules. Le mois de juin recense le premier contact de Pipistrelle du Kuhl. Cette dernière est beaucoup plus présente au mois d'octobre avec 68 contacts enregistrés, notamment durant la nuit du 6 octobre.

Aucune espèce n'a été contactée durant les mois de mars, juillet et novembre. Pour le mois de juillet, cela peut s'expliquer par l'épisode long de déconnection du Batmode S+ et de perte de sensibilité du micro laissant ainsi seulement 4 nuits pour ce mois où la sensibilité du micro a été optimale pour la détection des chauves-souris.

Activités mensuelles enregistrées du 10 mars au 14 novembre 2022 depuis la nacelle de E09 (le nombre de nuits suivies est indiqué entre parenthèses)

Mois	Noctule de Leisler	Sérotules	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	Oreillard indéterminé	Total
Mars 2022 (22 nuits)							0
Avril 2022 (30 nuits)			67	3	3		73
Mai 2022 (31 nuits)			11				11
Juin 2022 (30 nuits)		2	58	11	5		76
Juillet 2022 (31 nuits)		4	23				27
Août 2022 (31 nuits)		22	44	11			77
Septembre 2022 (30 nuits)	2		135	38		7	182
Octobre 2022 (31 nuits)			200				200
Novembre 2022 (13 nuits)							0
Total	2	28	538	63	8	7	646

Sur l'éolienne E09, durant ce suivi 2022, 646 contacts de chauves-souris ont été enregistrés par le Batmode S+ placé au niveau de la nacelle. C'est environ 10 fois moins que l'éolienne E02. Tout comme pour l'éolienne E02, l'espèce la plus contactée est la Pipistrelle commune, puis la Pipistrelle de Kuhl. Une plus forte fréquentation est également visible au mois d'octobre mais dans une plus faible mesure par rapport à E02 avec la nuit du 6 octobre qui recense 198 contacts de Pipistrelle commune. Comme pour l'éolienne E02, le mois de septembre est le second mois avec la plus forte fréquentation du parc, avec 182 contacts toutes espèces confondues. La diversité spécifique est plus riche sur E09 avec une espèce en plus, à savoir la Pipistrelle de Nathusius, qui a été enregistrée durant les mois d'avril et de juin.

Sur cette année de suivi, le groupe des pipistrelles (composé principalement de la Pipistrelle commune, de la Pipistrelle de Kuhl et de la Pipistrelle de Nathusius) est également le groupe le plus représenté. En outre, seulement 2 contacts de Noctules de Leisler auront été identifiées avec certitude au mois de septembre. Tout comme pour E02, la présence de 7 contacts d'Oreillards a été recensé durant le mois de septembre.

Les premières espèces contactées à partir du mois d'avril sont la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius. Le groupe des sérotules n'apparaît qu'à partir du mois de juin et celui des Oreillards au mois de septembre. 2 contacts de Noctules de Leisler ont été recensés avec certitude au mois de septembre.

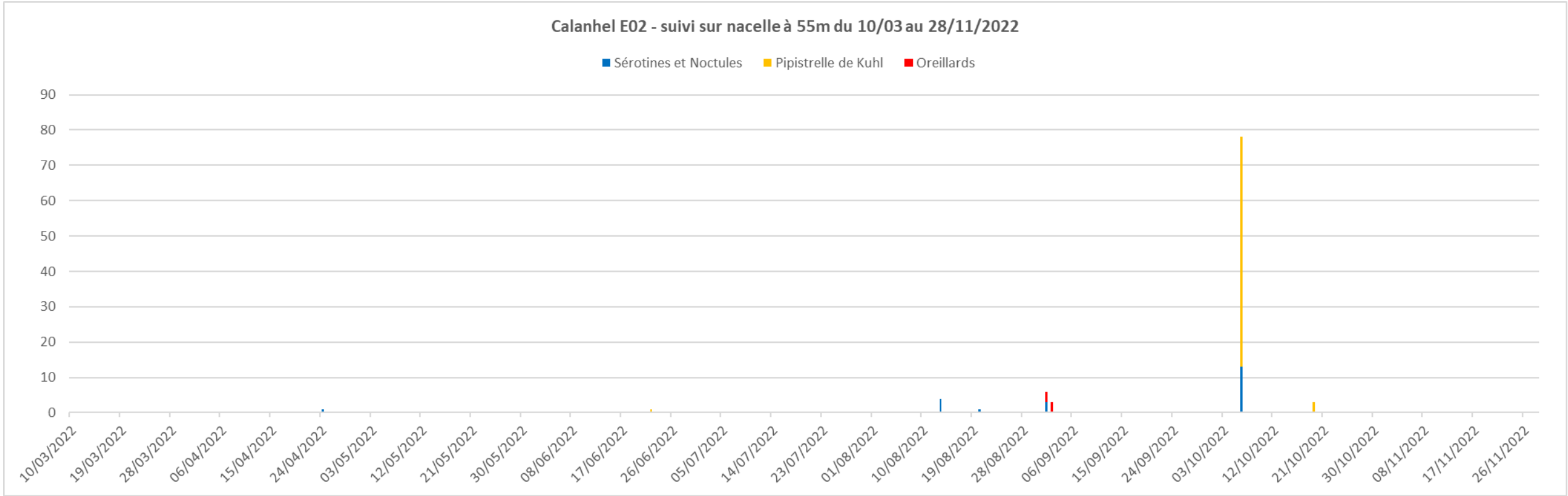
Aucune espèce n'a été contactée durant les mois de mars et de novembre. Pour le mois de novembre, cela peut s'expliquer par la déconnection du Batmode S+ qui débuta du 30 octobre jusqu'à la fin de la période d'enregistrement du Batmode S+, le 14 novembre 2022.

4.1.2.2 Chronologie de l'activité

Les graphiques ci-dessous présentent la chronologie quotidienne des suivis de E02 et E09.

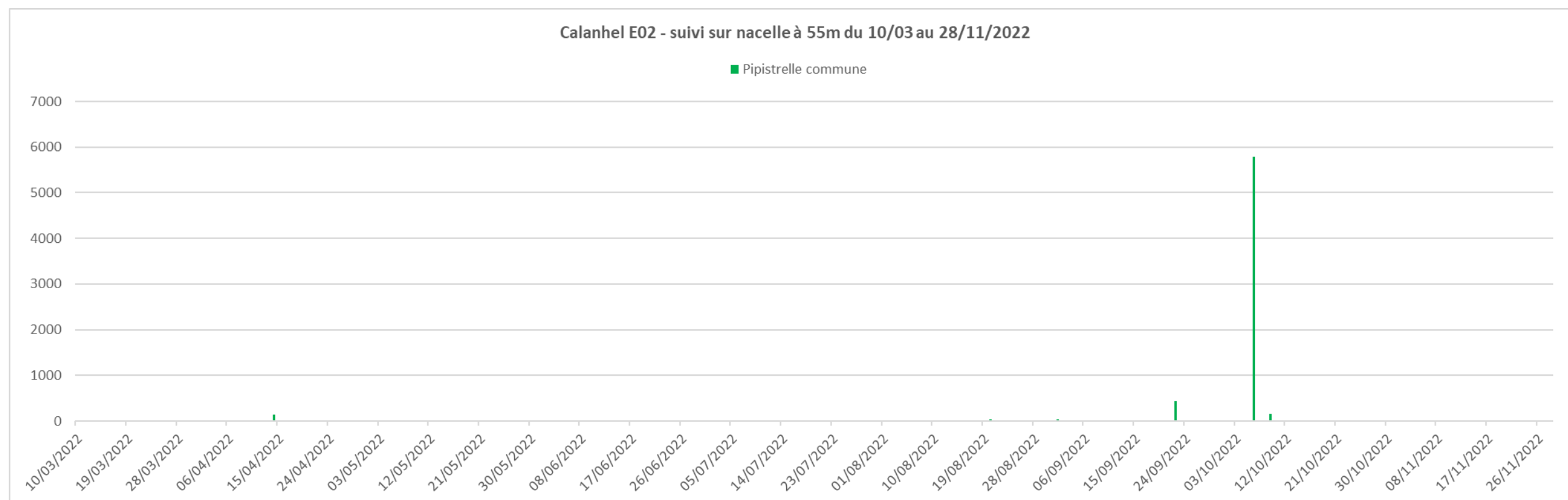
Sur l'éolienne E02, toute l'activité (toutes espèces confondues) se situe entre le 14 avril et le 19 octobre 2022. Cependant, les contacts sont très sporadiques et seules 4 nuits dépassent les 40 contacts à savoir : le 14 avril (135 contacts), le 22 septembre (438 contacts), le 6 octobre (5865 contacts) et le 9 octobre 2022 (160 contacts). Les 20 autres nuits qui comptabilisent au moins 1 contact ne dépassent pas la barre des 40 contacts. Pour des raisons d'affichage, la Pipistrelle commune est affichée indépendamment des autres espèces.

Sur l'éolienne E09, l'activité est plus faible et se situe (toutes espèces confondues) entre 14 avril et le 6 octobre 2022. Cette éolienne comptabilise plus de nuits avec au moins 1 contacts par rapport à l'éolienne E02. Cela peut s'expliquer par une meilleure sensibilité du micro du Batmode S+ sur cette éolienne, par rapport à E02. Seules 4 nuits dépassent les 50 contacts à savoir : le 14 avril (73 contacts), le 1^{er} septembre (69 contacts), le 10 septembre (88 contacts) et le 6 octobre (198 contacts). Les 30 autres nuits qui comptabilisent au moins 1 contacts ne dépassent pas la barre des 50 contacts.

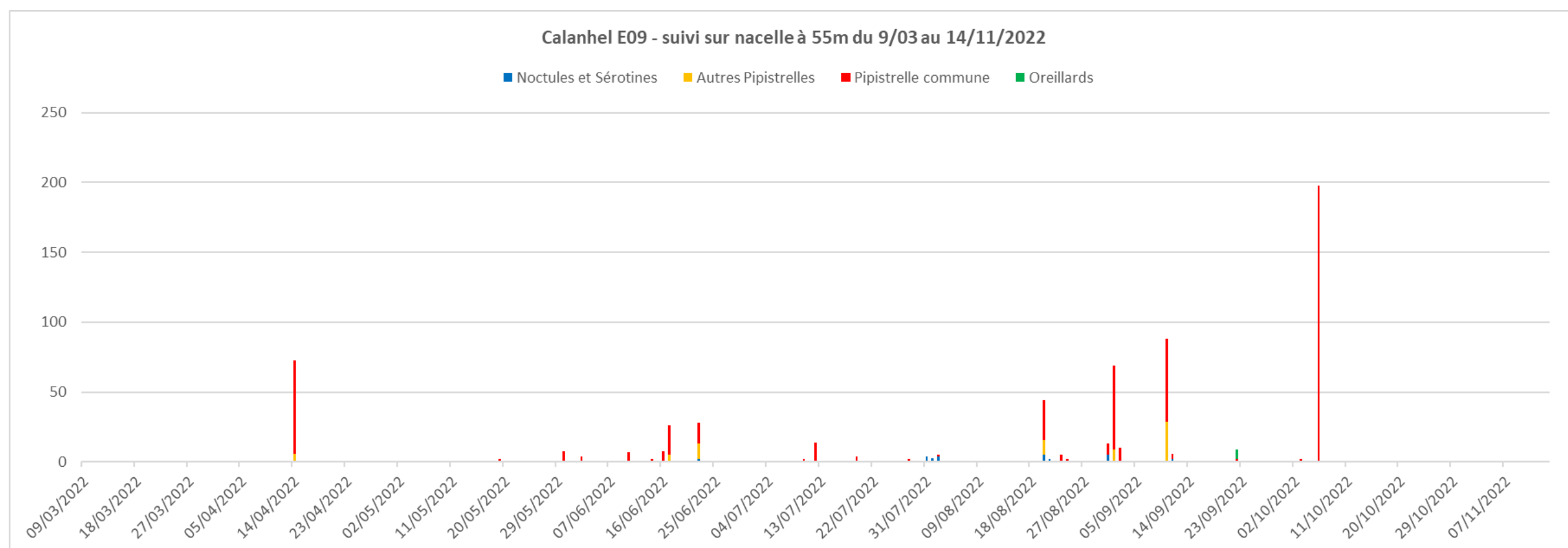


E02 : Chronologie de l'activité quotidienne du suivi acoustique depuis la nacelle (sans la Pipistrelle commune)





E02 : Chronologie de l'activité quotidienne du suivi acoustique depuis la nacelle (Pipistrelle commune uniquement)



E09 : Chronologie de l'activité quotidienne du suivi acoustique depuis la nacelle

4.1.2.3 Répartition de l'activité selon l'heure de la nuit

Pour E02, du mois d'avril à septembre, l'activité est globalement concentrée sur les 4 premières heures de la nuit. Le mois d'octobre démontre une activité répartie de manière homogène tout au long de la nuit (avec une diminution de celle-ci sur les heures avant le lever du soleil) mais ces résultats sont le produit du biais occasionné par l'exceptionnelle activité de la nuit du 6 octobre. On peut noter que près de 50% de l'activité cumulée se situe en effet sur les 4 premières heures de la nuit.

E02 : Nombre de contacts en fonction de l'heure après le coucher du soleil pour toute la période du suivi

Heure après le coucher du soleil	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total général	% cumulés
Heure du coucher du soleil à +1h	-	2	4	-	-	6	17	176	-	205	3,0
+1h à +2h	-	-	-	1	-	32	31	840	-	904	16,3
+2h à +3h	-	3	-	2	-	10	436	824	-	1275	35,0
+3h à +4h	-	112	-	5	-	2	1	792	-	912	48,4
+4h à +5h	-	17	-	5	-	-	6	774	-	802	60,2
+5h à +6h	-	3	-	-	-	-	3	769	-	775	71,6
+6h à +7h	-	-	-	-	-	2	-	603	-	605	80,5
+7h à +8h	-	-	-	-	-	-	-	591	-	591	89,1
+8h à +9h	-	-	-	-	-	-	3	337	-	340	94,1
+10h à +11h	-	-	-	-	-	-	-	220	-	220	97,4
+11h à +12h	-	-	-	-	-	-	-	86	-	86	98,6
+12h à +13h	-	-	-	-	-	-	-	94	-	94	100,0
Total général	0	137	4	13	0	52	497	6106	0	6809	

Pour E09, du mois de mai à octobre, l'activité est globalement concentrée sur les 3 premières heures de la nuit. Le mois d'avril démontre une activité répartie entre la troisième et la cinquième heure de la nuit.

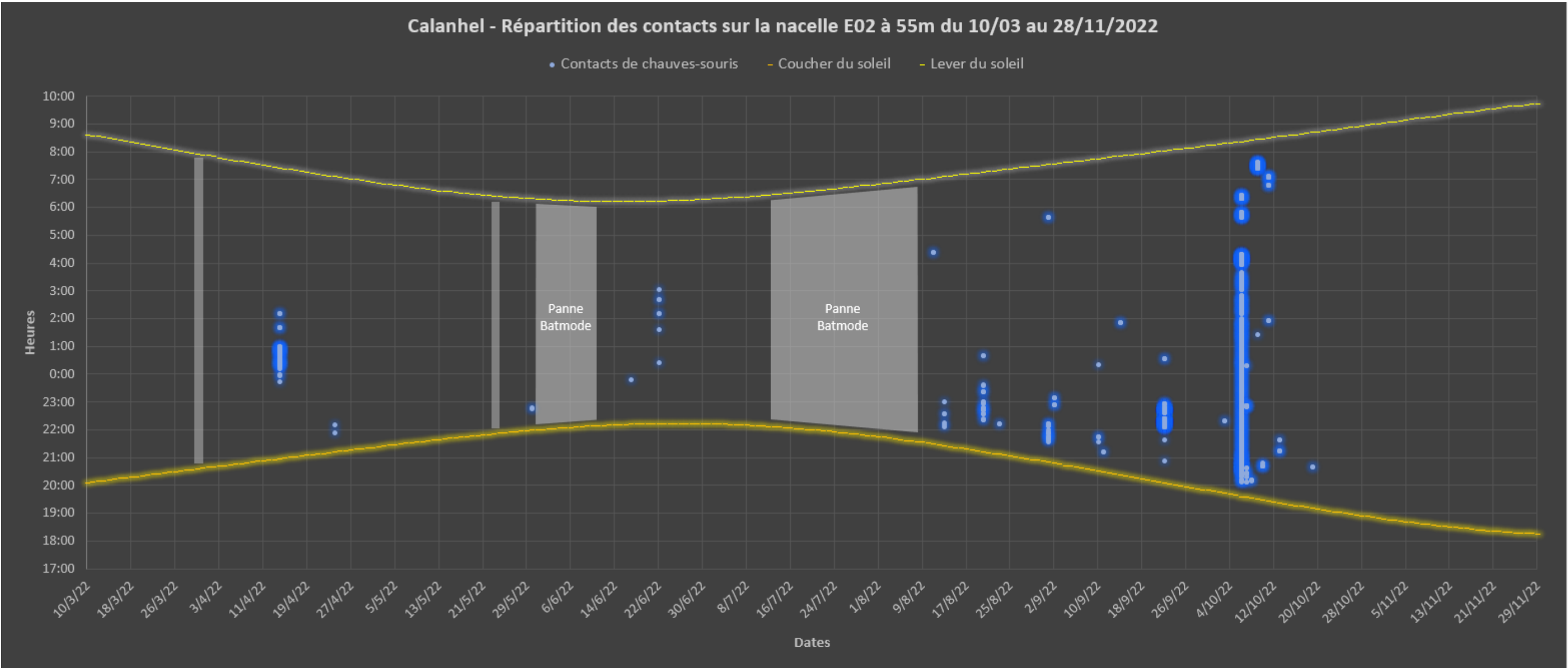
On peut noter que plus de 75 % de l'activité cumulée se situe en effet sur les 3 premières heures de la nuit.

E09 : Nombre de contacts en fonction de l'heure après le coucher du soleil pour toute la période du suivi

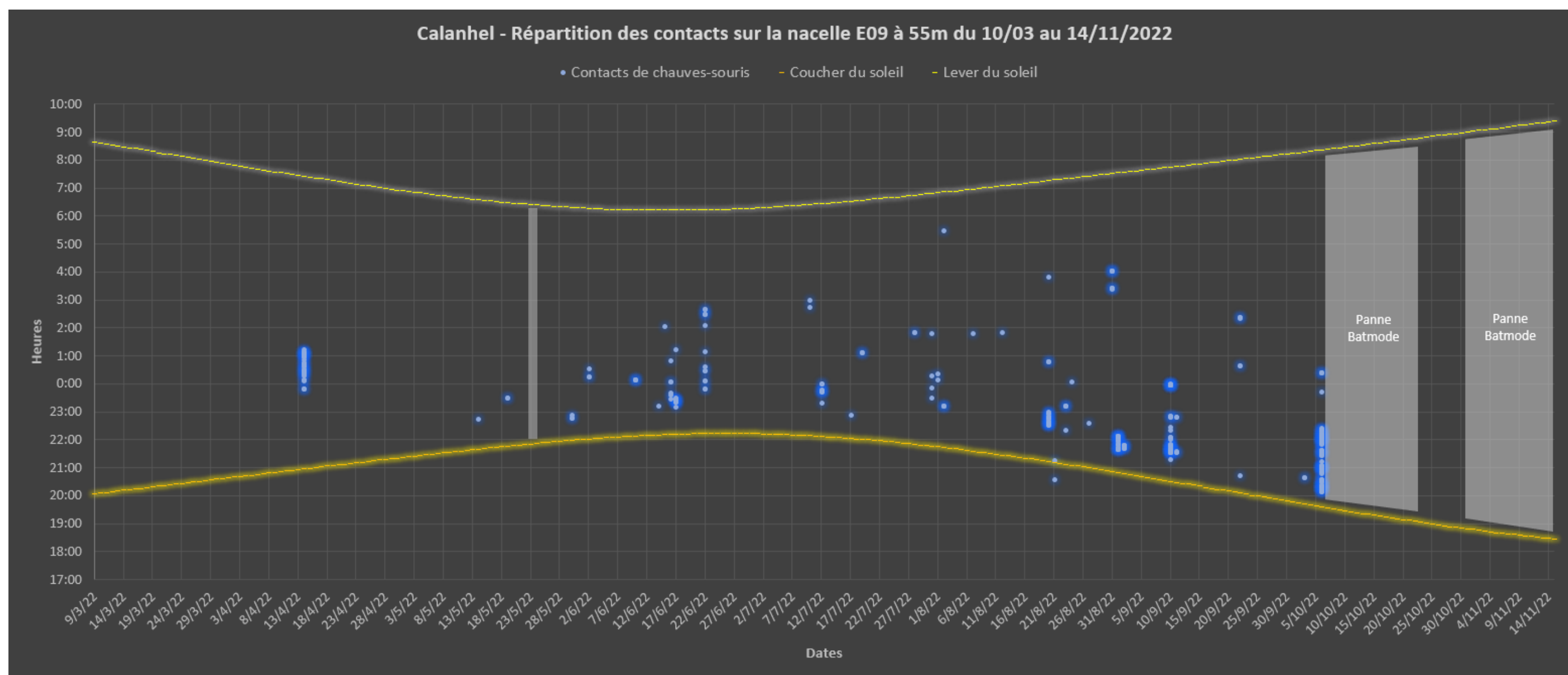
Heure après le coucher du soleil	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total général	% cumulés
-1h avant l'heure du coucher du soleil	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0,2
Heure du coucher du soleil à +1h	-	-	8	2	1	1	35	44	-	91	14,2
+1h à +2h	-	-	3	43	15	45	101	60	-	267	55,6
+2h à +3h	-	5	-	19	2	9	9	82	-	126	75,1
+3h à +4h	-	40	-	4	6	4	29	-	-	83	87,9
+4h à +5h	-	28	-	8	3	2	2	14	-	57	96,7
+6h à +7h	-	-	-	-	-	6	6	-	-	12	98,6
+7h à +8h	-	-	-	-	-	9	-	-	-	9	100,0
Total général	0	73	11	76	27	77	182	200	0	646	

4.1.2.4 Distribution des contacts de chaque espèce selon la date et l'heure

Les graphiques ci-dessous présentent la distribution de tous les contacts en fonction de l'heure après le coucher du soleil. Les zones grisées correspondent aux déconnexions des Batmode S+.



E02 : Distribution des contacts en fonction de la date et de l'heure après le coucher du soleil. Le lever du soleil est représenté par la courbe jaune.



E09 : Distribution des contacts en fonction de la date et de l'heure après le coucher du soleil. Le lever du soleil est représenté par la courbe jaune.

Sur l'éoliennes E02, la répartition des contacts par nuit est diffuse pendant toute la durée du suivi. On constate sur ce graphique les pics d'activité évoqués précédemment. Ces pics d'activité auront tendance à se situer sur la première moitié de la nuit, sauf pour la nuit du 9 octobre 2022 où 159 contacts de Pipistrelles communes sont recensés dans la matinée du 10 octobre entre 7h26 et 7h38.

Aucun contact n'a été enregistré avant le coucher du soleil et après le lever du soleil.

Sur l'éoliennes E09, la répartition des contacts par nuit est tout aussi sporadique pendant toute la durée du suivi. On constate également sur ce graphique les pics d'activité évoqués précédemment. Ces pics auront tendance à se situer sur les deux premiers tiers de la nuit.

Un contact de sérotule a été enregistrée le 21 août à 20h36, soit 37 minutes avant le coucher du soleil. Aucun contact n'a été enregistré dans les 3 heures qui précèdent le lever du soleil, sauf le 2 août 2022 avec un contact de Pipistrelle commune à 5h31, soit 1h23 avant le lever du soleil.

4.1.3 SYNTHÈSE ET ÉVALUATION DES ACTIVITÉS

4.1.3.1 Indicateurs de la fréquentation

Écosphère a produit un référentiel d'activité en altitude (« Altisphère ») compilant de nombreux suivis réalisés entre 2011 et 2019. Ce référentiel a été décliné en plusieurs modules selon le type de suivi en altitude (mât, canopée, nacelle), la hauteur du micro (35-60m, >60m, etc.), le secteur concerné (Nord-Ouest, Nord-Est, littoral...) et le type de milieu (ouvert ou fermé).

Cependant, le référentiel nord-ouest d'Altisphère intègre principalement des parcs des régions Normandie, Pays-de-la-Loire, Centre-Val de Loire, Ile-de-France et Haut-de-France mais très peu de Bretagne. Le parc de Calanhel se situe dans un secteur géographique trop à l'ouest de la France pour pouvoir utiliser de manière robuste le référentiel Altisphère nord-ouest établi jusqu'à présent.

Néanmoins, dans notre secteur géographique (Bretagne) et pour les milieux semi-ouverts (bocages) on peut estimer que :

- les moyennes mensuelles **inférieures à 2 contacts par nuit** correspondent à une **activité de fond** considérée comme relativement commune ;
- les moyennes mensuelles comprises **approximativement entre 2 et 4 contacts par nuit** sont considérées comme des activités significatives (au-dessus de l'activité de fond) mais restant **moyennes** ;
- les moyennes mensuelles comprises **approximativement entre 4 et 10 contacts par nuit** sont considérées comme des activités supérieures à la moyenne, et donc **assez fortes** ;
- les moyennes mensuelles **supérieures à 10 contacts par nuit** sont donc considérées comme des activités **fortes**, pouvant atteindre des niveaux **très forts** (supérieures à 28 contacts par nuit).

Pour les milieux forestiers : les moyennes peuvent rapidement atteindre plus de 10 contacts par nuit et des maxima supérieurs à 30 contacts par nuit. Néanmoins, le nombre de suivis réalisés à ce jour étant encore trop limité, il est difficile d'obtenir des seuils distinctifs pour les différents niveaux d'activité.

4.1.3.2 Évaluation de la fréquentation sur le parc de Calanhel

En raison des nombreuses défaillances techniques (environ 30 % des nuits pour E02 et environ 40 % des nuits pour E09 qui sont hors des seuils de calibration de micro et où le Batmode S+ a été déconnecté sur plusieurs périodes) et du peu de contacts répartis dans l'année, il a été décidé de considérer les nuits dont la calibration du micro était légèrement au-dessus ou en dessous des seuils de référence (hors déconnection et valeurs aberrantes de calibration) afin de ne pas surestimer les moyennes. Ces nuits sont considérées comme « valides ». En opposition, les nuits dites « optimales » sont celles dont la calibration du micro est exclusivement comprise dans les seuils de référence. Ces nuits optimales sont évidemment moindres que les nuits valides.

Les tableaux suivants synthétisent l'ensemble de ces résultats à l'aide de plusieurs indicateurs qui seront analysés dans les chapitres suivants :

- le nombre de nuits suivies optimales ;
- le nombre de nuit suivies valides ;
- le nombre de nuits suivies optimales avec au moins 1 contact ;
- le nombre de nuit suivies valides avec au moins 1 contact ;
- la moyenne par nuit des contacts (toutes espèces confondues) sur toutes les nuits suivies valides ;

- la moyenne par nuit des contacts des espèces de haut vol (noctules et Pipistrelle de Nathusius) sur toutes les nuits suivies valides ;
- le maximum de contact par nuit valide obtenu sur le mois.

Bilan du suivi de E02 entre le 10 mars et le 28 novembre 2022

Mois	Nuits suivies optimales*	Nuit suivies valides**	Nuits suivies optimales avec au moins un contact	Nuits suivies valides avec au moins un contact	Moyenne de contacts par nuit suivie valide	Moyenne de contacts d'espèces migratrices de haut vol par nuit suivie valide	Maximum de contacts en une nuit valide
Mars 2022	20	20	0	0	0,0	0,0	0
Avril 2022	30	30	2	2	4,6	0,03	135
Mai 2022	28	28	1	1	0,1	0,0	4
Juin 2022	3	20	1	2	0,7	0,0	12
Juillet 2022	4	13	0	0	0,0	0,0	0
Août 2022	23	23	4	4	2,3	0,2	38
Septembre 2022	30	30	6	6	16,6	0,1	438
Octobre 2022	31	31	9	9	197,0	0,4	5 865
Novembre 2022	17	17	0	0	0,0	0,0	0

* nuits dont la calibration du micro est exclusivement dans les seuils de référence

** nuits dont la calibration du micro est dans ou légèrement hors des seuils de référence (hors déconnection et valeurs aberrantes)

On constate que le mois d'octobre est le mois avec la densité de contacts la plus forte pour l'éolienne E02 (avec une moyenne de 197 contacts par nuit suivie valide et un maximum de 5 865 contacts en une nuit). Le nombre de nuits positives est faible tout au long du suivi.
Les moyennes les plus élevées de contacts d'espèces migratrices de haut vol par nuit suivie valide restent celles du mois d'octobre avec 0,4 contacts moyens par nuit, ce qui apparaît faible.

Bilan du suivi de E09 entre le 10 mars et le 14 novembre 2022

Mois	Nuits suivies optimales*	Nuits suivies valides**	Nuits suivies optimales avec au moins un contact	Nuits suivies valides avec au moins un contact	Moyenne de contacts par nuit suivie valide	Moyenne de contacts d'espèces migratrices de haut vol par nuit suivie valide	Maximum de contacts en une nuit valide
Mars 2022	22	22	0	0	0,0	0,0	0
Avril 2022	30	30	1	1	2,4	0,1	73
Mai 2022	28	29	3	3	0,4	0,0	8
Juin 2022	14	30	6	7	2,5	0,2	28
Juillet 2022	1	31	1	6	0,9	0,1	14
Août 2022	9	31	2	10	2,5	0,7	44
Septembre 2022	17	30	3	5	6,1	0,1	88
Octobre 2022	14	14	2	2	14,3	0,0	198
Novembre 2022	0	0	0	0	0,0	0,0	0

* nuits dont la calibration du micro est exclusivement dans les seuils de référence

** nuits dont la calibration du micro est dans ou légèrement hors des seuils de référence (hors déconnection et valeurs aberrantes)

On constate que le mois d'octobre est le mois avec la densité de contacts la plus forte pour l'éolienne E09 (avec une moyenne de 14,3 contacts par nuit suivie et un maximum de 198 contacts en une nuit). Le nombre de nuits positives est aussi faible tout au long du suivi.

Les moyennes les plus élevées de contacts d'espèces migratrices de haut vol par nuit suivie valide restent celles du mois d'août 0,7 contacts moyens par nuit, ce qui apparaît faible.

4.1.4 DISTRIBUTION DE L'ACTIVITE SELON LES VITESSES DE VENT

Les graphiques ci-après montrent comment les contacts de chauves-souris se distribuent par rapport aux vitesses moyennes de vent enregistrées la nuit sur l'ensemble les périodes de suivi de E02 et E09. A noter que ces graphiques ne représentent pas toutes les données de vent et de chauve-souris au cours de l'année puisque les données météorologiques sont incomplètes malgré les substitutions aux épisodes de données manquantes avec les données de vents des éoliennes les plus proches de E02 et E09. Ainsi, certains contacts de chauves-souris n'ont pas de corrélation possible avec une vitesse de vent.

Pour E02, des absences de données de vent ou des défaillances techniques des anémomètres sur toute la nuit ou en partie sont à noter :

- le 26 et 28 mars 2022 ;
- le 14 avril 2022 (3 contacts de Pipistrelle commune sans donnée de vent le 14 avril) ;
- du 23 au 25 mai et le 30 mai 2022 ;
- du 8 au 12 juin, le 24 et 25 juin 2022 ;
- du 9 au 21 juillet 2022 ;
- le 1^{er} septembre 2022 ;
- le 22 novembre 2022.

Sur 263 nuits suivies, 26 nuits n'ont pas la totalité de leurs données de vitesse de vent, soit 9,8 % des nuits suivies.

Pour E09, des absences de données de vent ou des défaillances techniques des anémomètres sur toute la nuit ou en partie ont aussi été constatés. Certaines dates coïncident également avec celles d'E02. On peut noter :

- le 13, 15, 26 et 28 mars 2022 ;
- le 14 avril 2022 ;
- du 22 au 25 mai et le 30 mai 2022 ;
- du 7 au 12 juin et le 24 et 25 juin 2022 (7 contacts de Pipistrelle commune sont sans donnée de vent le 10 juin) ;
- du 9 au 21 juillet 2022 (21 contact de Pipistrelle commune sont sans donnée de vent le 10, 12, 17 et 19 juillet) ;
- le 1^{er} septembre 2022 ;
- le 22 novembre 2022.

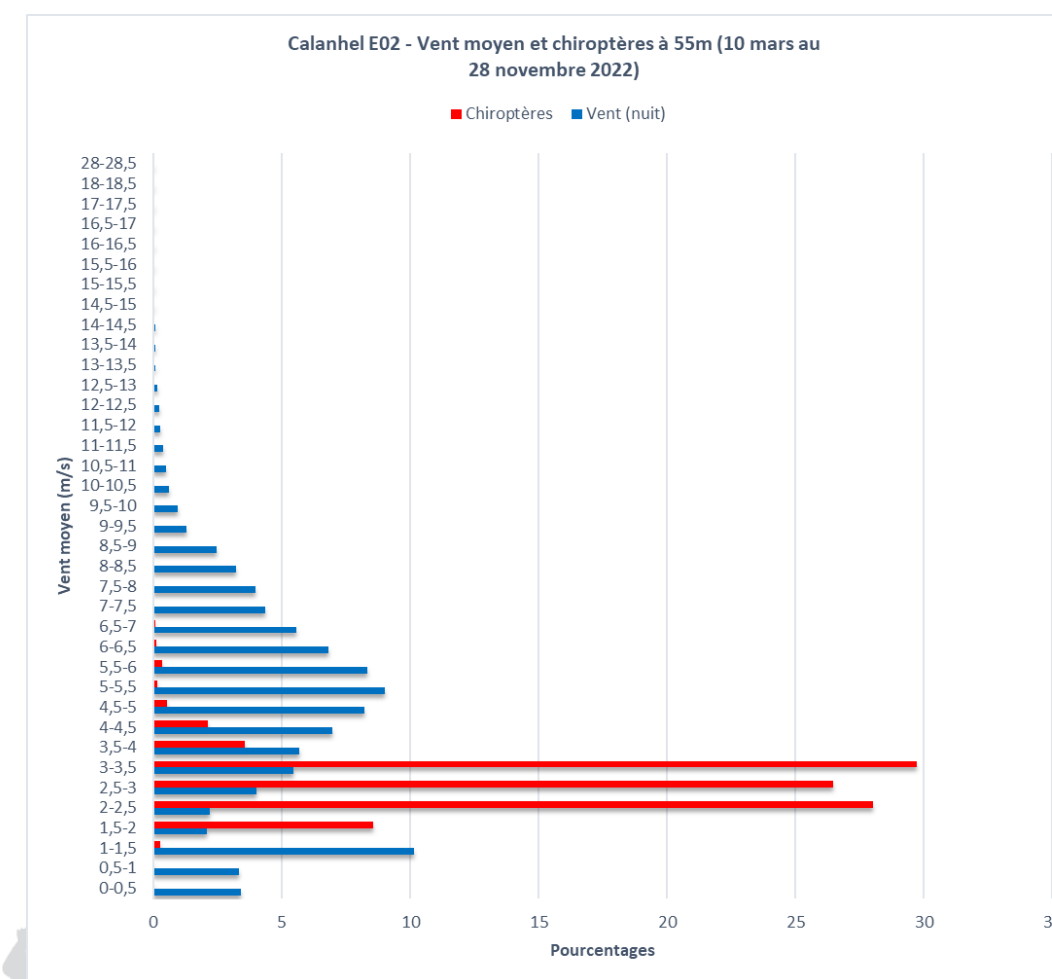
Sur 250 nuits suivies, 30 nuits n'ont pas la totalité de leurs données de vitesse de vent, soit 12 % des nuits suivies.

Sur l'éolienne E02, 98,7 % de l'activité a été enregistrée pour des vents moyens inférieurs à 4,5 m/s et seulement 93 % pour des vents moyens inférieur à 3,5 m/s.

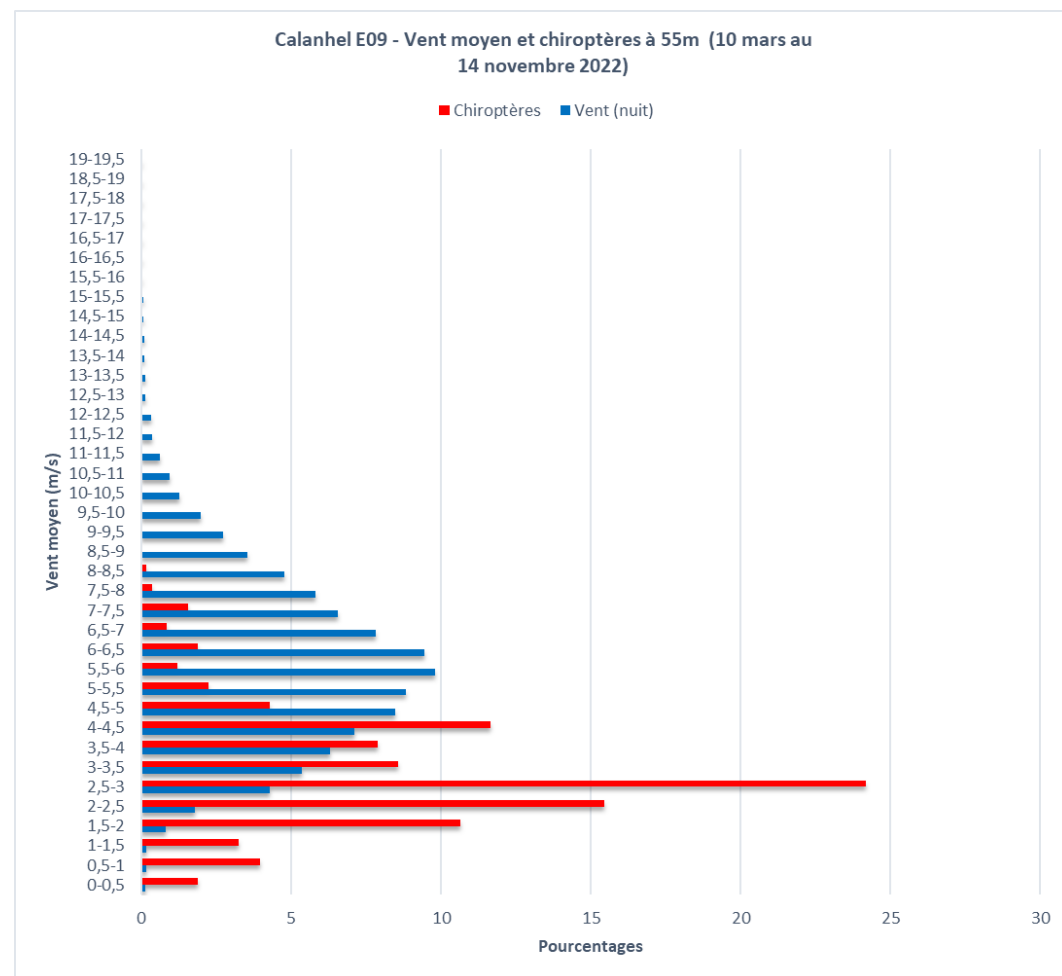
L'activité persiste néanmoins jusqu'à 7 m/s.

Sur l'éolienne E09, 97 % de l'activité a été enregistrée pour des vents moyens inférieurs à 6,5 m/s et seulement 87,4 % pour des vents moyens inférieur à 4,5 m/s.

L'activité persiste néanmoins jusqu'à 8,5 m/s.



E02 : Distribution de l'activité selon les vitesses moyennes de vent (de nuit seulement)



E09 : Distribution de l'activité selon les vitesses moyennes de vent (de nuit seulement)

4.1.5 DISTRIBUTION DE L'ACTIVITE SELON LA TEMPERATURE

Le graphique ci-contre montre comment les contacts de chauves-souris se distribuent par rapport aux températures moyennes enregistrées la nuit sur l'ensemble les périodes de suivi de E02 et E09. Tout comme précédemment, **ces graphiques ne représentent pas toutes les données de températures et de contacts de chauve-souris au cours de l'année puisque les données météorologiques sont incomplètes malgré les substitutions aux épisodes de données manquantes avec les données de températures des éoliennes les plus proches de E02 et E09.** Ainsi, certains contacts de chauves-souris enregistrés n'ont pas de corrélation possible avec une température.

Pour E02, des absences de données de températures ou des défaillances techniques des sondes de températures sur toute la nuit ou en partie sont à noter :

- le 26 mars 2022 ;
- le 23 et 24 mai 2022 ;
- du 7 au 12 juin et le 24 juin 2022 ;
- du 9 au 21 juillet 2022 ;
- le 22 novembre.

Aucun contact de chauve-souris enregistré n'est sans donnée de température pour E02.

Pour E09, des absences de données de températures ou des défaillances techniques des sondes de températures sur toute la nuit ou en partie ont aussi été constatés. Toutes les dates coïncident avec celles d'E02 citées ci-dessus. Comme pour les données de vitesse de vent, on peut noter que :

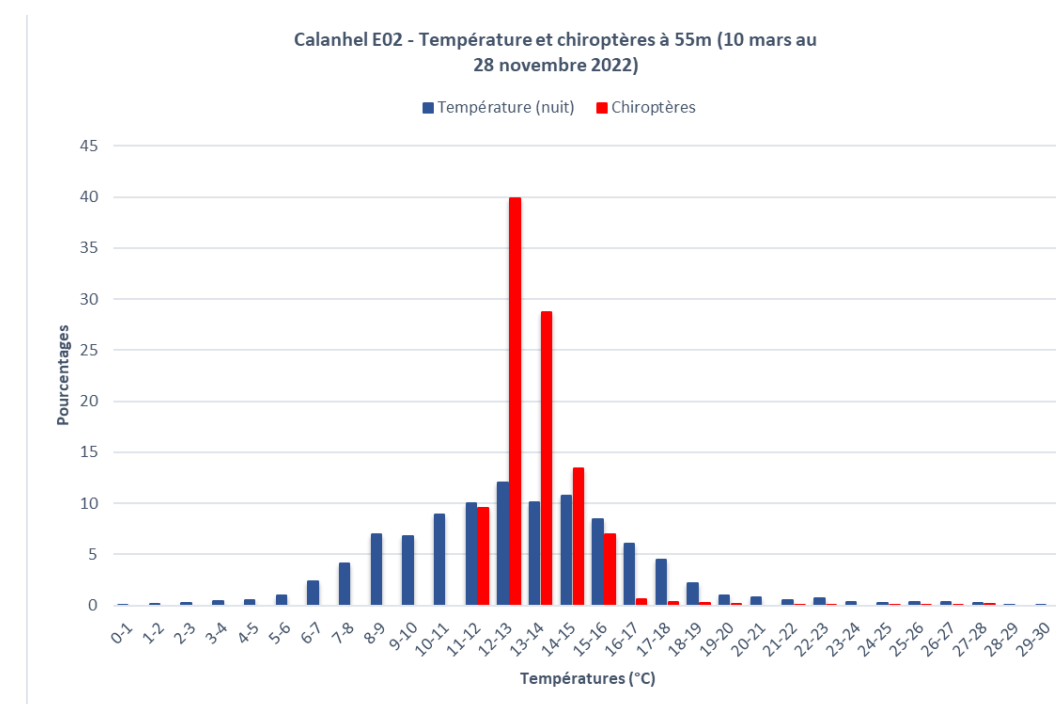
- 7 contacts de Pipistrelle commune sont sans donnée de température le 10 juin ;
- 21 contacts de Pipistrelle commune sont sans donnée de température le 10, 12, 17 et 19 juillet.

Sur l'éolienne E02, 99,7 % de l'activité a été enregistrée pour des températures moyennes comprises entre 11 et 20°C.

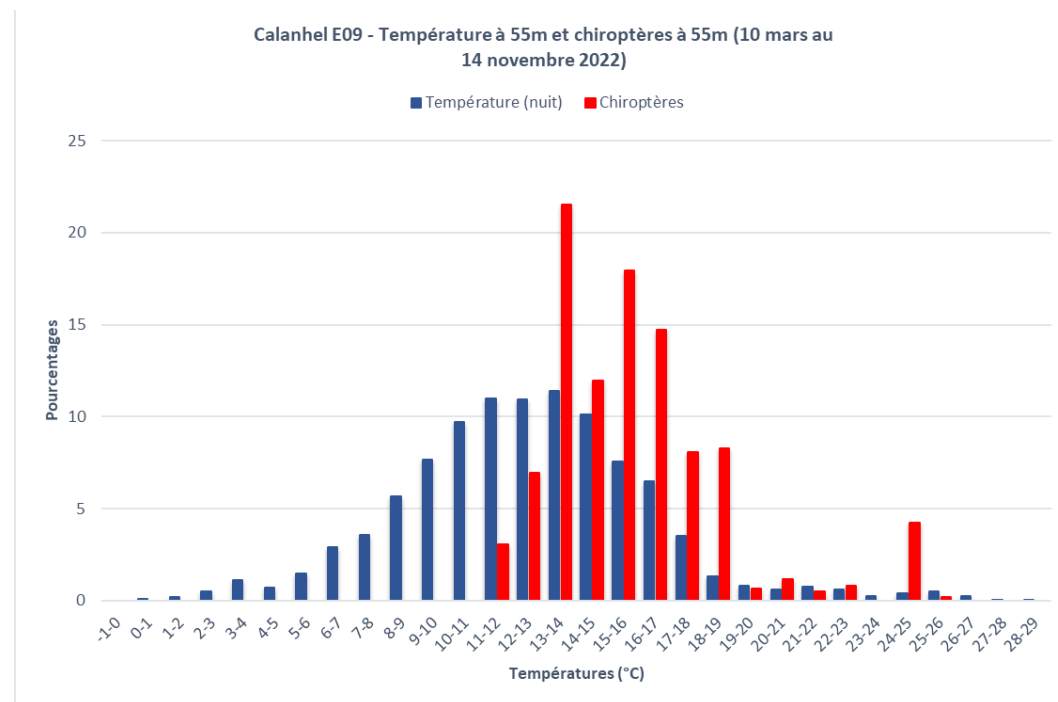
Néanmoins, l'ensemble de l'activité est compris entre 11°C et 28°C avec une variabilité selon les périodes (avril : 12-17°C ; mai : 11-12°C ; juin-septembre : 14-28°C ; octobre : 11-18°C).

Sur l'éolienne E09, 95,6 % de l'activité a été enregistrée pour des températures moyennes comprises entre 11 et 23°C.

Néanmoins, l'ensemble de l'activité est compris entre 11°C et 26°C avec une variabilité selon les périodes (avril-mai : 11-16°C ; juin-septembre : 13-26°C ; octobre : 11-16°C).



E02 : Distribution de l'activité selon les températures (de nuit seulement)



E09 : Distribution de l'activité selon les températures (de nuit seulement)

4.1.6 CONCLUSION DU SUIVI ACOUSTIQUE A HAUTEUR DE NACELLE

Sur les suivis des nacelles E02 et E09 de l'année 2022, on peut retenir les informations importantes suivantes :

- En raison des données météorologiques incomplètes, des nombreuses défaillances techniques du Batmode S+ et des épisodes de perte de sensibilité du micro, les suivis acoustiques sont discontinus pour les deux éoliennes ;
- Vis-à-vis des problèmes cités précédemment, la caractérisation du cortège chiroptérologique et de son activité est partiel voire quasi-inexistante selon les mois et l'éolienne. De ce fait, certaines Pipistrelles communes n'ont pas de corrélation avec les facteurs de vent et/ou de température notamment le 14 avril, le 10 juin et les 10, 12, 17 et 19 juillet 2022 ;
- Les mois d'octobre puis de septembre sont les plus fréquentés de l'année pour les deux éoliennes ;
- La nuit du 6 octobre est la nuit avec le plus d'activité de l'année pour les deux éoliennes avec 5 865 contacts de chauves-souris (en grande partie des Pipistrelles communes) pour E02, ce qui est exceptionnel pour une seule nuit, et seulement 198 contacts de chauves-souris pour E09 (exclusivement des Pipistrelles communes) ;
- Hormis le mois d'octobre, l'activité semble globalement faible pour les autres mois de l'année ;
- Les éoliennes E02 et E09 recensent quasiment les mêmes espèces et groupes d'espèces à savoir : la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, le groupe des Sérotules et celui des Oreillards, ce qui est inhabituel pour ce dernier groupe d'espèce de bas à moyen vol ;
- L'éolienne E09 a enregistré également 8 contacts de Pipistrelle de Nathusius répartis sur les mois d'avril et de juin ;

- Seul 1 contact appartenant au groupe des Sérotules a été enregistré 37 minutes avant le coucher du soleil le 21 août 2022 sur l'éolienne E09. Aucun contact de chauve-souris n'a été enregistrée après le lever du soleil ;
- Les moyennes de contacts par nuit suivie valide pour les mois de septembre et d'octobre pour les deux éoliennes sont les plus fortes avec respectivement 16,6 et 197 contacts pour E02 et 6,1 et 14,3 contacts pour E09 ;
- Les pics de fréquentation majeurs sont compris sur 4 nuits par éoliennes, dont deux communes, avec plus 50 contacts de chauves-souris par nuit à savoir le 14 avril (135 contacts pour E02 et 73 contacts pour E09), le 1^{er} septembre (69 contacts pour E09), le 10 septembre (88 contacts pour E09), le 22 septembre (438 contacts pour E02), le 6 octobre (5 865 contacts pour E02 et 198 contacts pour E09) et le 9 octobre 2022 (160 contacts pour E02) ;
- La distribution de l'activité des chauves-souris au cours de la nuit est assez sporadique lorsqu'elle a pu être mesurée ;
- Pour l'éolienne E02, environ 98,7 % de l'activité a été enregistrée pour des vents moyens inférieurs à 4,5 m/s avec cependant une activité qui persiste jusqu'à des vents moyens de 7 m/s ;
- Pour l'éolienne E09, environ 97 % de l'activité a été enregistrée pour des vents moyens inférieurs à 6,5 m/s avec cependant une activité qui persiste jusqu'à des vents moyens de 8,5 m/s ;
- Plus de la moitié de l'activité est concentrée sur la première moitié de la nuit ;
- Pour l'éolienne E02, environ 99,7 % de l'activité a été enregistrée pour des températures comprises entre 11 et 20°C avec cependant une activité qui persiste jusqu'à 28°C ;
- Pour l'éolienne E09, environ 95,6 % de l'activité a été enregistrée pour des températures comprises entre 11 et 23°C avec cependant une activité qui persiste jusqu'à 26°C.

Pour rappel, les limites liées au matériel utilisé impliquent que les résultats obtenus ne représentent qu'un échantillon pour un volume d'espace aérien donné d'une activité réelle quelle qu'elle soit sur une année. Aussi, la variabilité interannuelle de différents facteurs indépendants, tel que la météorologie, peut avoir une incidence par exemple sur l'activité ou les pics d'activité.

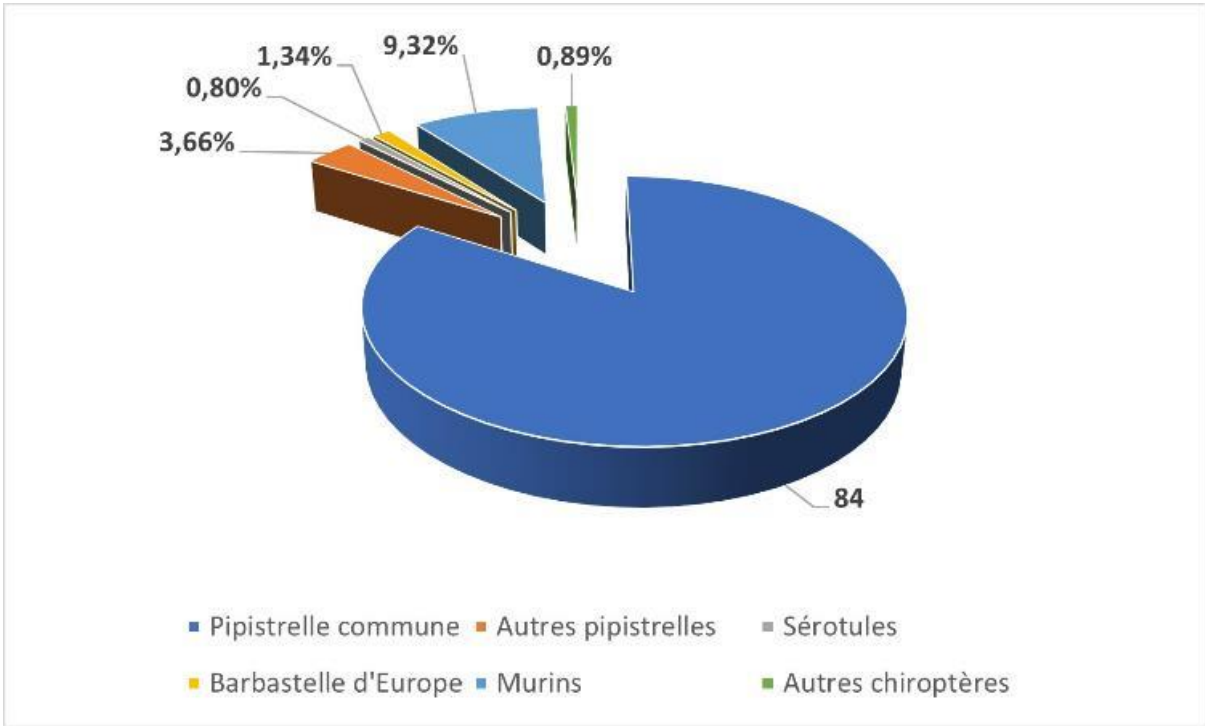
4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION DU SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS AU SOL

L'étude acoustique passive au sol a permis de dresser la liste des espèces utilisant cette zone pour la chasse et le transit pendant les différentes phases du cycle biologique des chiroptères (migration et mise-bas). En effet, l'étude a permis l'enregistrement de l'activité des chauves-souris pendant 9 nuits complètes, réparties sur la période de début avril à fin octobre 2022 (un passage par mois entre avril et septembre puis 3 en octobre), soit tout au long du cycle biologique d'une chauves-souris. Après l'élimination des bruits parasites et des sons associés à d'autres animaux enregistrés lors de l'étude acoustique passive, 7382 contacts de chauves-souris ont été enregistrés au total.

Les écoutes passives ont permis d'identifier 16 espèces de chiroptères : la Barbastelle d'Europe, le Grand Rhinolophe, le Petit Rhinolophe, la Sérotine commune, l'Oreillard gris, l'Oreillard roux, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler, le Grand Murin, le Murin à moustaches, le Murin à oreilles échancrées, le Murin de Natterer, le Murin de Bechstein et le Murin de Daubenton.

N.B. : Il est important de signaler que pour la suite de ce chapitre, seul le groupe des « murins » sera mentionné. En effet, ce groupe présente des espèces aux signatures acoustiques très proches et ne peuvent donc être aisément dissociées. Notons l'identification certaine de six espèces de murins (Murin de Natterer, Grand Murin, Murin de Bechstein, Murin à moustaches, Murin à oreilles échancrées et Murin de Daubenton) dont l'activité de la grande majorité (hormis le complexe Moustaches/Daubenton/Brandt/Alcathoe) semble anecdotique au sein du secteur d'étude.

Les contacts d'oreillards seront également cumulés pour les mêmes raisons.



Répartition cumulée des contacts enregistrés entre les différentes espèces et/ou groupes d'espèces

La Pipistrelle commune domine largement le peuplement chiroptérologique avec 84% des contacts totaux (6200 signaux sur les 7382 enregistrés). Les autres pipistrelles (commune/Nathusius, Kuhl, Kuhl/Nathusius et Nathusius) représentent plus de 3,66% de la part d'activité avec une très grande majorité de signaux identifiés en Kuhl/Nathusius, tout en sachant que la Pipistrelle de Nathusius a été identifiées de façon certaine uniquement à neuf reprises. Les « sérotules » (complexe des noctules/sérotines), sont ici constituées très probablement majoritairement par la Sérotine commune, et représentent 0,80 % de la part d'activité parmi laquelle 13 contacts de Noctule de Leisler ont été identifiés.

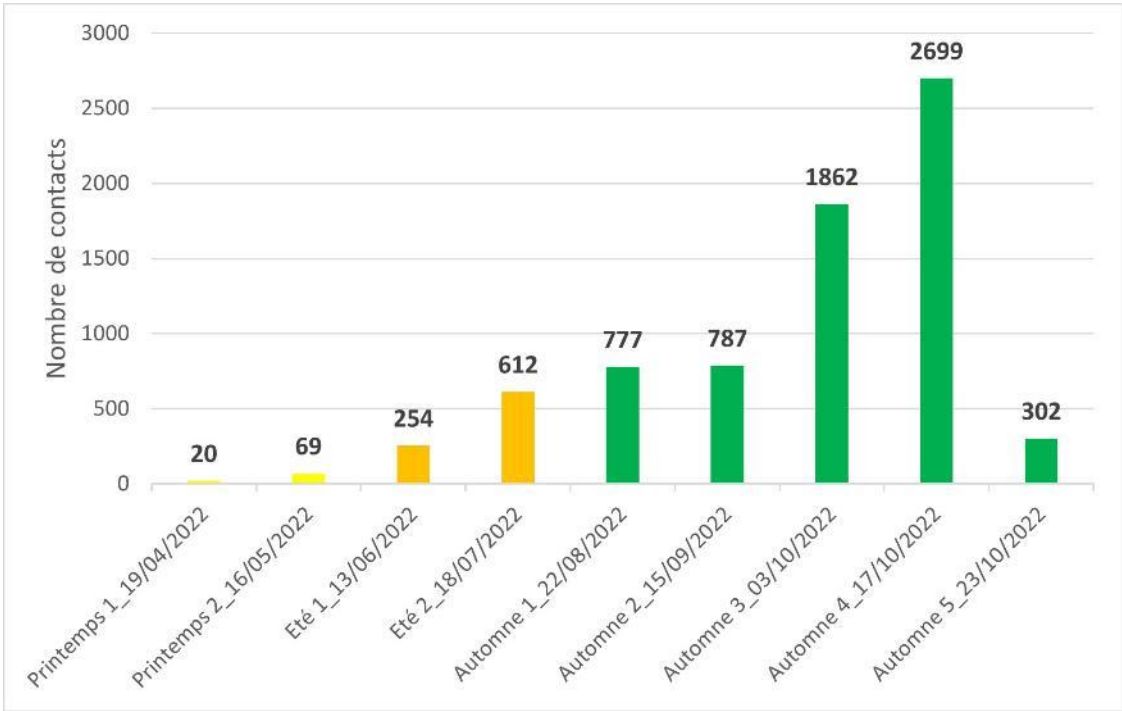
La Barbastelle d'Europe, à elle seule, représente 1,34 % des enregistrements. A l'inverse, les Murins se partagent 9,32 % (688 contacts), dont l'essentiel des contacts concerne le Murin à moustaches (366 contacts). Au sein de ce groupe, d'autres espèces ont été enregistrées avec certitude comme, le Grand murin (33 contacts), le Murin de Natterer (32 contacts) et le Murin de Bechstein (27 contacts).

Enfin, les autres Chiroptères se partagent seulement 0,89 % de part d'activité. Il est à noter l'absence de la Noctule commune et la présence anecdotique probable du Murin à oreilles échancrées (2 contacts) et du Murin de Daubenton (1 contact).

Distribution de contact enregistrés / espèces / périodes

Périodes	Transit printanier	Période de parturition	Transit automnal
Dates	19/04/2022 16/05/2022	13/06/2022 18/07/2022	22/08/2022 15/09/2022 03/10/2022 17/10/2022 23/10/2022
Pression d'échantillonnage	2*5 SM4BAT (10 nuits cumulées)	2*5 SM4BAT (10 nuits cumulées)	5*5 SM4BAT (25 nuits cumulées)
Barbastelle d'Europe	10	5	84
Petit Rhinolophe	1	0	17
Grand Rhinolophe	1	3	6
Sérotine commune	0	5	23
Oreillard roux	0	0	11
Oreillard gris	0	1	2
Oreillard indéterminé	0	1	23
Pipistrelle commune	44	724	5432
Pipistrelle de Kuhl	1	13	46
Pipistrelle de Nathusius	5	4	0
Pipistrelle de Kuhl /P. de Nathusius	1	5	122
Pipistrelle commune / Nathusius	1	67	2
Pipistrelle pygmée/ Minioptère	2	0	1
Noctule de Leisler	0	13	0
Grand murin	2	0	30
Murin à oreilles échancrées	0	1	1
Murin à moustaches	0	1	365
Murin de Bechstein	4	0	23

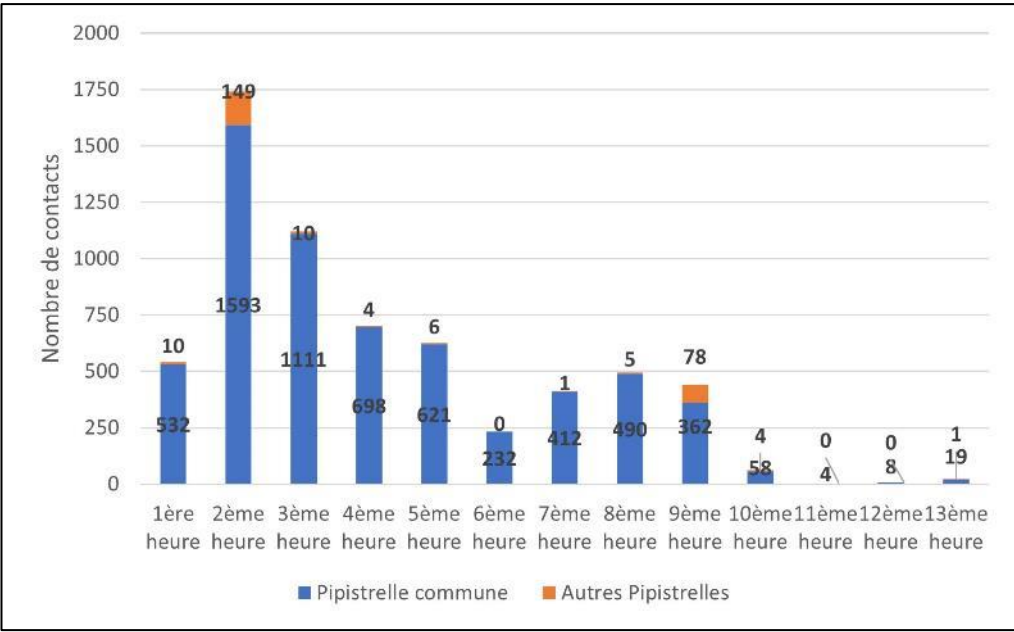
Périodes	Transit printanier	Période de parturition	Transit automnal
Murin de Natterer	0	5	25
Murin de Daubenton	1	0	0
Murin indéterminé	13	4	100
Complexe des « Sérotules »	0	14	4
Nombre minimal d'espèces + groupes d'espèces (O = oreillards et M = murins)	8	11	13
Activité moyenne (par détecteur / nuit)	9	87	253
Nombre total de contacts	89	866	6427



Distribution des contacts en fonction de la date d'échantillonnage (5 détecteurs / date)

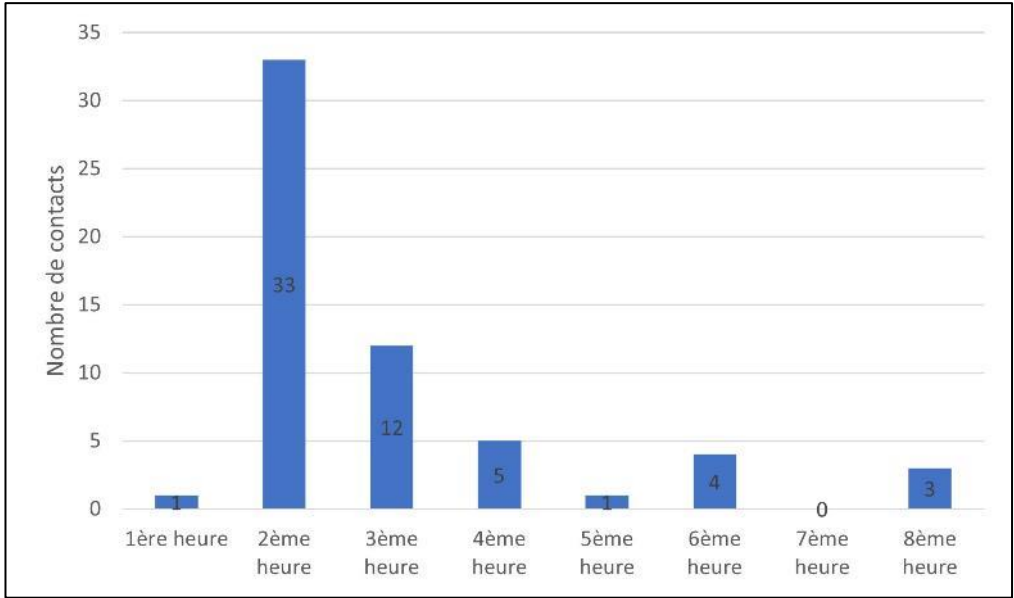
D'après les éléments ci-dessus, l'activité est supérieure durant la période de transit automnal avec en général une richesse spécifique identique par rapport à la période de parturition.

Ainsi, l'aire d'étude semble être principalement utilisée par la chiroptérofaune comme zone de transit et de chasse pendant la période de mise bas des jeunes, leurs émancipations et la période de « swarming » (accouplement) et de dispersion (transit automnal). Il s'agit d'un résultat classiquement rencontré dans ce type d'habitats « naturels » bretons.



Distribution horaire de l'activité des pipistrelles en fonction de l'heure après le coucher du soleil (n=6470 contacts de pipistrelles ; 45 nuits cumulées)

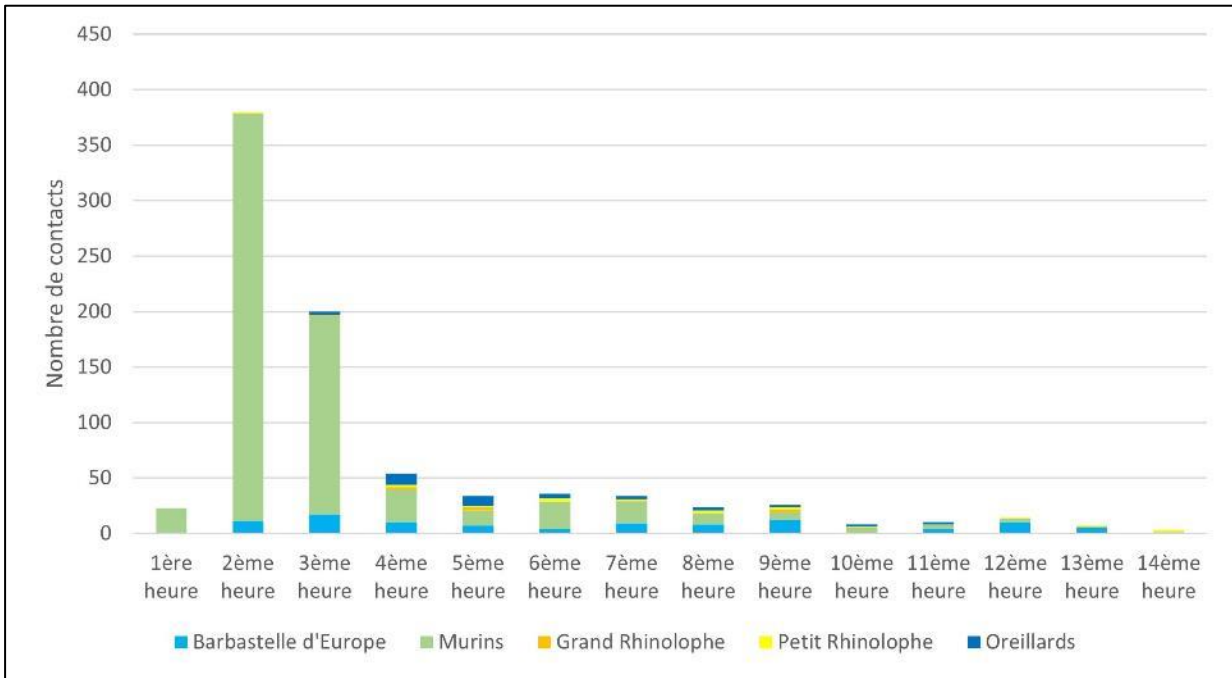
Sur l'ensemble de l'année, les contacts des différentes pipistrelles (commune et autres) représentent 88% des signaux enregistrés. L'activité débute dès la première heure qui suit le coucher du soleil, atteint son pic à la deuxième heure puis diminue progressivement jusqu'à la sixième heure avec un regain jusqu'à la huitième heure pour ensuite chuter de nouveau. Quelques contacts ont été enregistrés juste avant le lever du soleil correspondant aux dernières pipistrelles qui retournent dans leur gîte secondaire et/ou d'estive. La forte activité en début de nuit indique la présence probable de colonies de Pipistrelles (espèces anthropophiles) dans les hameaux proches autour du parc. Les individus viennent chasser au sein de l'aire d'étude notamment le long des lisières des haies et boisements qui composent le territoire éolien de Calanhel et sa périphérie.



Distribution horaire de l'activité du complexe des « Sérotules » en fonction de l'heure après le coucher du soleil (n=59 contacts de « sérotules » ; 45 nuits cumulées)

L'activité des « Sérotules » (quasi majoritairement composée de la Sérotine commune) débute lors des premières heures après le coucher du soleil avant d'atteindre son pic dès la deuxième heure (soit 56%

des contacts enregistrés) puis, baisse rapidement à la suivante, jusqu'à la cinquième heure pour ensuite laisser place à quelques données anecdotique entre la sixième et la huitième heures (soit, 12% des contacts). L'activité modérée en début de nuit semble indiquer le passage d'individus au sein de l'aire d'étude. Les individus de cette espèce anthropophiles peuvent également venir chasser le long des lisières des haies et boisements.



Distribution horaire de l'activité des autres chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil (n=853 contacts ; 45 nuits cumulées)

L'activité des autres chiroptères (Barbastelle, Murins, Rhinolophes, Oreillards) commence faiblement dès la première heure puis atteint son maximum la deuxième heure pour diminuer rapidement jusqu'à la quatrième heure et baisser progressivement jusqu'au lever du jour. Ces espèces sont dites lucifuges (qui ont tendance à fuir la lumière). La forte activité notée dès la deuxième heure peut indiquer la présence probable de colonies au sein des milieux boisés (Murins, Barbastelle d'Europe, Oreillard roux...) ou bâtis (Grand Rhinolophe, Petit Rhinolophe, Murins, Oreillard gris...) proches.



4.2.1 TRANSIT PRINTANIER (SUIVI PASSIF AU SOL)

Les 2 nuits d'écoute passive ont permis d'enregistrer 89 contacts de chiroptères à raison de :

- 20 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 18/04/2022 ;
- 69 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 15/05/2022.

Dix espèces ont, *a minima*, été identifiées durant cette période.

Globalement, les stations fixes disposées au niveau des milieux plus bocagers à dominance landicole (points 1, 4, 7) ont enregistré des activités chiroptérologiques plus importantes. Les contextes de lisières arborées/arbustives (sur l'ensemble des éoliennes, excepté le point 9 qui présente les milieux les plus ouverts sur les 11 éoliennes) sont le lieu d'une activité chiroptérologique plus hétérogène mais soutenue avec des niveaux d'activité régulièrement « faible » à « moyen ». Une très grande majorité des contacts obtenus correspond toutefois à une activité « faible » de Pipistrelle commune. Notons aussi un niveau d'activité « moyen » chez la Barbastelle d'Europe pour deux éoliennes au nord du parc à la mi-mai.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus durant la période printanière. La localisation des points d'écoute est disponible sur la carte de synthèse de l'activité chiroptérologique page suivante. Les résultats relatifs à l'activité horaire maximale sont issues du référentiel TBM environnement/Écosphère, alors que l'activité chiroptérologique par espèce est issue et définie selon le protocole du Groupe Mammalogique Breton (GMB) (<https://gmb.bzh/activite-chauves-souris/>), excepté pour le Murin de Bechstein, pour lequel l'activité est issu du référentiel Vigie-Chiros de 2017 : <https://www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/documents/referentielsvc.pdf>).

Synthèse de l'activité chiroptérologique détectée - période de migration/transit printanière (suivi passif de type SM4BAT)

Point d'écoute	Dates	Activité horaire max	Nbre total de contacts	Barbastelle d'Europe	Murin indét.	Murin à moustaches	Murin de Bechstein	Murin de Daubenton	Murin de Natterer	Petit Rhinolophe	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle commune / Nathusius	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	Pipistrelle commune/Minioptère
4	Nuit du 18 au 19/04/2022	2	5	-	1	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-
5		0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9		7	9	-	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10		4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
11		1	2	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Nuit du 16 au 17/05/2022	10	18	7	1	-	-	-	-	1	7	-	-	-	-	2
2		5	15	-	2	-	-	-	-	-	12	-	1	-	-	-
3		0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6		2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
7		21	34	3	1	-	3	-	-	1	23	1	-	1	1	-



- Limites communales
- Rayon de 50 m autour de l'éolienne
- Eoliennes du Parc Calanhel
- Point d'écoute passive (SM4Bat)

Niveau du taux de fréquentation

- Quasi-permanent
- Très important
- Important
- Moyen
- Faible
- Très faible
- Nul



Carte réalisée par TBM, 2023
Sources : Ecosphere, BD Topo@IGN, TBM 2022
Fond cartographique : BD Ortho 2021@IGN

Distribution spatiale des activités horaires maximales en période de transit printanier par date et par point d'écoute passive

4.2.2 PERIODE D'ESTIVAGE ET DE PARTURITION (SUIVI PASSIF)

Les 2 nuits d'écoute passive ont permis d'enregistrer un total de 866 contacts de chiroptères :

- 254 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 12/06/2022 ;
- 612 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 17/07/2022.

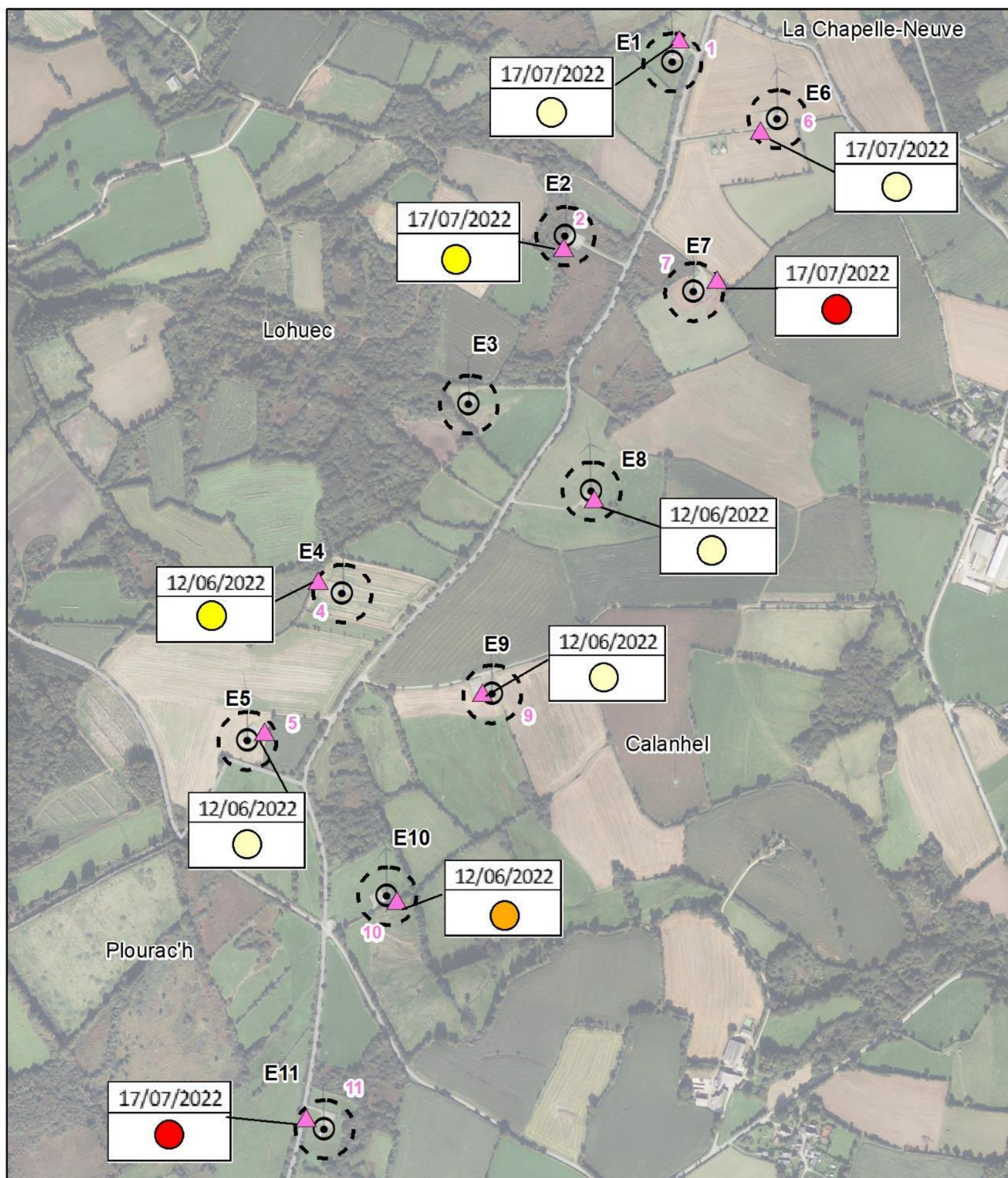
Douze espèces ont, *a minima*, été identifiées durant cette période.

Globalement, les stations fixes disposées au niveau des milieux les plus arboricoles ont enregistré des activités horaire maximum chiroptérologiques « assez forte » à « importante », notamment au niveau des points 7 et 11. Ces deux derniers points se situent dans un contexte arboré plus dense ce qui explique probablement la plus forte fréquentation et diversité d'espèces pour la nuit du 17 juillet 2022. Les points 1, 5, 6, 8, 9 se situent en contexte bocagers plus ouverts et concentrent une activité plus faible comparativement aux points précédents pour cette période. Seul le point 2, situé en contexte arborés/arbustifs et landicole, présente une diversité spécifique qui égale les points 7 et 11 mais avec toutefois une activité horaire maximum bien plus faible. A cette période, la majorité des contacts obtenus correspond à une activité de Pipistrelle commune avec 734 contacts, soit 83% de l'activité chiroptérologique globale (activité globalement moyenne). Notons toutefois une activité qualifiée de « moyenne » localement pour le Murin de Natterer, la Noctule de Leisler, le Grand Rhinolophe et la Pipistrelle de Nathusius qui représentent 3% de l'activité chiroptérologique globale.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus durant la période de parturition. La localisation des points d'écoute est disponible sur la carte de synthèse de l'activité chiroptérologique page suivante. Les résultats relatifs à l'activité horaire maximale sont issues du référentiel TBM environnement/Écosphère, alors que l'activité chiroptérologique par espèce est issue et définie selon le protocole du Groupe Mammalogique Breton (GMB) (<https://gmb.bzh/activite-chauves-souris/>, excepté pour le Murin de Bechstein, pour lequel l'activité est issu du référentiel Vigie-Chiros de 2017 : <https://www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/documents/referentielsvc.pdf>).

Synthèse de l'activité chiroptérologique détectée - période de parturition (suivi passif de type SM4BAT)

Point d'écoute	Dates	Activité horaire max	Nbre total de contacts	Barbastelle d'Europe	Sérotine commune	Murin indét.	Murin à oreilles échancrées	Murin à moustaches	Murin de Natterer	Noctule de Leisler	Grand Rhinolophe	Oreillard gris	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle commune / Nathusius	P. de Kuhl / Nathusius	Sérotule
4	Nuit du 12 au 13/06/2022	43	100	-	-	-	-	1	-	-	-	1	92	1	4	1	-	-
5		4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-
8		1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
9		2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
10		66	146	1	-	-	-	-	5	12	-	-	125	-	-	-	-	3
1	Nuit du 17 au 18/07/2022	8	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	1
2		27	40	1	1	3	-	-	-	-	1	-	36	4	-	-	1	3
6		11	19	-	2	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	1
7		171	231	2	2	-	-	-	-	1	-	-	146	8	-	66	2	4
11		226	306	1	-	1	1	-	-	-	1	1	298	-	-	-	1	1



- Limites communales
- - - Rayon de 50 m autour de l'éolienne
- ⊙ Eoliennes du Parc Calanhel
- ▲ Point d'écoute passive (SM4Bat)

Niveau du taux de fréquentation

- | | |
|-------------------|---------------|
| ■ Quasi-permanent | ■ Faible |
| ■ Très important | ■ Très faible |
| ■ Important | ■ Nul |
| ■ Moyen | |



Carte réalisée par TBM, 2023
Sources : Ecosphere, BD Topo®IGN, TBM 2022
Fond cartographique : BD Ortho 2021®IGN

Distribution spatiale des activités horaires maximales en période de parturition par date et par point d'écoute passive

4.2.3 PERIODE DE TRANSIT POST-PARTURITION ET AUTOMNAL (SUIVI PASSIF)

Les 5 nuits d'écoute passive ont permis d'enregistrer 6 427 contacts de chiroptères, dont :

- 777 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 21/08/2022 ;
- 787 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 14/09/2022 ;
- 1 862 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 02/10/2022 ;
- 2 699 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 16/10/2022 ;
- 302 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 23/10/2022.

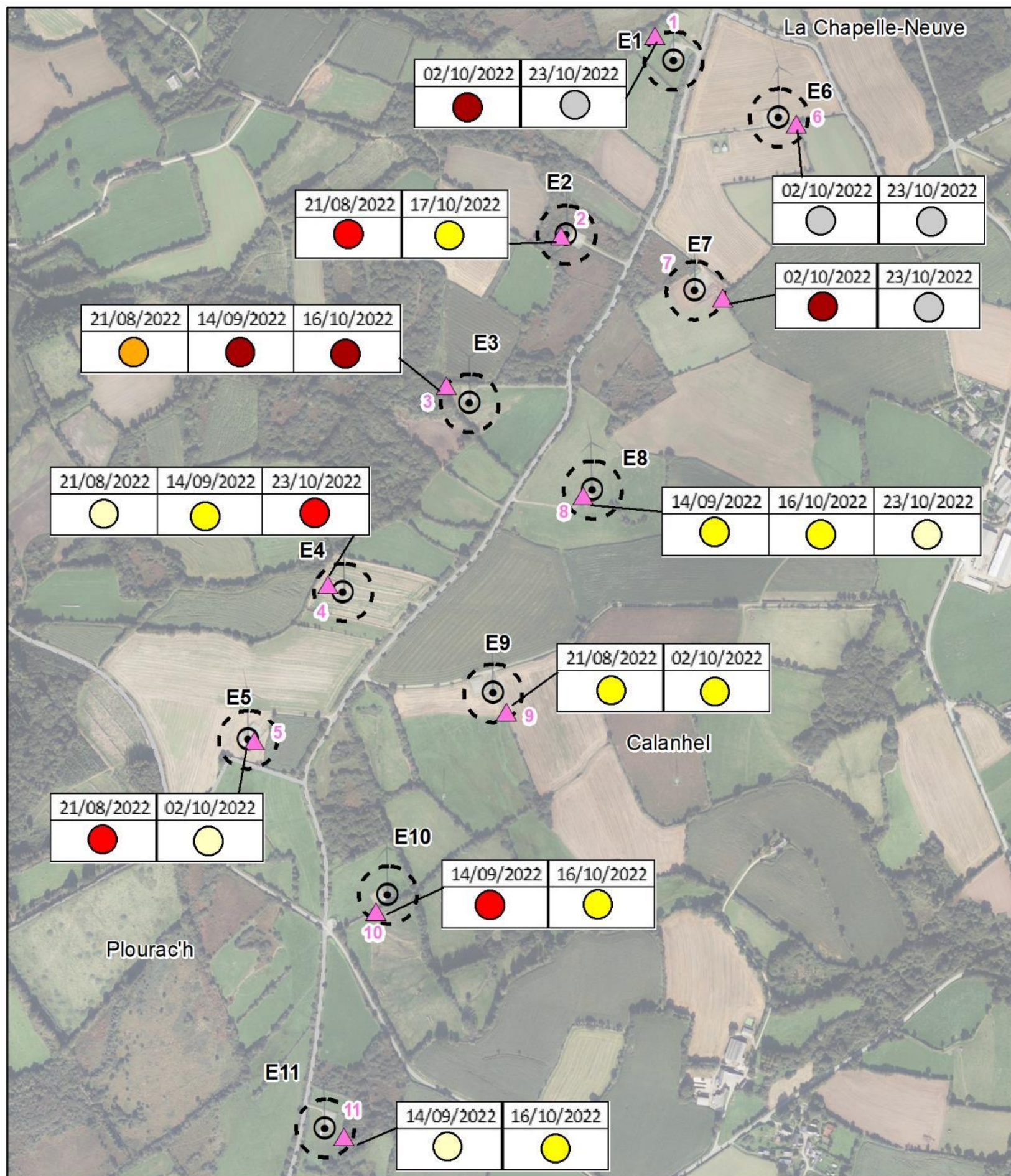
Treize espèces ont, a minima, été inventoriées durant cette période.

Globalement, les stations fixes 1 et 6 au nord du parc, disposées en lisières de boisements ou en contexte bocager pour la deuxième station, ont enregistré des activités chiroptérologiques « très forte » ponctuellement pour la nuit du 02 au 03 octobre 2022 avec 25% de l'activité globale sur la période. Les conditions météorologiques pour la deuxième date de pose du 23-24 octobre 2022 n'étaient pas optimales, seul le point fixe n°4 était abrité du vent et présente ainsi une activité horaire max de 170 contacts. Pour les points fixes 2, 4, 5 et 10 en milieu bocager, l'activité chiroptérologique est ponctuellement caractérisés de « forte ». A l'inverse une « forte » à « très forte » activité a été identifié pour la station 3 qui présente un contexte arboré très important sur ses abords proches.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus durant la période automnale. La localisation des points d'écoute est disponible sur la carte de synthèse de l'activité chiroptérologique ci-après. Les résultats relatifs à l'activité horaire maximale sont issues du référentiel TBM environnement/Écosphère, alors que l'activité chiroptérologique par espèce est issue et définie selon le protocole du Groupe Mammalogique Breton (GMB) (<https://gmb.bzh/activite-chauves-souris/>, excepté pour le Murin de Bechstein, pour lequel l'activité est issu du référentiel Vigie-Chiros de 2017 : <https://www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/documents/referentielsvc.pdf>).

Synthèse des résultats obtenus en période de transit post-parturition et automnal (suivi passif de type SM4BAT)

Point d'écoute	Dates	Activité horaire max	Nbre total de contacts	Barbastelle d'Europe	Sérotine commune	Murin indét.	Murin de Bechstein	Murin à oreilles échancrées	Grand murin	Murin à moustaches	Murin de Natterer	Oreillard roux	Oreillard gris	Oreillard indét.	Petit Rhinolophe	Grand Rhinolophe	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle commune / Nathusius	Pipistrelle commune/ Minioptère	P. de Kuhl / Nathusius	Sérotule
2	Nuit du 21 au 22/08/2022	127	176	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	168	-	-	-
	Nuit du 16 au 17/10/2022	20	45	2	-	4	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	36	-	-	-	-	-
3	Nuit du 21 au 22/08/2022	158	332	-	2	7	13	-	2	-	-	-	-	-	-	-	303	1	-	1	1	-
	Nuit du 14 au 15/09/2022	336	568	14	-	129	2	-	19	298	13	1	1	8	1	3	78	-	-	-	1	-
	Nuit du 16 au 17/10/2022	444	2455	5	1	6	-	-	2	-	1	-	-	-	1	-	2439	-	-	-	-	-
4	Nuit du 21 au 22/08/2022	11	14	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	-	1
	Nuit du 14 au 15/09/2022	31	48	2	-	1	1	-	-	-	-	2	-	6	-	-	36	-	-	-	-	-
	Nuit du 23 au 24/10/2022	170	298	9	-	4	-	-	-	10	-	-	-	2	2	-	272	-	-	-	1	-
5	Nuit du 21 au 22/08/2022	177	214	8	4	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	191	2	-	-	1	2
	Nuit du 02 au 03/10/2022	10	30	1	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	1	-	18	3	-	-	1	-
9	Nuit du 21 au 22/08/2022	26	41	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	31	-	3	1



--- Limites communales
 - - - Rayon de 50 m autour de l'éolienne
 ⊙ Eoliennes du Parc Calanhel
 ▲ Point d'écoute passive (SM4Bat)

Niveau du taux de fréquentation

Quasi-permanent
 Très important
 Important
 Moyen
 Faible
 Très faible
 Nul



Carte réalisée par TBM, 2023
 Sources : Ecosphere, BD Topo@IGN, TBM 2022
 Fond cartographique : BD Ortho 2021@IGN

Distribution spatiale des activités horaires maximales en période de transit automnal par date et par point d'écoute passive

5.RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI DE MORTALITE

5.1 RESULTATS BRUTS

L'intégralité des données recueillies dans le cadre de ce suivi (espèce, sexe, âge, date de découverte, statut, cause de la mortalité, éolienne, distance au mât, coordonnées, découvreur, identificateur) est détaillée en annexe 3.

Sur les 11 éoliennes du parc de Calanhel, dans un rayon de 50 mètres autour des mâts et au cours de 30 passages, un total de **5 cadavres** a été découvert, dont **4 oiseaux** et **1 chauves-souris**.

5.1.1 REPARTITION SPATIALE

Voir la carte « Localisation des cadavres ».

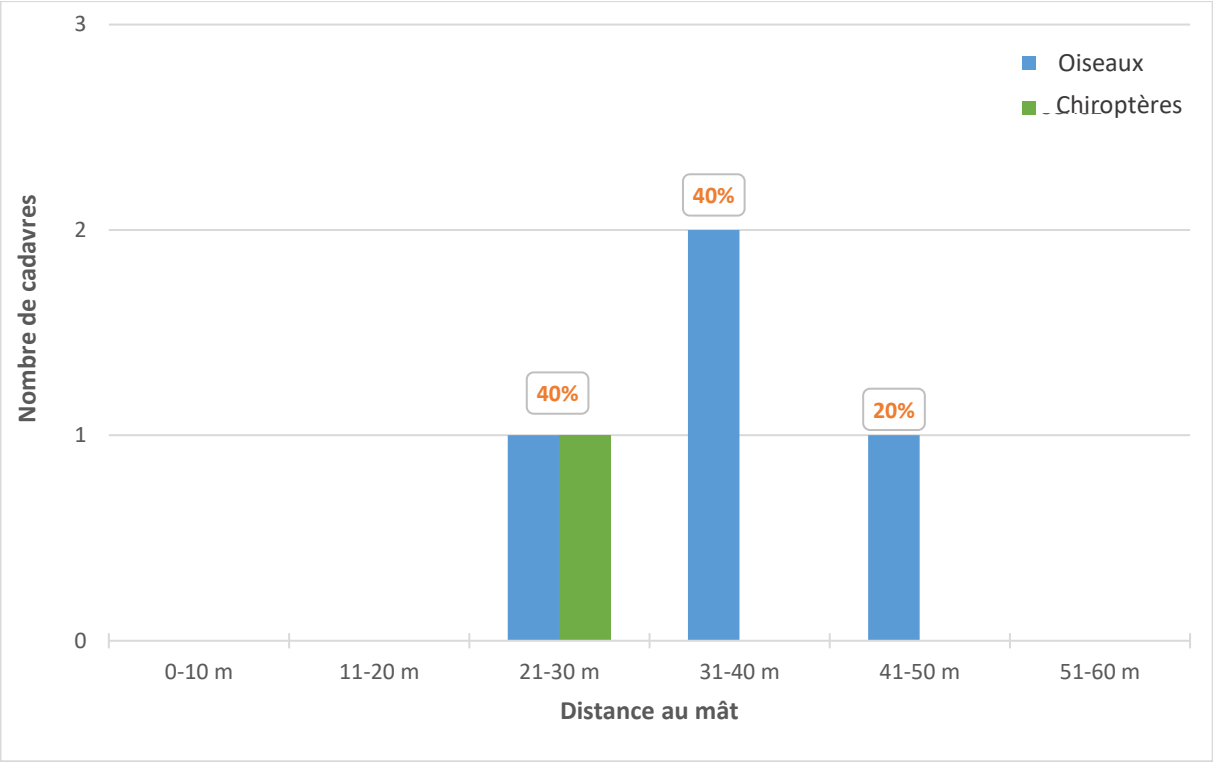
Les cadavres découverts sur le parc de Calanhel sont distribués sous 4 éoliennes (E03, E06, E10 et E11). Exception faite de l'éolienne E11 où deux cadavres ont été retrouvés, chaque éolienne précitée compte un cadavre.

Le contexte paysager montre que la localisation des éoliennes vis-à-vis des haies peut être impactante. En effet, des cadavres ont été découverts non-loin d'un réseau bocager matérialisé par la lande et des fourrés ainsi que certains boisements proches.

Répartition des cadavres découverts en 2022 (n = 5)

Éolienne n°	Nombre de cadavres découverts	Chiroptères	Oiseaux
E03	1	-	1
E06	1	1	-
E10	1	-	1
E11	2	-	2
Total	5	1	4

Par rapport à la distance au mât, 4 cadavres découverts sont tombés entre 27 et 35 mètres et un cadavre à 43 mètres.



Répartition des cadavres d'oiseaux et de chauves-souris en fonction de la distance au mât

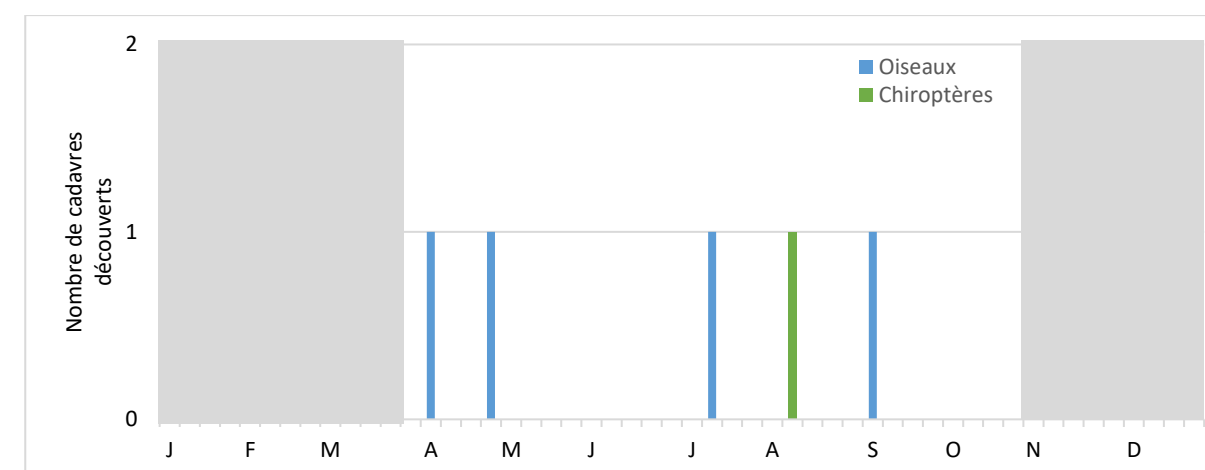
5.1.2 REPARTITION TEMPORELLE ET ESPECES CONCERNEES

La mortalité n'est pas répartie de manière régulière au cours de la période de suivi comme le montrent les tableaux et les figures suivants.

Répartition temporelle de la mortalité (n = 5). 2 périodes ont été définies, en fonction des passages réalisés et des périodes d'activité de la faune, pour des raisons de cohérence dans les analyses.

Semaine	Date	Chiroptère	Oiseaux	Total
14	08/04/2022	0	1	1
15	13/04/2022	0	0	0
16	21/04/2022	0	0	0
17	28/04/2022	0	1	1
18	03/05/2022	0	0	0
19	10/05/2022	0	0	0
20	17/05/2022	0	0	0
21	24/05/2022	0	0	0
22	31/05/2022	0	0	0
23	07/06/2022	0	0	0
24	14/06/2022	0	0	0
25	21/06/2022	0	0	0
26	28/06/2022	0	0	0
27	05/07/2022	0	0	0
28	12/07/2022	0	1	1
29	19/07/2022	0	0	0

Semaine	Date	Chiroptère	Oiseaux	Total
30	26/07/2022	0	0	0
31	02/08/2022	0	0	0
32	09/08/2022	1	0	1
33	17/08/2022	0	0	0
34	23/08/2022	0	0	0
35	30/08/2022	0	0	0
36	06/09/2022	0	1	1
37	13/09/2022	0	0	0
38	20/09/2022	0	0	0
39	26/09/2022	0	0	0
40	04/10/2022	0	0	0
41	11/10/2022	0	0	0
42	18/10/2022	0	0	0
43	25/10/2022	0	0	0



Répartition de la mortalité au cours de l'année 2022 (n=5). La période non suivie apparaît grisée.

Les cadavres ont été trouvés entre avril-mai et juillet-septembre. Les oiseaux ont été détectés durant les périodes de reproduction et de migration contrairement aux chiroptères où un seul cadavre a été trouvé en période de migration. Leurs statuts sont variables, avec des individus locaux (Linotte mélodieuse, Buse variable, Pigeon ramier et Pipistrelle de Kuhl) et migrants (Epervier d'Europe).

Le cadavre d'Epervier d'Europe découvert au début du mois d'avril correspond très probablement à un individu migrateur. En effet, il s'agit de la période du pic de la migration pré-nuptiale pour cette espèce.

Pour les espèces dites locales : la Buse variable, le Pigeon ramier et la Linotte mélodieuse, il s'agit d'espèces nicheuses sur site de manière probable :

- Linotte mélodieuse : migratrice partielle, les oiseaux du nord de l'Europe remplacent en hiver les oiseaux nicheurs descendus sur les territoires d'hivernage (sud-ouest de la France et Afrique du nord). Un cadavre frais a été retrouvé sous l'éolienne E10, le 28 avril 2022, celui-ci correspond sans doute à un oiseau issu d'un couple nicheur local ;
- Buse variable : espèce principalement sédentaire en Bretagne, les effectifs peuvent être renforcés en hiver. Un cadavre a été retrouvé sous l'éolienne E11, le 12 juillet 2022 dans un état de décomposition avancé. Lors de l'identification, il a été possible du fait du stade de mue d'établir l'âge de cet oiseau : stade juvénile oiseau de 1^{ère} année ;
- Pigeon ramier : espèce largement sédentaire en Bretagne. Une plumée a été découverte sous l'éolienne E11, le 06 septembre 2022. L'espèce peut effectuer jusqu'à 3 nichées par an en région.

La mortalité constatée en 2022 se compose ainsi de :

- **4 oiseaux appartenant à 4 espèces** : 1 Pigeon ramier (Local), 1 Epervier d'Europe (Migrateur), 1 Buse variable (Locale) et 1 Linotte mélodieuse (Locale) ;
- 1 chiroptère appartenant à 1 espèce : 1 Pipistrelle de Kuhl (locale).



Pipistrelle de Kuhl, sous E06 le 09 août 2022 (J. Courtin - TBM environnement)



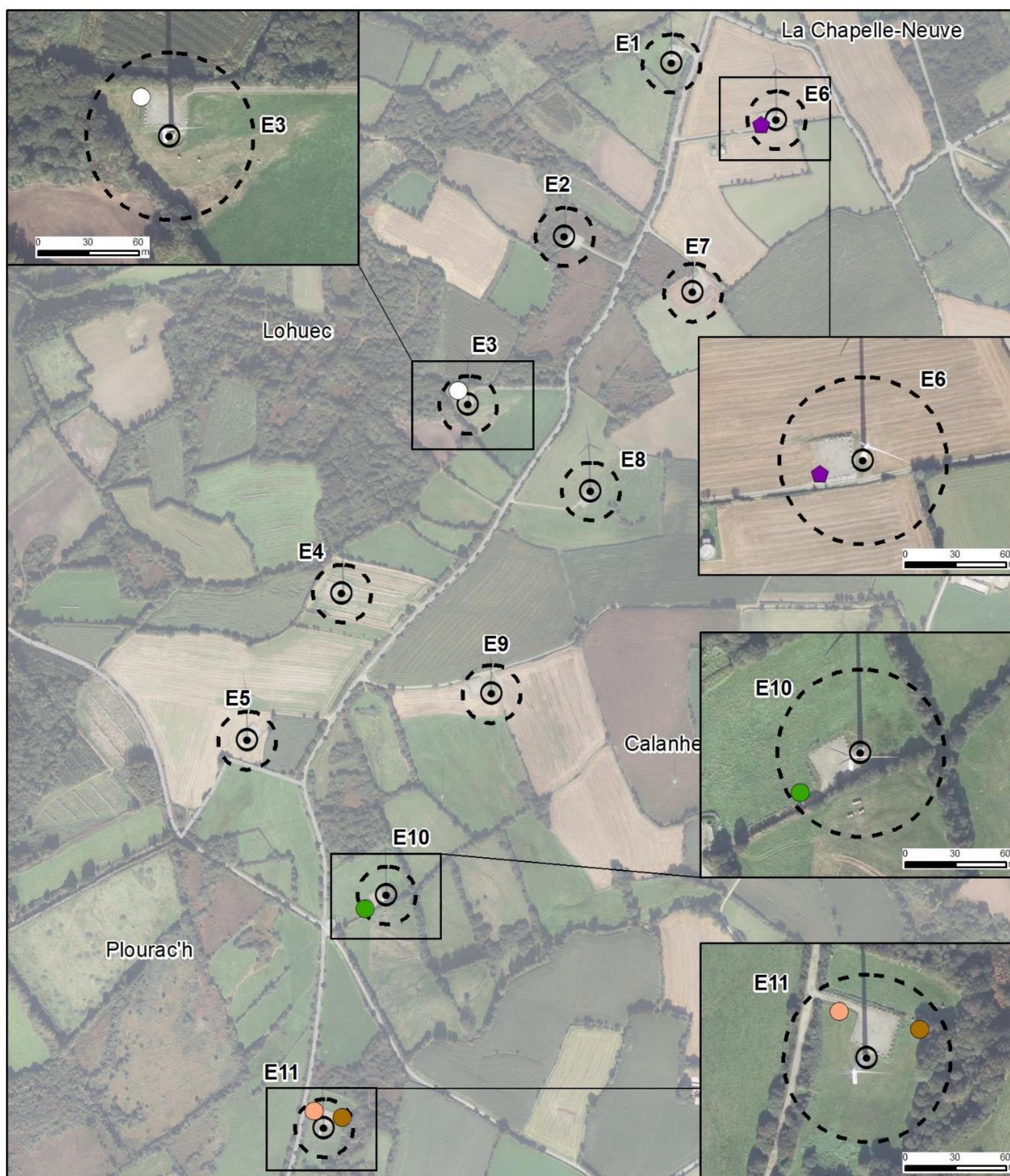
Buse variable, sous E11 le 12 juillet 2022 (J. Courtin - TBM environnement)



Linotte mélodieuse, sous E10 le 28 avril 2022 (B. Hermel - TBM environnement)



Epervier d'Europe, sous E03 le 08 avril 2022 (V. Guiho - TBM environnement)



- Limites communales
- - - Rayon de 50 m autour de l'éolienne
- ⊙ Eoliennes du Parc Calanhel

Avifaune

- Buse variable - *Buteo buteo*
- Epervier d'Europe - *Accipiter nisus*
- Linotte mélodieuse - *Linaria cannabina*

- Pigeon ramier - *Columba palumbus*

Chiroptères

- Pipistrelle de Kuhl - *Pipistrellus kuhlii*



Carte réalisée par TBM, 2023
Sources : Ecosphere, BD Topo@IGN, TBM 2022
Fond cartographique : BD Ortho 2021@IGN

Localisation des cadavres

5.2 VARIABLES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

5.2.1 PERSISTANCE DES CADAVRES (VARIABLE P)

[Santos et al. \(2011\)](#) démontrent que les temps de persistance sont très faibles en Europe notamment pour les chiroptères et les petits oiseaux, avec une probabilité de disparition très élevée dans les 2 premiers jours par rapport à d'autres groupes d'animaux. En Allemagne, [Niermann et al. \(2011\)](#) ont annoncé que le temps moyen de persistance variait de **1,3 à 24,5 jours pour une valeur moyenne de 4,2 jours**.

Si une disparition rapide des carcasses est observée, avec un intervalle trop important entre les prospections, les carcasses disparaissent longtemps avant le passage des observateurs. **On notera donc que plus le temps moyen de persistance est faible par rapport à l'intervalle entre les passages, plus le biais est important et la mortalité totale sous-évaluée.**

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

Taux de persistance des leurres déposés au pied des éoliennes.

	J+1		J+3		J+7		J+11		J+14	
	p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm
Moyenne (48 leurres)	0,65	0,8 j	0,39	2,0 j	0,15	3,2 j	0,08	3,5 j	0,06	3,8 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)

Les résultats bruts des tests de persistance ont également été implémentés dans l'application GenEst, en indiquant pour chaque faux-cadavre utilisé le dernier jour d'observation et le premier jour où il a été noté disparu/prédaté. 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 vraisemblance¹⁷. 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. Ces valeurs sont ensuite utilisées par l'application pour les estimations globales présentées au chapitre 5.3.2. La persistance a été modélisée sur GenEst à partir des leurres déposés sur le parc de Calanhel.

Probabilité de persistance r calculée avec GenEst

GenEst	Période 1			Période 2		
	Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]	
Probabilité de persistance (r)	0,25 à j+7	0,21	0,30	0,55 à j+7	0,49	0,61

Dans le cadre de ce suivi, les valeurs moyennes de persistance des cadavres « non naturels » sont :

- Temps moyen de persistance (Tm) = 3,2 j à j+7 ;
- Taux de persistance (p) = 15% à j+7 ;

- Probabilité de persistance (r) = 0,41 [IC 80 % : 0,37 - 0,45] (j+7).

La persistance est faible sur la période suivie (de début avril à fin octobre) et inférieure en première période dans l'hypothèse d'une corrélation parfaite entre cadavres déposés et cadavres provoqués par les collisions. **L'intervalle important entre les passages (un passage tous les 7 j) ne permet pas de réduire les biais liés à la disparition relativement rapide des cadavres (15 % des cadavres sont toujours en place au bout de 7 j). On constate donc un fort degré d'imprécision.**

5.2.2 DETECTABILITE (OU EFFICACITE DE L'OBSERVATEUR) (VARIABLE D)

L'efficacité des observateurs a été testée à deux reprises au sein des parcelles prospectables. Cette efficacité n'a pas été testée au sein des parcelles non échantillonnées appartenant à la classe de visibilité nulle.

Ainsi, dans des conditions normales de recherche, 174 leurres ont été retrouvés par les observateurs sur les 207 disposés en deux sessions au sein des différents types de végétation.

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

Une valeur de k = 0 affirme que les carcasses qui sont manquées lors de la première recherche ne peuvent pas être redécouvertes lors d'une recherche ultérieure pour un même test, et k = 1 signifie que l'efficacité reste constante quel que soit l'âge de la carcasse et le nombre de fois qu'une carcasse a été manquée 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 et pour les deux niveaux de visibilité prospectés en période 2 (en période 1, le modèle le plus adapté est constant et n'intègre pas de différence entre les visibilités) :

Résultats des tests de détectabilité par classe de visibilité obtenus avec GenEst

Visibilité	Période 1			Période 2		
	Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]	
Bonne	-	-	-	0,98	0,94	0,99
Moyenne	-	-	-	0,81	0,68	0,90
Toutes visibilité	0,85	0,80	0,89	-	-	-

¹⁷ 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>.

L'efficacité de l'observateur a été modélisée selon les deux tailles de leurres utilisées. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-après :

Résultats des tests de détectabilité par classe de taille obtenus sur les deux périodes avec GenEst

Taille de leurre	Test de détectabilité pour la 1ère période			Test de détectabilité pour la 2ème période		
	Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]	
Petit	0,81	0,73	0,87	0,94	0,89	0,97
Moyen	0,89	0,82	0,93	0,94	0,88	0,97
TOTAL	0,85	0,8	0,89	0,94	0,91	0,97

Résultats des tests de détectabilité par classe obtenus avec GenEst sur l'ensemble du suivi

Taille de leurre	Test de détectabilité		
	Médiane	[IC 10 - 90%]	
Petit	0,88	0,83	0,91
Moyen	0,91	0,87	0,94
TOTAL	0,89	0,86	0,92

Résultats des tests de détectabilité obtenus avec GenEst

Test de détectabilité globale		
Médiane	[IC 10 - 90%]	
0,85	0,8	0,89

En moyenne, il en ressort un **taux d'efficacité (ou de détection) de 88% pour les leurres de petite taille (assimilés aux chauves-souris et passereaux) et de 91% pour les leurres de taille moyenne (qu'on peut rapprocher par exemple des turridés).**

Le taux moyen de détection est considéré comme bon, avec 85 % [IC 80 % : 0,795-0,886] de leurres découverts sur l'ensemble de la période de prospection. Le test d'efficacité a été réalisé par le même observateur pour les deux périodes.

5.2.3 AJUSTEMENT DE LA SURFACE REELLEMENT CONTROLEE (VARIABLE A)

Bien que les surfaces de prospection soient globalement variables au cours de l'année, en particulier du fait du contexte agricole autour du parc. Un biais concernant les surfaces prospectables est notable. En effet, les variations de prospections entre les différents passages évoluent avec des parcelles prospectables qui ne le deviennent plus en raison de la hauteur de végétation (culture de maïs, céréales, prairie, etc.).

Le tableau ci-après synthétise ces résultats par éolienne.

Surface moyenne prospectée (%) par éolienne en 2022

Éolienne	Moyenne sur la période 1 (avril-juillet)	Moyenne sur la période 2 (août-septembre)	Moyenne sur l'ensemble du suivi :
E1	55 %	37 %	47 %
E2	15 %	16 %	16 %
E3	44 %	50 %	46 %
E4	68 %	33 %	53 %
E5	46 %	16 %	33 %
E6	40 %	89 %	61 %
E7	58 %	26 %	44 %
E8	60 %	78 %	68 %
E9	37 %	71 %	52 %
E10	33 %	57 %	43 %
E11	47 %	66 %	55 %
Moyenne sur l'ensemble du parc :	46 %	49 %	47 %

La proportion de surface prospectée moyenne, telle que demandée par l'application EolApp pour l'utilisation des formules d'Erickson, Huso et Jones, est celle moyennée sur l'ensemble du parc, à savoir 47 %. C'est cette surface moyennée à l'ensemble du parc pour l'ensemble de la période suivie qui est renseignée dans l'application EolApp. L'application GenEst, quant à elle, différencie la surface moyenne prospectée pour chaque éolienne.

La surface de prospection sur l'ensemble du parc est faible à modérée. Elle est hétérogène entre les éoliennes, avec 16 à 68 % de surface prospectée par machine sur l'ensemble du suivi. Parmi les 11 éoliennes prospectées, neuf ont une surface moyenne prospectée supérieure à 40%, permettant ainsi, de rendre les estimations statistiques robustes (Behr et al., 2011).

5.2.4 FAISABILITE DES ESTIMATIONS DE LA MORTALITE

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 des périodes 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.** TBM environnement, Agence Ouest d'Ecosphère, 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 locale. Le nombre de cadavres est suffisamment important pour lancer des estimations, avec de plus grandes incertitudes pour les résultats séparant en plus le type de cadavre (oiseau / chauve-souris).

Concernant **l'efficacité de la recherche**, l'observateur ayant réalisé la majorité des passages du suivi de la mortalité a été testé. Une méthodologie standardisée a été suivie. L'efficacité de recherche est bonne et les incertitudes générées sont globalement faibles.

S'agissant de **la persistance**, le test a été effectué de façon standardisée. L'échantillon de cadavres posés est suffisamment grand pour considérer que les tests sont représentatifs. Différents types de leurres ont été posés (souris, rats et poussins) 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 avec fiabilité les différentes estimations par groupe impacté. Dans le cas du parc de Calanhel, la persistance est faible et génère de légères incertitudes.

Enfin, s’agissant des **surfaces prospectées**, les biais sont importants. En effet, la surface de prospection moyenne est de 47 %, ce qui est moyen, les estimations qui en résulte sont donc à prendre avec précaution.

En conséquence de tous ces éléments, des estimations statistiques ont été poursuivies en scindant les estimations oiseaux de celles des chiroptères sur la période de suivi.

5.2.5 CORRECTIF LIE A LA PERIODE D’ETUDE

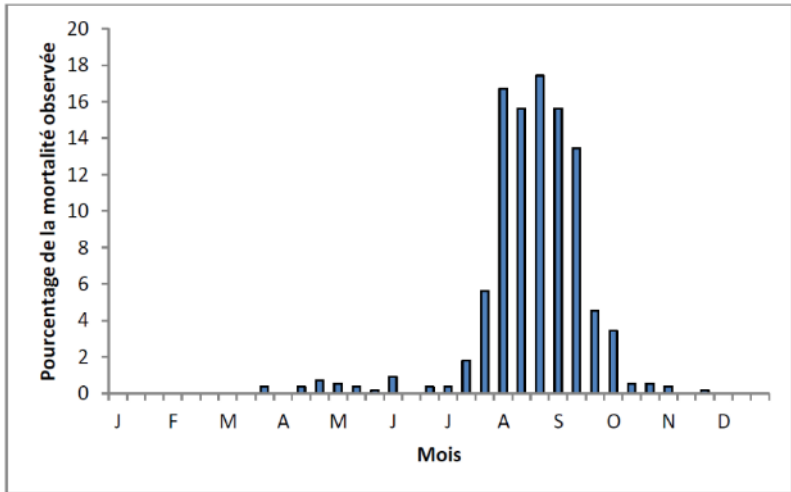
Les estimations de la mortalité ont été réalisées sur la base des 30 passages compris entre le 08/04 et le 25/10/2022 pour l’ensemble des éoliennes. Cette période correspond à la migration vers les quartiers d’estive pour la reproduction puis à la période de migration vers les quartiers d’hivernage de l’avifaune et des chiroptères. Toutefois, des cas de mortalité se produisent également en dehors de cette période.

L’analyse des différentes sources bibliographiques révèle que le risque moyen de collision n’est pas égal au cours d’une année. Le tableau et le graphique ci-dessous montrent ainsi l’importance de la période située entre juillet et octobre.

Répartition annuelle de la mortalité chiroptérologique selon différentes sources bibliographiques

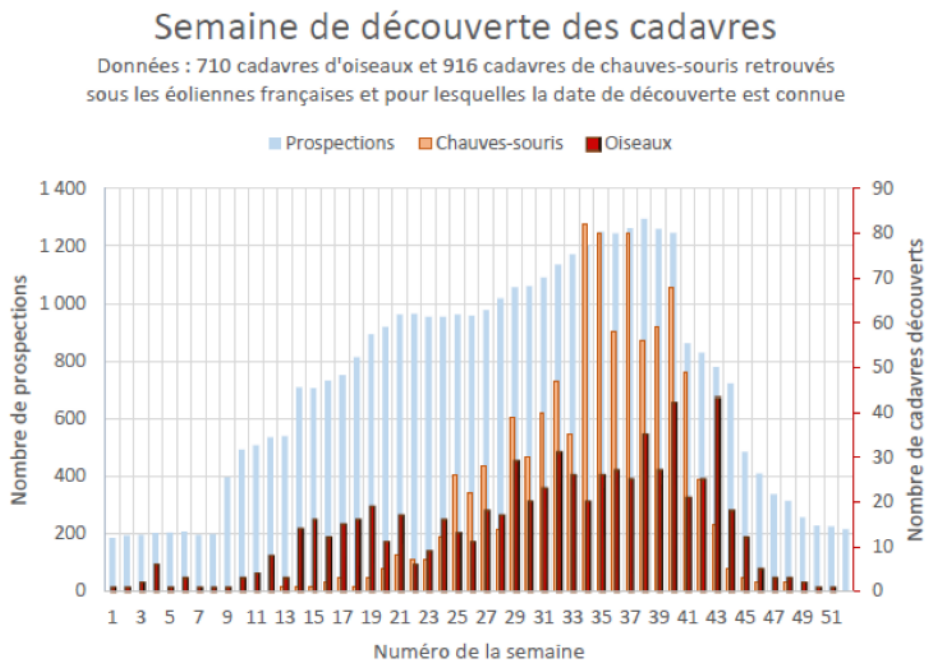
Référence	Proportion de cadavres découverts
Lepercq, 2018	86 % entre fin juillet et début octobre
Beucher & al., 2013	73 % entre le 15 juillet et le 31 octobre
Cornut & Vincent, 2010	80 à 83 % entre le 15 juillet et le 31 octobre
Biotope, 2011	83 % entre le 1er août et le 31 octobre
Dulac, 2008	91 % entre le 1er juillet et le 31 octobre
Rydell & al., 2010	90 % entre fin juillet et début octobre

Le graphique suivant, un peu ancien, présente la répartition temporelle des cadavres récoltés pour 551 chauves-souris en Allemagne (Dürr 2007 cité par Jones & al., 2009). Ces données ont été reprises dans le graphique par Ecosphère (Heitz & Jung, 2017) pour disposer de pourcentages par décades.



Répartition temporelle des cadavres de chauves-souris récoltés (données Dürr, 2007, in Jones & al., 2009 ; graphique Heitz & Jung, 2017)

Les travaux de synthèse sur les oiseaux menés en France sous l’égide de la LPO (Marx, 2017) peuvent être convertis en pourcentages approximatifs sur la base du graphique ci-dessous.



Répartition de la mortalité sur 645 éoliennes appartenant à 91 parcs (Marx, 2017)

Ces multiples autres études de compilation permettent d’avoir des données tant sur les oiseaux que sur les chiroptères et nous permettent d’arriver à la synthèse suivante ci-dessous.

Pourcentage de mortalité (toutes espèces)	Chiroptères		Oiseaux	
Mi-mai à juillet (semaines 20 à 30) => période de reproduction	20 %	Pas de données entre mi-mai et juillet	25 %	1 cadavre entre mi-mai juillet, soit 25%
Août à octobre (semaines 31 à 43) => migration postnuptiale, mouvements locaux	75 %	1 cadavre entre août et octobre, soit 100 %	50 %	1 cadavres entre août et octobre, soit 25 %
Reste de l’année	5 %	Pas de données entre novembre et mi-mai	25 %	2 cadavres entre novembre et mi-mai, soit 50 %

Ainsi, sur la base des données bibliographiques et des résultats recueillis en 2022, il apparaît que le suivi sur le parc de Calanhel couvre le pic de mortalité classiquement constaté lors de la migration postnuptiale au niveau des parcs éoliens.

Le suivi couvre une période correspondant théoriquement à :

- Plus de 95 % de la mortalité des chiroptères ;
- Plus de 75 % de la mortalité des oiseaux.

Basés sur une compilation de différentes sources bibliographiques, ces coefficients correcteurs ne peuvent être directement appliqués à nos calculs et sont présentés ci-dessus à titre indicatif. Toutefois, ils illustrent un fait important : **le suivi de la mortalité concerne la majeure partie du cycle biologique de la faune volante mais la mortalité engendrée par les éoliennes en dehors des périodes de suivi est inconnue**. Par ailleurs, il peut exister des variables locales qui font que la mortalité sur certains parcs n’est pas comparable à la bibliographie connue. **Les estimations réalisées sur le suivi de 2022 concernent uniquement la période suivie. Aucune extrapolation de la mortalité estimée ne peut être réalisée sur la période non suivie.**

Pour rappel, le premier suivi post-implantation réalisé dans le cadre du suivi ICPE a couvert une plus large période (année complète) mais avec un nombre de passage proportionnellement moins important.

5.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

Les estimations de la mortalité du parc ont été calculées avec les formules de **Jones, Huso et Erickson** par le biais de l’application **EolApp (Besnard & Bernard)**. L’utilisation conjointe de ces trois formules permet de comparer les résultats obtenus. En effet, bien que les modèles utilisés soient identiques, quelques différences existent. En situation de persistance courte (moins de 4 jours), le modèle d’Erickson étant connu pour sous-estimer la mortalité par rapport aux modèles plus récents d’Huso et Jones (cf. partie Méthodes de travail 3.2.3.2), ce dernier est seulement présenté à titre informatif.

La mortalité a également été estimée à partir de l’application « **GenEst** », nouvelle méthode développée par une équipe internationale (Huso & Dalthorp (USGS) et Korner-Nievergelt (Ökostat)). Celle-ci permet d’imbriquer les différents paramètres pour modéliser finement la mortalité (persistance des cadavres, efficacité de la détection, correction surfacique) et **fournir des estimations ajustées selon les variables prises en compte (taille des cadavres, période de l’année, distinction oiseaux / chauves-souris...)**.

En outre, ces deux applications EolApp et GenEst permettent d’obtenir un résultat encadré par un **intervalle de confiance de 80 % (bornes à 10 % et 90 %)**.

Les différents paramètres pris en compte sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Récapitulatif des différents paramètres généraux pris en compte pour les estimations

Paramètres	Calanhel
Période du suivi	Avril - Octobre 2022
Nbre d'éoliennes suivies	11
C (nombre de cadavres brut découverts sous les éoliennes dans un rayon de 50 m)	5

¹⁸ EolApp permet de sélectionner le principe méthodologique utilisé pour calculer les intervalles de confiance : « bootstrap non-paramétrique » ou « bootstrap paramétrique ». La première option est la plus fiable avec un nombre limité de passages ou de cadavres détectés. La deuxième méthode est pertinente uniquement pour des

Paramètres	Calanhel
d (taux de détection moyen)	0,85
p (taux de persistance durant l'intervalle)	0,15
Tm (durée moyenne de persistance durant l'intervalle)	3,2
r (probabilité de persistance)	0,41 [IC 80 % : 0,37 - 0,45] (j+7)
I (intervalle moyen entre 2 visites)	6,9
n (nombre de passage)	30
Sk (surface prospectée moyenne)	47 %

5.3.1 ESTIMATIONS DE LA MORTALITE AVEC EOLAPP

Les tableaux suivants présentent les résultats des estimations de la mortalité réelle pour le parc de Calanhel (11 éoliennes suivies du 8 avril au 25 octobre 2022). Des exemples de captures d’écran de ces résultats sont présentés en annexe 4.

Résultats des estimations de la mortalité réelle pour les 3 modèles et obtenues avec l’application EolApp

Estimation avec EolApp (tests non paramétriques ¹⁸)	Mortalité brute	Erickson			Huso			Jones		
		Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]	
Chauves-souris et oiseaux	5	34,3	16,3	58,3	36,7	17,6	61,4	50,0	23,5	89,0

Le modèle d’Huso donne une valeur médiane de la mortalité d’environ **36,7 individus [IC 80 % : 17,6 - 61,4] impactés sur l’ensemble du parc sur l’ensemble du suivi** (début avril à fin octobre, sur 30 passages).

Le modèle de Jones donne une valeur médiane de la mortalité d’environ **50 cadavres de chauves-souris et oiseaux [IC 80 % : 23,5 - 89] impactés sur l’ensemble du parc sur l’ensemble du suivi** (d’avril à fin octobre, sur 30 passages).

Les intervalles de confiance obtenus pour Jones et Huso sont assez larges, une imprécision de l’estimation statistique persiste donc. Cela sous-entend que ces valeurs estimées sont à prendre avec précaution. Les biais induits dans les estimations (l’absence d’intégration des différences de surfaces

jeux de données très conséquents (dans le cas de petits jeux de données elle fournit des résultats trop optimistes sur la précision des estimations de mortalité). Les deux méthodes fournissent les mêmes résultats lorsque les jeux de données sont grands.

prospectées entre les éoliennes étant le principal, cas de E02 avec seulement 16% de la surface prospectée sur l'ensemble du suivi) conduisent à des estimations moins précises et probablement surestimées dans le cas présent (cas du modèle de Jones). Une intégration détaillée des variables dans les modélisations peut permettre d'affiner ces estimations, et ainsi les rendre plus justes.

5.3.2 ESTIMATIONS DE LA MORTALITE AVEC GENEST

Les tableaux suivants présentent les résultats des estimations de la mortalité réelle pour le parc de Calanhel (11 éoliennes suivies du 8 avril au 25 octobre 2022) obtenus à partir des modélisations faites avec GenEst (Huso & Dalthorp). En annexe 5, est précisé le détail des choix retenus pour les modélisations opérées par GenEst afin d'ajuster au mieux les estimations au jeu de données bruts du parc.

Résultats des estimations de la mortalité réelle obtenus avec GenEst							
		Période	Mortalité brute	Médiane	[IC 10 - 90%]		Ensemble du suivi
GenEst	Chiroptères	Période 1	0				2,13 [IC 80% : 1 - 4,3]
		Période 2	1	2,1	1,0	4,3	
	Oiseaux	Période 1	2	32,6	10,6	64,1	35,4 [IC 80% : 13,5 - 66,7]
		Période 2	2	2,7	1,0	5,9	
	Chiroptères et oiseaux	Période 1	2	32,6	10,6	64,1	37,5 [IC 80% : 15,6 - 68,4]
		Période 2	3	4,7	2,0	8,8	

Chacun des résultats correspond à des analyses statistiques indépendantes réalisées par catégories (par groupe d'espèces ou avec la totalité des cadavres). C'est pourquoi les résultats pouvant correspondre à des totaux ne s'additionnent pas.

Les résultats obtenus présentent des intervalles de confiance resserrés. Les estimations sont globalement fiables :

- Chiroptères : mortalité estimée de **2,1 chauves-souris [IC 80 % : 1 - 4,3]** entre début août et fin octobre ; la surface de prospection est faible à modéré pour toutes les éoliennes (cette surface est comprise entre 16 % pour E02, et 68 % pour E08), ce qui permet une estimation relativement robuste sur l'ensemble des éoliennes du parc (taux de prospection inférieur à 40 % pour seulement 2 éoliennes sur 11). Le taux d'efficacité de l'observateur est bon (89 % de détectabilité), ce qui génère peu d'incertitudes. Le taux de persistance des cadavres est faible, entraînant un léger biais dans les estimations ;
 - Faibles biais, **estimations fiables** pour la période 2 présentant en particulier un intervalle de confiance resserré ;
- Oiseaux : mortalité estimée de **35,4 oiseaux [IC 80 % : 13,5 - 66,7]** entre début avril et fin octobre ; la surface de prospection est faible à modéré pour toutes les éoliennes (cette surface est comprise entre 16 % pour E02, et 68 % pour E08), ce qui permet une estimation relativement robuste sur l'ensemble des éoliennes du parc (taux de prospection inférieur à 40 % pour seulement 2 éoliennes sur 11). Le taux d'efficacité de l'observateur est bon (89 % de détectabilité), ce qui génère peu d'incertitudes. Le taux de persistance des cadavres est faible, entraînant un léger biais dans les estimations ;
 - Faibles biais, **estimations fiables** présentant en particulier un intervalle de confiance resserré ;

- Mortalité globale : mortalité estimée de **37,5 cadavres [IC 80 % : 15,6 - 68,4]** entre début avril et fin octobre ; la surface de prospection est faible à modéré pour toutes les éoliennes (cette surface est comprise entre 16 % pour E02, et 68 % pour E08), ce qui permet une estimation relativement robuste sur l'ensemble des éoliennes du parc (taux de prospection inférieur à 40 % pour seulement 2 éoliennes sur 11). Le taux d'efficacité de l'observateur est bon (89 % de détectabilité), ce qui génère peu d'incertitudes. Le taux de persistance des cadavres est faible, entraînant un léger biais dans les estimations ;
 - Faible biais lié aux surfaces prospectables et à la dispersion des cadavres.

Les analyses réalisées avec GenEst donnent des résultats plus précis pour lesquels les conditions d'estimation ont pu être finement adaptés aux conditions locales du site (variabilité par groupe sur l'ensemble des paramètres).

Pour le parc de Calanhel et au cours du suivi de 2022, les estimations de la mortalité réelle avec GenEst donnent une valeur médiane de la mortalité d'environ **2,1 chauves-souris [IC 80 % : 1 - 4,3] pour la période 2 et 35,4 oiseaux [IC 80 % : 13,5 - 66,7] sur l'ensemble du suivi**. Les estimations concernant la période suivie (avril - octobre) sont fiables statistiquement et présentent peu d'incertitudes.

5.4 CONCLUSION SUR LE SUIVI DE MORTALITE

Ce second suivi réalisé sur le parc de Calanhel a fait l'objet de **30 passages répartis entre le 8 avril et le 25 octobre 2022, avec un intervalle entre les passages de 6,9 j tout au long du suivi**. Ces passages ont été réalisés sur la période de migration prénuptiale, de nidification et postnuptiale des oiseaux et des chauves-souris. Les 11 éoliennes du parc ont été suivies selon le protocole national (2018). Les recherches ont été réalisées dans un **rayon de 50 m** autour du mât. La **surface moyenne de prospection est de 47 % sur l'intégralité du suivi**. Les tests de détection réalisés montrent une **détectabilité moyenne de 89 %**. Les tests de persistance réalisés à partir de 96 leurres montrent un **taux de persistance de 15 %** durant l'intervalle (J+7).

5 cadavres ont été découverts, parmi lesquels :

- 4 oiseaux appartenant à 4 espèces : 1 Pigeon ramier (Local), 1 Epervier d'Europe (Migrateur), 1 Buse variable (Locale) et 1 Linotte mélodieuse (Locale) ;
- 1 espèce de chiroptère : la Pipistrelle de Kuhl (locale).

Les résultats bruts de mortalité ont été corrigés selon 3 modèles statistiques (Erickson, Huso et Jones) à partir de nos calculs et de l'application « EolApp » développée par Besnard et Bernard (CEFE CNRS).

Ils ont également été analysés à partir de l'application « GenEst », développée par Huso & Dalthorp (USGS). Les résultats obtenus avec cette seconde méthode ont été conservés car elle permet un ajustement plus fin aux conditions réelles de suivi. Ainsi, l'estimation de la mortalité réelle aboutit à des valeurs médianes de la mortalité d'environ **2,1 chiroptères [IC 80 % : 1 - 4,3] et 35,4 oiseaux [IC 80 % : 13,5 - 66,7] sur l'ensemble du suivi** (avril - octobre). Les estimations obtenues présentent peu de biais et peuvent être considérées comme fiables.

6.RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI COMPORTEMENTAL DE L'AVIFAUNE

71 espèces ont été recensées toutes périodes confondues.

6.1 COMPORTEMENT DES ESPECES NICHEUSES

39 espèces nicheuses ont été recensées durant le printemps/été 2022 dont :

- 34 espèces nichent sur le territoire du parc éolien (rayon de 300 mètres autour des éoliennes) ;
- 4 espèces nichent dans un rayon de 300 mètres à 2 kilomètres du parc éolien (le Grand Corbeau, le Choucas des tours, le Faucon pèlerin et le Busard Saint-Martin) ;
- 1 espèce niche au-delà de 2 kilomètres : la Bondrée apivore.

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

Trente-quatre espèces se reproduisent sur le territoire du parc éolien et dans un rayon de 300 mètres autour de ce dernier. Ce périmètre comprend divers milieux agricoles (culture de maïs, culture de céréales, prairie de fauche), des milieux landicoles caractérisés par une végétation d'Ajoncs, Molinies et Bruyères (E02, E07), des prairies humides avec joncs et saules (E01, E10). La quasi-totalité des chemins du parc sont bordés de talus enherbés avec fougères, ronciers, essences nobles (Erable champêtre, Houx, Saules, etc.). Des points d'eaux ont été identifiés au nord de l'aire d'étude, proche de E03 et à proximité sud de E11. Un milieu plus arboré domine la moitié ouest du parc éolien entre E02 et E04.

Le cortège d'oiseaux nicheur se compose d'une faible diversité d'espèces des milieux cultivés (Alouette des champs, Alouette lulu) et d'une diversité moyenne d'espèces des milieux boisés (Bouvreuil pivoine, Coucou gris, Fauvette grisette, Linotte mélodieuse, Tarier pâtre, Hypolaïs polyglotte, Pouillot fitis, Pipit des arbres, Mésange nonnette, Fauvette des jardins, Tourterelle des bois, Pinson des arbres, Roitelet huppé, Rougegorge familier, etc.). L'unique espèce anthropophile exclusive est l'Hirondelle rustique qui niche très probablement dans les fermes en périphérie du parc.

Rappelons que la méthode d'attribution de l'enjeu spécifique régional est précisée en 3.4.1.

¹⁹ Sensibilité exprimée par rapport à la taille des populations européennes de l'espèce concernée - classes de sensibilité issues du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE & FEE, 2018)
²⁰ LRR = Liste Rouge Régionale des oiseaux nicheurs de Bretagne (CSRPN, 2015)

Sensibilité spécifique de l'avifaune nicheuse du parc éolien et ses abords immédiats

Habitat	Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes ¹⁹	NICHEURS BRETAGNE				Justificatifs (réévaluation de l'ESR/ESS)
			LRR ²⁰	ESR (Enjeu Spécifique Régional) ²¹	Indice de Vulnérabilité ²²	ESS (Enjeu Spécifique Stationnel)	
Milieux cultivés	Alouette des champs <i>Alauda arvensis</i>	0	LC	Faible	1	Faible	Populations locales faibles
	Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>	1	LC	Faible	1,5	Moyen	Existence de plusieurs couples (±4 couples) répartis de façon homogène sur l'ensemble du territoire du parc. => +1 niveau
Milieux arbustifs à arborés	Accenteur mouchet <i>Prunella modularis</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Bouvreuil pivoine <i>Pyrrhula pyrrhula</i>	0	VU	Fort	2,5	Moyen (Enjeu diminué car statut de l'espèce favorable au niveau régional et sur le site)	Des observations réparties de manière assez homogène ont été récoltées sur le parc (±1 couples).
	Bruant jaune <i>Emberiza citrinella</i>	0	NT	Moyen	1,5	Moyen	La densité de population sur le secteur est relativement importante avec répartition homogène sur le territoire du parc. Entre 9 et 11 couples occupent l'ensemble du site d'étude.
	Buse variable <i>Buteo buteo</i>	3	LC	Faible	2,5	Moyen	Entre 2 à 3 couples fréquentent le site d'étude. Fréquentation et utilisation régulière du parc lors de la période de reproduction avec des individus en

²¹ ESR & ESS : cf. méthodologie d'évaluation des enjeux spécifiques en 3.4.1
²² Indice issu du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE & FEE, 2015)

Habitat	Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes ¹⁹	NICHEURS BRETAGNE				Justificatifs (réévaluation de l'ESR/ESS)
			LRR ²⁰	ESR (Enjeu Spécifique Régional) ²¹	Indice de Vulnérabilité ²²	ESS (Enjeu Spécifique Stationnel)	
							transit au sein du parc avec une altitude de vol oscillant de 30 à 100 mètres. =>+1 niveau
	Corneille noire <i>Corvus coronne</i>	1	LC	Faible	1,5	Faible	-
	Coucou gris <i>Cuculus canorus</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Etourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Fauvette à tête noire <i>Sylvia atricapilla</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Fauvette des jardins <i>Sylvia borin</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Fauvette grisette <i>Sylvia communis</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Geai des chênes <i>Garrulus glandarius</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Grive draine <i>Turdus viscivorus</i>	1	LC	Faible	1,5	Faible	-
	Grive musicienne <i>Turdus philomelos</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Hypolaïs polyglotte <i>Hippolaïs polyglotta</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Linotte mélodieuse <i>Linaria cannabina</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Merle noir <i>Turdus merula</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Mésange bleue <i>Cyanistes caeruleus</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Mésange nonnette <i>Poecile palustris</i>	0	NT	Moyen	1,5	Moyen	Un couple a été observé avec une reproduction probable.
	Pic épeiche <i>Dendrocopos major</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i>	1	LC	Faible	1,5	Faible	-
	Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Pipit des arbres <i>Anthus trivialis</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Pouillot fitis <i>Phylloscopus trochilus</i>	0	EN	Très fort	2,5	Fort	La densité de population sur le secteur est relativement importante avec une répartition homogène sur le territoire du parc. Espèce se déplaçant globalement de buisson en

Habitat	Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes ¹⁹	NICHEURS BRETAGNE				Justificatifs (réévaluation de l'ESR/ESS)
			LRR ²⁰	ESR (Enjeu Spécifique Régional) ²¹	Indice de Vulnérabilité ²²	ESS (Enjeu Spécifique Stationnel)	
							buisson (hors rayon d'action des machines). Une estimation de 3 à 4 couples a été identifiée. => -1 niveau
	Pouillot véloce <i>Phylloscopus collybita</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Roitelet huppé <i>Regulus regulus</i>	1	LC	Faible	1,5	Faible	-
	Rougegorge familier <i>Erithacus rubecula</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Tarier pâtre <i>Saxicola rubicola</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i>	1	LC	Faible	1,5	Faible	-
	Troglodyte mignon <i>Troglodytes troglodytes</i>	0	LC	Faible	1	Faible	-
	Hirondelle rustique <i>Hirundo rustica</i>	0	DD	Faible	0,5	Faible	-
	Pigeon colombin <i>Columba oenas</i>	1	LC	Faible	1,5	Faible	-
Milieux anthropiques	Bondrée apivore <i>Pernis apivorus</i>	2	LC	Faible	2	Faible	-

6.1.2 CORTEGES/ENJEUX/SENSIBILITES A L'ECHELLE DES ABORDS DU PARC

Sur l’ensemble des espèces utilisant le site en période de reproduction, 35 se reproduisent de manière possible, probable ou certaine au sein du parc et dans une zone tampon de 300 mètres à 2 kilomètres autour du parc. Certaines espèces non-nicheuses mais observées en période de nidification, transitent exclusivement au-dessus du site, comme le Goéland argenté, le Goéland brun et le Grand Cormoran. D’autres espèces fréquentent plus ponctuellement le parc éolien comme le Busard Saint-Martin et la Bondrée apivore. Une majeure partie des espèces sont caractérisées par des sensibilités faibles au risque de collision.

Néanmoins, 6 espèces présentent une sensibilité supérieure ou égale à moyenne :

- **Sensibilité moyenne** : la Bondrée apivore et le Goéland brun ;
- **Sensibilité forte** : la Buse variable, le Faucon pèlerin et le Busard Saint-Martin ;
- **Sensibilité très forte** : le Goéland argenté.

Toutefois, ces sensibilités vis-à-vis des risques de collisions ne sont pas susceptibles de remettre en cause le maintien de leurs populations à l’échelle européenne. Les populations des quelques espèces à enjeu détectées ne sont pas vulnérables par rapport au risque de collision (cas de parcs terrestres). Néanmoins, certaines espèces fréquentent plus régulièrement le parc et présentent des comportements à risques identifiés lors des expertises environnementales : le Grand Corbeau et la Buse variable.

La Buse variable a été observée à plusieurs reprises dans les boisements à l’ouest du parc, ainsi qu’au sud-ouest avec un total de 2 à 3 couples. De nombreuses observations d’individus en vol au sein du parc ont été constatées pour l’alimentation. L’altitude de vol est comprise entre 30 et 100 mètres. Aucun comportement d’évitement n’a été observé. Ce dernier point peut s’expliquer par l’adaptation des

individus adultes à fréquenter le parc, ce qui n'est pas le cas des jeunes. L'indice de sensibilité à l'éolien est considéré comme « fort ».

Pour le Grand Corbeau, plusieurs observations d'un seul individu ont été notées en transit et/ou déplacements locaux avec d'autres espèces de corvidés à une altitude majoritairement inférieure à 30 mètres. La régularité et la fréquentation de cette espèce sur le parc justifie le fait de considérer celle-ci comme sensiblement forte aux collisions. Un comportement à risque a été constaté autour de l'éolienne E03, où un adulte a été observé en phase ascendante de 50 à 70 mètres d'altitude à proximité de l'éolienne. Les adultes ont probablement une expérience plus fine avec les machines du parc, ce qui expliquerait la confiance de l'espèce à l'approche des éoliennes. L'espèce présente néanmoins un indice de sensibilité à l'éolien considéré comme « faible ».

Les 6 autres espèces fréquentent régulièrement le parc. Il s'agit d'espèces utilisant des territoires étendus. Elles sont regroupées ci-après en fonction de leurs habitats de nidification.

Sensibilité spécifique de l'avifaune nicheuse des abords et fréquentant régulièrement le parc éolien					
Habitat	Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	NICHEURS BRETAGNE		
			LRR	Enjeu spécifique régional	Indice de vulnérabilité**
Falaises, carrières	Faucon pèlerin <i>Falco peregrinus</i>	3	EN	Fort	4
	Grand Corbeau <i>Corvus corax</i>	1	EN	Fort	4
Landes, coupes forestières	Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i>	3	EN	Fort	4
Forêt, Forêt mixtes	Bondrée apivore <i>Pernis apivorus</i>	2	LC	Faible	2
Espèces nicheuses fréquentant le parc uniquement en transit					
Falaises abruptes, Bâties	Goéland argenté <i>Larus argentus</i>	4	VU	Assez fort	3,5
	Goéland brun <i>Larus fuscus</i>	2	LC	Faible	2
Etangs, littoral	Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	1	VU	Assez fort	2,5

* : sensibilité exprimée par rapport à la taille des populations européennes de l'espèce concernée - classes de sensibilité issues du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE & FEE, 2018) ;
** : indice issu du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE & FEE, 2015)

Il ressort du tableau précédent que 7 espèces présentent une sensibilité à l'éolien :

- 2 espèces à sensibilité forte fréquentent régulièrement le parc dont 1 présente des enjeux de conservation fort et d'intérêt communautaire (directive oiseau) : le **Faucon pèlerin**, niche de façon certaine à environ 2km au sein de la carrière la roche de Calanhel - exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin (Source : Faune Bretagne), une donnée concerne cette espèce à la mi-mars (période de ponte mi-février-mars). Les colonies de **Goéland argenté** les plus proches du parc, nichent au niveau des falaises abruptes littorales du pays du Trégor (Grands et petit Trégor). Les observations en période de reproduction concernent des oiseaux exclusivement observés en transit au-dessus du site d'étude majoritairement au-dessus des éoliennes ;
- 3 espèces à sensibilité moyenne fréquentent régulièrement ou ponctuellement le parc dont 1 présente des enjeux de conservation Fort : le **Busard Saint-Martin**, était nicheur certain en 2016 sur la commune de Plourac'h, nicheur probable en 2014 et jusqu'à ce jour nicheur possible sur la commune de Locarn (Source : Faune Bretagne). L'espèce niche chaque année sur certaines

communes des Monts d'Arrée. Un mâle adulte a été observé en chasse locale (0-10 mètres d'altitude), le 24 mai dans les prairies pâturées. La **Bondrée apivore** a niché dans la Forêt départementale de Beffou entre 2013 et 2014 au nord du parc de Calanhel de façon probable et possible en 2015 (3 km du parc éolien). L'espèce a également niché de manière probable sur la commune de Scrignac en 2014, 2017 et 2020 (5 km du parc éolien). Enfin, quelques dizaines de couples de **Goéland brun** nichent sur le bâti de la ville de Morlaix (25 km du parc éolien) ;

- 2 espèces à sensibilité faible fréquentent régulièrement le parc dont 1 présente un enjeu de conservation fort : le **Grand Corbeau**, nicheur certain sur la commune de Calanhel au moins depuis 2013 dans la carrière la roche comme le Faucon pèlerin. Au vu des observation de 2022, l'espèce utilise plus régulièrement le site que le Faucon pèlerin. Le **Grand Cormoran** était nicheur possible, probable, certain dans l'ancien pays du Trégor (Grand Trégor) sur le littoral entre 2014 et 2018 (Trébeurden, Pleumeur-Bodou et Perros-Guirec). Des individus ont été observés en vol au-dessus du parc en transit pour rejoindre des points d'eau. Certains oiseaux s'alimentent sur des étangs autour du parc de Calanhel comme l'Etang du Beffou, l'Etang de la vallée verte à Callac mais également l'étang du Coronc à Glomel qui regroupe parfois des dizaines d'individus en alimentation.

Il existe donc une source de risque relativement importante dans un rayon proche du parc éolien.

6.1.3 REACTIONS DE L'AVIFAUNE NICHEUSE

Les mouvements locaux ont été finement renseignés lors des passages sur le terrain du crépuscule à l'aube.

Sur les 38 espèces nicheuses du parc et de ses abords, 34 fréquentent régulièrement le parc et 4 le fréquente pour de la recherche de nourriture et/ou du transit. Le comportement et les effectifs de ces dernières ont été observés afin d'évaluer si le parc éolien entraîne des conséquences sur leurs mouvements, leur alimentation...

Les fréquences de traversées du parc sont différentes selon les espèces (Buse variable omniprésente alors que les goélands sont moins fréquents à cette période). Les espèces sont distinguées en fonction de la nature de leurs déplacements locaux. On recense :

- Les espèces cantonnées qui circulent très peu et qui se déplacent très majoritairement au ras du sol en période de reproduction : Accenteur mouchet, Merle noir, Pinson des arbres, Roitelet huppé, Rougegorge familier, Tarier pâtre, Troglodyte mignon. Il s'agit d'espèces nichant au sein des haies bocagères bordant les chemins et des fourrés landicoles sur la moitié nord du parc. Pour ces dernières, aucun comportement particulier par rapport aux éoliennes n'a été observé. Le parc éolien ne modifie pas les fonctionnalités locales de ces espèces ;
- Les espèces cantonnées qui circulent et effectuent ponctuellement des vols à travers certaines parcelles agricoles et sont susceptibles de monter en altitude : Alouette des champs, Alouette lulu, Etourneau sansonnet, Linotte mélodieuse, Pigeons ramier et colombin. Les espèces les plus abondantes sont celles liées aux milieux semi-ouverts à boisés : Accenteur mouchet, Bouvreuil pivoine, Bruant jaune, Linotte mélodieuse, Fauvette des jardins, Grives, Merle noire, Mésanges, Pouillot fitis, Tarier pâtre, etc. Il semble que les individus nicheurs se préoccupent très peu des éoliennes. De nombreux oiseaux chantent à proximité directe de certaines machines quand les habitats sont favorables pour s'y reproduire et/ou utiliser comme poste de chant.
Les vols s'effectuent en majorité en dessous du rayon d'action des pales à l'exception de l'Alouette des champs et l'Alouette lulu qui, lors de leurs vols territoriaux, montent à hauteur de pale sans pour autant que d'éventuelles réactions aient été observées. Aucun élément particulier n'a été clairement noté sur le comportement de vol à l'approche du parc. Néanmoins, il est possible que certaines espèces modifient leur comportement de vol



en amont du parc en prenant de l'ascendance ou inversement descendre proche du sol pour éviter les machines ;

- les espèces qui utilisent un large domaine vital :
 - ✓ le parc éolien est localisé à l'intérieur des terres à l'ouest des monts d'Arrée à environ 25 kilomètres du littoral. Quelques mouvements d'individus isolés de Goélands en transit au-dessus du parc éolien ont été constatés avec principalement du Goéland brun et Goéland argenté. **Ces derniers s'adaptent à la présence du parc et les ajustements de trajectoire ne sont pas de nature à remettre en cause le gagnage de zones alimentaires et le bon accomplissement de leur cycle biologique ;**
 - ✓ plusieurs dizaines d'individus : cas des corvidés (Choucas des tours, Corneille noire et Corbeau freux). Les comportements de vol sont assez bas et majoritairement en dehors du rayon d'action des pales. Les trouées et les extrémités du parc sont recherchées pour l'alimentation ; les Choucas des tours nichent au sein de la carrière et les villages aux alentours et gagnent régulièrement les terres cultivées et les friches proches. **Les prairies du parc constituent une zone d'alimentation privilégiée pour ces espèces surtout au centre de ce dernier, qui s'adaptent par conséquent très bien à l'exploitation du parc éolien ;**
 - ✓ quelques individus : 4 rapaces (Buse variable, Busard Saint-Martin, Faucon crécerelle et Bondrée apivore) et l'Hirondelle rustique sont concernés. Aucun comportement d'évitement particulier n'a été observé. Leurs activités alimentaires semblent se produire indépendamment de l'activité des éoliennes.

6.1.4 SYNTHESE

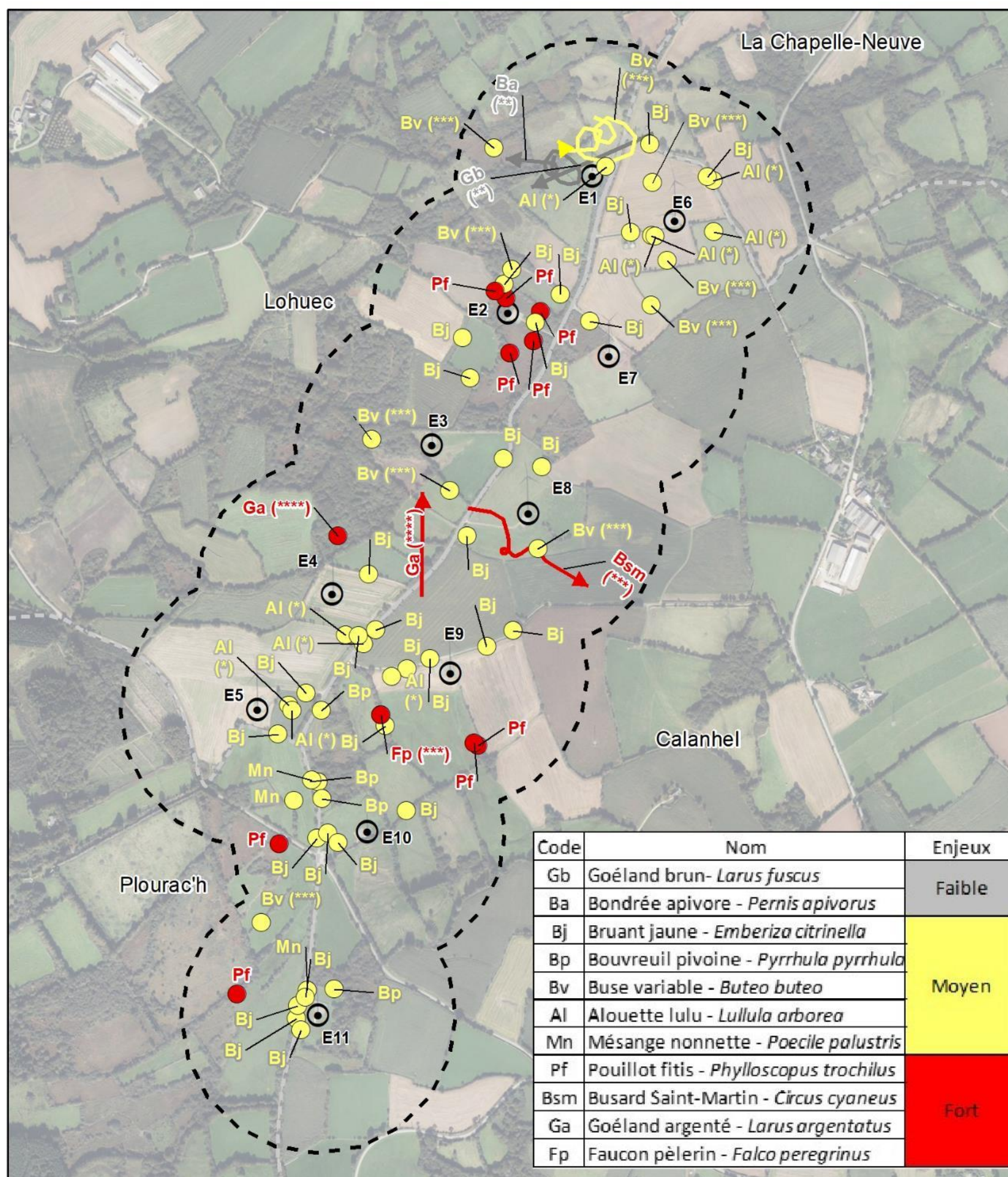
Les 34 espèces nicheuses du parc et ses abords immédiats présentent des sensibilités faibles à forte au risque de collision. Les enjeux stationnels de conservation sont moyens pour 5 espèces (Alouette lulu, Bouvreuil pivoine, Bruant jaune, Buse variable, Mésange nonnette) à ponctuellement forts pour le Pouillot fitis.

5 espèces nicheuses aux abords proches (300 à 2 kilomètres) fréquentent régulièrement le parc éolien. Parmi elles, figurent **1 espèce à sensibilité très forte** à la collision : le Goéland argenté à enjeu régional assez fort ; **2 espèces à sensibilité forte** à la collision : le Faucon pèlerin à enjeux régional fort (1 couple dans la carrière de Calanhel) et le Busard Saint-Martin (enjeu régional fort), et **2 espèces à sensibilité moyenne** la Bondrée apivore (enjeu régional faible) et le Goéland brun (enjeu régional faible).

L'observation des mouvements locaux révèle que les espèces nicheuses adoptent des comportements globalement peu risqués vis-à-vis de l'éolien. Les espèces les plus abondantes s'adaptent au parc éolien en privilégiant les abords est et ouest ainsi que les trouées entre éoliennes. La plupart des espèces évoluent dans l'espace de garde au sol des éoliennes. Seuls les Alouettes des champs et lulu, la Buse variable et le Grand Corbeau ont un comportement à risque sans pour autant réagir face aux machines (bifurcation, éclatement de groupes, etc.).

Sur la carte, page suivante, l'ensemble des points les plus proches d'une même espèce sont des observations faites à des dates différentes et correspondent au même couple.





- - Rayon de 300 m autour des éoliennes
 - - Limites communales
 ⊙ Eoliennes du Parc Calanhel
 → Axe de déplacement
- Enjeux**
- Très forts
 - Forts
 - Assez forts
 - Moyens
 - Faibles

Sensibilité de l'espèce à l'éolien :

* : Sensibilité faible à l'éolien

** : Sensibilité moyenne à l'éolien

*** : Sensibilité forte à l'éolien

**** : Sensibilité très forte à l'éolien

Absence d'astérisque : Sensibilité à l'éolien négligeable
(Sensibilité au risque de collision à l'éolien - Dürr, 2022)

0 90 180 m

Carte réalisée par TBM, 2023

Sources : Ecosphere, BD Topo@IGN, TBM 2022

Fond cartographique : BD Ortho 2021@ IGN

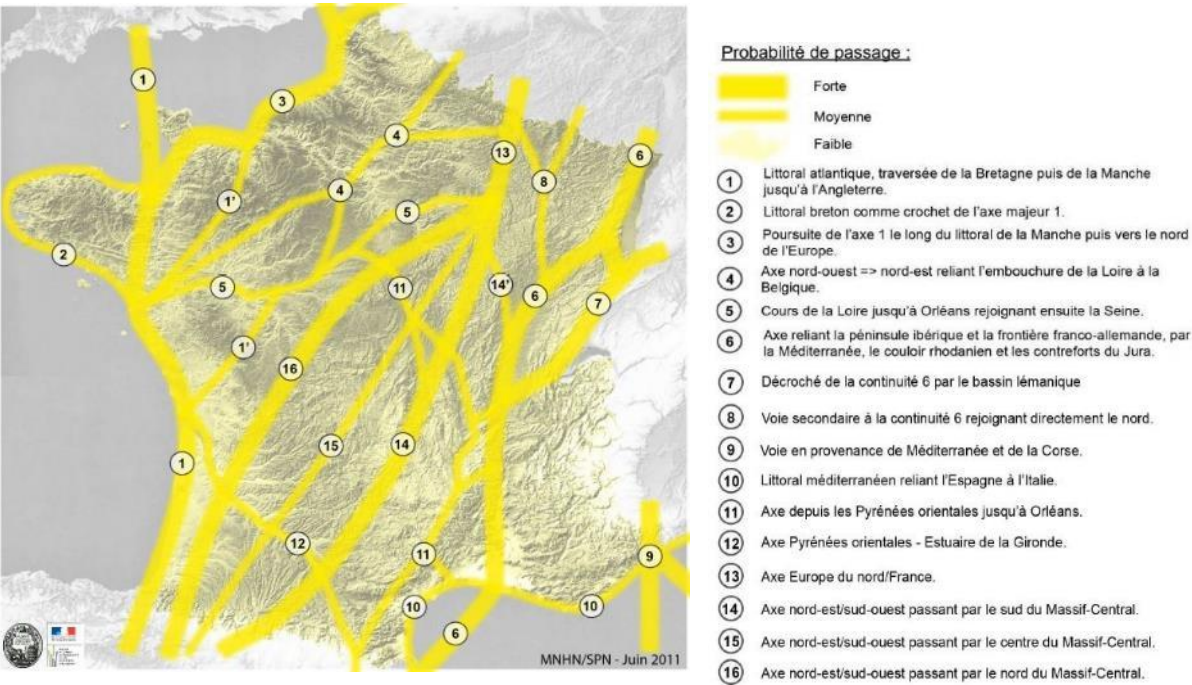
Distribution des espèces d'oiseaux nicheuses à enjeux et sensible au risque de collision éolien

6.2 COMPORTEMENT DES ESPECES MIGRATRICES

6.2.1 CONTEXTE REGIONAL

Une partie des oiseaux passe l’hiver en Afrique ou en zone méditerranéenne. Ils viennent ensuite au printemps et l’été en Europe pour se reproduire. Pour ce faire, une partie des flux migratoires passe par l’Europe de l’Ouest. Certaines voies migratoires passent clairement par la Bretagne, notamment les oiseaux d’eau (limicoles, échassiers, anatidés, etc.) et certains passereaux, notamment ceux issus des populations anglaises et scandinaves. Même si le Centre-Bretagne est traversé par des voies de migrations, celles-ci semblent secondaires vis-à-vis des flux identifiés sur la carte ci-dessous.

La prise en compte des oiseaux migrants n’est pas négligeable dans la mesure où il y a des risques « d’effet barrière », de collision et de dérangement. Au regard de ces phénomènes migratoires, les connaissances en Bretagne restent diffuses notamment sur les principaux axes empruntés.



Voies d’importance de migrations de l’avifaune pour la cohérence nationale de la trame verte et bleue (MNHN/SPN, 2011)

Dans le cas présent, les oiseaux empruntent en migration postnuptiale (période automnale correspondant au départ des oiseaux vers leurs quartiers d’hivernage dans le Sud de l’Europe et/ou en Afrique) un axe nord/sud à nord-est/sud-ouest.

Lors de la migration prénuptiale (retour des migrants ayant hivernés dans le Sud de l’Europe et/ou en Afrique vers leurs sites de reproduction), le chemin emprunté par l’ensemble des espèces aviennes est similaire à celui qui est utilisé en migration postnuptiale, mais suivant un axe orienté sud/nord à sud-ouest/nord-est.

En général, les mouvements migratoires sont souvent plus diffus au printemps qu’à l’automne (passage des oiseaux migrants plus direct au printemps afin de revenir le plus rapidement possible sur les sites de nidification). De plus, les mouvements migratoires qui s’effectuent à l’automne concernent davantage d’individus que ceux du printemps (jeunes individus, forte mortalité au cours de la migration postnuptiale, mortalité hivernale...).

D’après la carte précédente, le parc de Calanhel et ses abords sont situées à environ 25km d’une voie migratoire « secondaire » (probabilité de passage considérée comme « Faible ») matérialisée par la voie « Littoral breton, comme crochet de l’axe majeur 1 ».

Dans notre contexte, l’activité avifaunistique au sein du parc éolien est caractérisée par un flux diffus sur l’ensemble du territoire éolien.

Les expertises de terrain ont montré que les oiseaux qui traversaient le parc en période de migration le faisaient en suivant un axe nord-sud et sur l’ensemble du parc sans privilégier un secteur de manière notable.

6.2.2 CORTEGES/EFFECTIFS/SENSIBILITES

6.2.2.1 Migration prénuptiale

Cinquante-trois espèces ont été recensées lors des 4 sorties dédiées à la migration prénuptiale sur le parc et ses abords proches. Parmi elles, 15 ont été observées en migration active et/ou dite rampante (Alouette lulu, Etourneau sansonnet, Grande aigrette, Pinson des arbres, Pinson du nord, Pipit farlouse, Traquet motteux, Rougegorge familier, etc.).

La majorité des données récoltées en migration active concerne 4 espèces : l’Etourneau sansonnet (2159 individus), le Pinson des arbres (257 individus), la Grive mauvis (49 individus) et le Goéland brun (36 individus). Sur les 4449 individus comptabilisés toutes espèces confondues à cette période de l’année, plus de la moitié (57%) correspond à des oiseaux observés exclusivement en migration active. La migration est diffuse sur le site du parc éolien et ses abords, aucun axe précis n’a été identifié.

Les statuts de menace à l’échelle européenne (LRE EU27) sont utilisés en conformité avec la méthode du protocole national (MEDDE & FEE, 2015) et confrontés aux effectifs observés afin d’évaluer l’éventuel impact du parc éolien vis-à-vis de ces espèces.

Effectifs des espèces migratrices observées en période prénuptiale

	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total prénuptial	LRE**
Étourneau sansonnet	0	2159	LC
Pinson des arbres	0	257	LC
Grive mauvis	0	49	LC
Goéland brun	2	36	LC
Goéland argenté	3	7	LC
Hirondelle rustique	0	7	LC
Pinson du nord	0	5	LC
Pipit farlouse	0	4	LC
Pigeon ramier	1	3	LC
Grand Cormoran	1	1	LC
Alouette lulu	1	1	LC

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

** : LRE = Liste Rouge Européenne (BirdLife International, 2021), en conformité avec le protocole national précité.

Deux constatations peuvent être tirées du tableau précédent :

- les espèces les plus abondantes sont caractérisées par une sensibilité « faible » aux collisions ;
- les espèces les plus abondantes ne sont pas menacées au niveau européen, national et régional.

D’autres espèces, contactées moins fréquemment en migration prénuptiale à travers le parc, sont caractérisées par des sensibilités « moyennes » à « fortes » à la collision. C’est le cas notamment de la Tourterelle des bois dont l’état des populations au niveau européen est jugé vulnérable. L’espèce

présente une sensibilité faible à l'éolien. Les cas de mortalité au regard de ses populations semblent, en l'état des connaissances actuelles, négligeables. Un seul individu a été observé lors des expertises.

A cette période, 3 espèces d'intérêt communautaire (Directive oiseaux 2009/147/CE) ont été notées en halte et/ou en transit sur le site et ses abords, la Grande aigrette, le Busard Saint-Martin et le Faucon pèlerin qui est un nicheur précoce par rapport aux précédents. Aucune de ces espèces n'a présenté de comportement à risque face aux éoliennes et leur irrégularité sur le parc de Calanhel ne remet pas en question leur conservation.

D'après les observations réalisées au cours des comptages, les flux migratoires constatés en période prénuptiale sont relativement faibles, de même que la richesse spécifique en migration active. Aucun stationnement notable d'oiseaux n'a été noté. Le passage est diffus sur l'ensemble du parc éolien et ses abords.

6.2.2.2 Migration postnuptiale

Quarante-sept espèces ont été recensées en migration postnuptiale active sur le parc et ses abords proches, parmi elles, certaines ont été observées en migration active et/ou dite rampante et/ou en halte migratoire (Pinson des arbres, Alouette des champs, Grive mauvis, Etourneau sansonnet, Linotte mélodieuse, Etourneau sansonnet, Grande Aigrette, Pinson des arbres, Pinson du Nord, Pipit farlouse, Traquet motteux, Rougegorge familier, etc.).

La majorité des données dites de migration est marquée pour 5 espèces : le Pinson des arbres (266 individus), l'Alouette des champs (94 individus), la Linotte mélodieuse (74 individus), l'Etourneau sansonnet (71 individus) et la Grive mauvis (69 individus). Peu de donnée en migration active ont été récoltées et cela pour des raisons météorologiques (brouillard épais sur le site en matinée puis un dégagement l'après-midi). A l'inverse, de nombreux stationnements ont été constatés dans les labours et chaumes de maïs/céréales, avec une dominance de passereaux : le Pinson des arbres, l'Alouette des champs, l'Etourneau sansonnet, le Bruant jaune, etc. Certaines espèces arrivent de nuit comme les turdides et sont notées dans les haies bocagères sur l'ensemble du site.

La migration est caractérisée de diffuse sur le parc éolien et ses abords. Aucun axe n'a été identifié.

Les statuts de menace à l'échelle européenne (LRE EU27) sont utilisés en conformité avec la méthode du protocole national (MEDDE & FEE, 2015) et confrontés aux effectifs observés afin d'évaluer l'éventuel impact du parc éolien vis-à-vis de ces espèces.

Effectifs des espèces migratrices observées en période postnuptiale

	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total prénuptial	LRE**
Pinson des arbres	0	266	LC
Alouette des champs	0	94	LC
Linotte mélodieuse	0	74	LC
Etourneau sansonnet	0	71	LC
Grive mauvis	0	69	LC
Pipit farlouse	0	36	LC
Grive musicienne	0	29	LC
Vanneau huppé	0	24	VU
Alouette lulu	1	18	LC
Rougegorge familier	0	15	LC
Bécassine des marais	0	8	LC
Goéland brun	2	6	LC
Tarier des prés	0	6	LC
Grive litorne	0	6	LC
Hirondelle rustique	0	5	LC
Pipit des arbres	0	4	LC

	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total prénuptial	LRE**
Pinson du nord	0	3	LC
Traquet motteux	0	2	LC
Martinet noir	1	2	NT
Héron cendré	2	1	LC
Bruant des roseaux	0	1	LC
Pigeon colombin	1	1	LC
Pouillot fitis	0	1	LC

* : sensibilité exprimée par rapport à la taille des populations européennes de l'espèce concernée - classes de sensibilité issues du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE & FEE, 2015) ;
** : LRE = Liste Rouge Européenne (EU27 : BirdLife International, 2021), en conformité avec le protocole national précité.

Deux constatations peuvent être tirées du tableau précédent :

- les espèces les plus abondantes sont caractérisées par une sensibilité « faible » aux collisions ;
- les espèces les plus abondantes ne sont pas menacées.

D'autres espèces, contactées moins fréquemment en migration postnuptiale à travers le parc, sont caractérisées par des sensibilités « faible » à « moyenne » aux collisions.

Le Vanneau huppé est vulnérable à l'échelle de ses populations européennes alors que les autres espèces ne semblent pas menacées. Les cas de mortalité au regard de ces populations semblent, en l'état des connaissances actuelles, négligeables. C'est également le cas du Martinet noir qui est considéré quasi-menacé à l'échelle européenne. Contrairement au Vanneau huppé, le Martinet noir a une sensibilité moyenne à l'éolien, cependant, l'état des connaissances actuelles ne permet pas de remettre en cause l'état des populations européennes, nationales et régionales.

D'après les observations réalisées au cours des comptages, les flux migratoires constatés en période postnuptiale sont relativement faibles, de même que la richesse spécifique en migration active. Aucun stationnement notable d'oiseaux n'a été noté. Le passage est diffus sur l'ensemble du parc éolien et ses abords.

6.2.3 REACTIONS DE L'AVIFAUNE MIGRATRICE

Malgré les faibles effectifs, les fonctionnalités locales des oiseaux migrants ont pu être précisées. Les conditions météorologiques ne permettent pas d'affirmer que la meilleure période de passage concerne la période postnuptiale contrairement à ce que l'on pourrait affirmer. Par temps de brouillard ou plafond bas, les oiseaux ont tendance à rester dans les parcelles agricoles de labours et/ou chaumes pour s'alimenter et reprendre la route migratoire une fois l'épisode météorologique passé. Néanmoins, la concentration d'espèces et d'individus migrants est plus élevée à cette période de par les regroupements constatés lors des expertises.

La majorité des flux postnuptiaux est diffuse et de faible quantité. Ils proviennent de l'ouest et se dirige vers l'est à travers les terres, avec des mouvements d'Etourneau sansonnet, de Linotte mélodieuse, de Pinson des arbres, de Pipit des arbres, d'Hirondelle rustique qui sont notamment concernés. Ces derniers sont par conséquent moins exposés que les espèces qui font face au parc. Les hauteurs de vol sont globalement faibles et inférieures aux pales mais sont variables selon les conditions météorologiques. L'Alouette des champs peut ainsi survoler le parc par temps ensoleillé et sans vent.

Certaines espèces à l'altitude de vol plus importante sont visibles en période de migration postnuptiale comme le Héron cendré, les Goélands argenté et brun. Ces espèces transitent au-dessus du parc et recherche des parcelles agricoles en cours de labours, des étangs de grande surfaces (ex. Etang du Coronc - Glomel), mais également des décharges et ce pour s'alimenter.

En migration prénuptiale, les flux semblent également diffus à travers le parc et ses abords et concernent des effectifs plus réduits.



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

- Les rapaces : 4 espèces ont été observées en migration active dont 4-5 Buses variables (25 données en migration), 1 Busard Saint-Martin, 1 Faucon crécerelle et 1 Faucon pèlerin. Aucune n'a montré de réaction particulière face aux éoliennes. La Buse variable ne semble pas réagir de manière notable à la présence des machines. Comme précité dans le rapport, l'individu retrouvé mort sous E11 était un jeune individu inexpérimenté. D'autres ont traversé le parc éolien sans modification apparente de leur trajectoire et pour la majorité en dessous de 30 mètres d'altitude.
Cette absence de réaction face aux pales en mouvement peut conduire ces espèces à se trouver dans une situation à risque de collision. De plus, toutes ces espèces font partie des plus sensibles à l'échelle européenne (classes 2 et 3) d'après les dernières statistiques (Dürr, 2022) et tailles de populations européennes (BirdLife International, 2015).
- Les échassiers/limicoles :
 - ✓ le Vanneau huppé : un seul groupe de 24 individus a été observé posé à proximité de l'éolienne E09 puis en vol local à l'arrivée de l'observateur sur site avec une légère ascendance entre 0 et 30 mètres au sein du parc puis vers la direction nord-nord-ouest à une altitude comprise entre 50 et 70 mètres pour se reposer en dehors du parc. Un ajustement de la trajectoire du groupe a été possible lors du décollage de fuite. Il s'agit habituellement d'une espèce pouvant présenter des réactions face aux machines mais traversant régulièrement les parcs ;
 - ✓ le Héron cendré : 1 individu a été contacté en novembre 2022 en vol à travers le parc à une altitude de 45 mètres de manière linéaire. Aucun comportement d'évitement n'a été constaté de la part de cet individu en vol sud-sud-est. Il est possible que la trajectoire ait été ajustée longtemps en amont de l'approche.
- les passereaux : bien que sous-estimés, ils sont bien représentés avec un total de plus de 8 000 individus notés dont une majorité de Pinson des arbres (266 ind.). La majorité des effectifs n'a pas présenté de réaction particulière au moment du franchissement du parc. Les Etourneaux sansonnets ont une altitude de vol faible au sein des parcs éoliens et ont la technique régulière de plonger à l'approche des machines afin de passer dans l'espace de garde au sol des éoliennes. L'effet « arrêt de machine » n'a pu être qualifié ni quantifié car l'ensemble des éoliennes fonctionnait lors des suivis. Par ailleurs, il faut signaler que la plupart de ces espèces, en raison de leur petite taille, peuvent difficilement être repérées de loin et suivi sur de longues distances. Il est donc difficile de dire si un changement de cap s'est produit en amont du parc. C'est pour cette raison que les résultats pour ce groupe doivent être pris avec précaution ; le suivi réalisé et les résultats obtenus pour ce groupe ne peuvent être fins, ils sont simplement indicatifs. Il est à noter que l'ensemble des mouvements au sein du parc éolien étaient locaux et de faible altitude (<30m).

Par ailleurs, il ne semble pas qu'une trouée entre deux éoliennes soit plus privilégiée qu'une autre.

Concernant les stationnements, au moins deux noyaux de regroupement ont été constatés au sein du périmètre d'étude immédiat :

- un premier regroupement a été noté à proximité de l'éolienne E05, marqué par la présence de turridés (Grive mauvis et Grive litorne) ainsi que quelques passereaux (Pinson des arbres, Pipit farlouse, etc.) en minorité ;
- un second regroupement d'environ 120 individus (Alouette des champs, Pinson des arbres, Bruant jaune, etc.) a été observé au carrefour d'accès de l'éolienne E09. Ce groupe était mobile

et a effectué des mouvements locaux à faible altitude entre les parcelles de chaume céréales/maïs de l'éolienne E09 et E04.

6.2.4 SYNTHESE

La grande majorité des espèces migratrices les plus abondamment observées ne sont pas menacées et sont caractérisées par des sensibilités faibles à la collision. Certaines espèces sensibles, mais non menacées à l'échelle européenne, fréquentent ponctuellement le parc mais les effectifs sont faibles.

Les flux migratoires sont globalement diffus au niveau du parc éolien et réduites sur la période pré-nuptiale.

L'observation des comportements en vol ne révèle pas de perturbation nette des trajectoires à l'approche des éoliennes. Des adaptations de vol sont néanmoins envisageables pour plusieurs espèces à proximité du parc, certaines l'ayant traversé en utilisant la hauteur de garde au sol des éoliennes.

A noter que les flux de la migration nocturne ne sont pas pris en compte dans la présente étude.

6.3 COMPORTEMENT DES ESPECES HIVERNANTES

6.3.1 CORTEGES/EFFECTIFS/SENSIBILITES

Quarante-huit espèces hivernantes ont été recensées sur le parc et ses abords proches (dans les 2 km autour du parc). Plusieurs stationnements notables ont été constatés avec la Grive mauvis (374 individus), le Pinson des arbres (329 individus), l'Etourneau sansonnet (151 individus) et l'Alouette des champs (63 individus).

Les mouvements sont plutôt locaux et marqués pour 4 espèces : l'Etourneau sansonnet (324 individus), la Grive mauvis (374 individus), la Grive litorne (48 individus) et le Grive musicienne (43 individus). Les effectifs comptabilisés sont relativement élevés en ce qui concerne les turridés et faible pour l'Etourneau sansonnet qui est régulièrement représenté en effectif bien supérieur. L'altitude de vol est faible, régulièrement inférieure à 30 mètres. Ainsi, l'enjeu hivernal du parc éolien et ses abords est faible.

Plusieurs groupes sont représentés au sein du périmètre d'étude en période hivernale :

- des passereaux, ils se répartissent au sein des friches herbacées à arborées du parc et au sein des chaumes ou labours. Les espèces les plus abondantes sont les Grive mauvis, dont des groupes de plusieurs dizaines stationnaient au sein de haies bocagères et lisières tout en effectuant des mouvements locaux entre celles-ci et les parcelles agricoles. Le Pinson des arbres est également bien représenté parmi la famille des fringillidés à raison de plusieurs dizaines à centaines d'individus selon les secteurs s'alimentant dans diverses cultures et friches (chaume céréales/maïs de préférence). Toutes sont caractérisées par des sensibilités faibles à la collision (classes 0 et 1). A l'échelle des populations européennes, aucune n'est menacée ;
- des rapaces, dont les effectifs locaux sont faibles. Le Faucon crécerelle est très peu présent sur le site toutes périodes confondues, tandis que la Buse variable est plus régulière avec des observations en vol et posé sur le site avec des ascendances parfois à risques mais sans comportement d'évitement observé. Deux données d'Epervier d'Europe ont été notées sur le site en vol à hauteur du bas de pale. Leur sensibilité à la collision par rapport à leurs populations est moyenne pour la Buse variable et forte pour le Faucon crécerelle ;
- un limicole, le Pluvier doré, très faiblement représenté (3 individus). Aucun regroupement particulier n'a été observé, seul un groupe de 3 individus en halte dans un champ de céréales à

l'est de l'éolienne E09. A l'échelle européenne, sa sensibilité à la collision est faible et ses populations ne sont pas menacées (préoccupation mineur - BirdLife International, 2021) ;

- des oiseaux d'eau, représentés par plusieurs espèces de Laridés, dominés en termes d'effectifs par le Goéland brun (11 individus). Les stationnements et les survols (principalement à basse altitude) au sein du parc sont très peu observés. Les Goélands argenté et cendré et la Mouette rieuse exploitent aussi la zone en effectifs réduits. Ces espèces constituent les hivernantes locales les plus sensibles à la collision au regard de leurs populations européennes.

Sensibilité et enjeux des oiseaux d'eau hivernants et fréquentant régulièrement le parc

Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total hivernants	LRE**
Accenteur mouchet	0	9	LC
Alouette des champs	0	63	LC
Alouette lulu	1	18	LC
Bécassine des marais	0	18	VU
Bergeronnette grise	0	4	LC
Bouvreuil pivoine	0	11	LC
Bruant des roseaux	0	1	LC
Bruant jaune	0	22	LC
Buse variable	3	8	LC
Chardonneret élégant	0	3	LC
Choucas des tours	0	21	LC
Corneille noire	1	54	LC
Épervier d'Europe	2	2	LC
Étourneau sansonnet	0	324	LC
Faisan de Colchide	NA	1	LC
Faucon crécerelle	3	1	LC
Fauvette à tête noire	0	1	LC
Geai des chênes	0	5	LC
Goéland argenté	4	5	LC
Goéland brun	2	11	LC
Goéland cendré	1	1	LC
Grive draine	1	6	LC
Grive litorne	0	48	LC
Grive mauvis	0	374	LC
Grive musicienne	0	43	LC
Héron cendré	1	1	LC
Linotte mélodieuse	0	1	LC
Merle noir	0	19	LC
Mésange à longue queue	0	16	LC
Mésange bleue	0	12	LC
Mésange charbonnière	0	4	LC

Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total hivernants	LRE**
Mésange nonnette	0	3	LC
Mouette rieuse	2	2	LC
Pic épeiche	0	1	LC
Pie bavarde	0	2	LC
Pigeon biset	0	4	LC
Pigeon ramier	1	50	LC
Pinson des arbres	0	329	LC
Pinson du nord	0	10	LC
Pipit farlouse	0	90	LC
Pluvier doré	1	3	LC
Roitelet à triple bandeau	1	3	LC
Rougegorge familier	0	35	LC
Sittelle torchepot	0	1	LC
Tarier pâtre	0	3	LC
Tarin des aulnes	0	1	LC
Troglodyte mignon	0	17	LC
Vanneau huppé	1	13	LC
Verdier d'Europe	0	3	LC

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

** : LRE = Liste Rouge Européenne (BirdLife International, 2021), en conformité avec le protocole national précité.

6.3.2 REACTIONS DE L'AVIFAUNE HIVERNANTE

Les mouvements locaux quotidiens concernent majoritairement les Corvidés et les Turdidés. Les réactions sont également les mêmes. Les espèces adaptent leurs trajectoires en s'approchant des éoliennes voir même en amont du parc éolien. Ces espèces s'alimentent au sein de cultures proches des éoliennes, allant jusqu'à s'alimenter à moins de 10 mètres des mâts.

Les autres espèces ne présentent aucune réaction particulière vis-à-vis des éoliennes.

6.3.3 SYNTHESE

Soixante espèces d'oiseaux ont été identifiés à cette période. Le parc éolien et ses abords proches ne semblent pas jouer de rôle particulier pour l'avifaune hivernante. Certains habitats sont privilégiés en termes de stationnement, les chaumes de céréales et de maïs ainsi que les labours où la majorité des rassemblements est constaté (Fringillidés, Turdidés, etc.). Les espèces les plus abondantes sont des passereaux, dont la Grive mauvis et le Pinson des arbres représentés à raison de plusieurs dizaines à centaines d'individus quotidiennement. Les autres espèces telles que les Laridés représentent des effectifs plus réduits. Les Laridés ainsi que les rapaces sont les plus sensibles au risque de collision sur le parc éolien.



7.EVALUATION DES IMPACTS PAR COLLISION ET BAROTRAUMATISME

7.1 OISEAUX

De nombreuses espèces d'oiseaux sont susceptibles d'entrer en collision avec les pales, notamment les rapaces de jour et les passereaux de nuit. Au cours du suivi réalisé en 2022, certaines espèces observées au sein ou aux abords du parc font partie des espèces susceptibles d'être impactées, à savoir par exemple le Faucon crécerelle, la Corneille noire ou l'Etourneau sansonnet. Certains oiseaux locaux ont été impactés au cours du suivi (Buse variable, Linotte mélodieuse et Pigeon ramier). La mortalité constatée concerne également un migrateur en période prénuptiale (Epervier d'Europe).

Les tableaux ci-dessous présentent le niveau d'impact avéré du parc de Calanhel sur les oiseaux dont des cas de collision ont été relevés en 2022, par espèce puis par mois.

Statuts et enjeux des espèces d'oiseaux impactées en 2022 (méthode détaillée au chapitre 3.4.5) et niveaux d'impacts associés

	LRE	LRN nich	LRN migr	LRR	1 Sensibilité à l'impact (Dürr, 2022)	2 Portée de l'impact	1 x 2 = 3 Intensité d'impact	4 Enjeu spécifique sur le site	3 x 4 = 5 Niveau d'impact par espèce
Buse variable <i>Buteo buteo</i>	LC	LC	NA	NT	Faible 1 cadavre (E11, 12/07/2022) [Local] Suivi comportemental : Plusieurs données d'individus observés en transit et/ou en ascension ont été faites au sein du parc avec des comportements à risques car très proche des éoliennes et/ou du rayon d'action des pales. Fort (957 cas en Europe, dont 115 en France)	Faible 1 cadavre (E11, 12/07/2022) [Local] Suivi comportemental : Plusieurs données d'individus observés en transit et/ou en ascension ont été faites au sein du parc avec des comportements à risques car très proche des éoliennes et/ou du rayon d'action des pales.	Faible	Faible	Négligeable
Linotte mélodieuse <i>Linaria cannabina</i>	LC	VU	NA	LC	Faible (51 cas en Europe, dont 9 en France)	Faible 1 cadavre (E10, 21/04/2022) [Local] Suivi comportemental : RAS	Faible	Faible	Négligeable
Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i>	LC	LC	NA	LC	Moyen (279 cas en Europe, dont 39 en France)	Faible 1 cadavre (E11, 06/09/2022) [Local] Suivi comportemental : RAS	Faible	Faible	Négligeable

	LRE	LRN nich	LRN migr	LRR	1 Sensibilité à l'impact (Dürr, 2022)	2 Portée de l'impact	1 x 2 = 3 Intensité d'impact	4 Enjeu spécifique sur le site	3 x 4 = 5 Niveau d'impact par espèce
Epervier d'Europe <i>Accipiter nisus</i>	LC	LC	NA	DD	Moyenne (81 cas en Europe, dont 14 en France)	Faible 1 cadavre (E3, 08/04/2022) [Migrateur] Suivi comportemental : Peu d'observation de l'espèce ont été obtenues lors des inventaires terrain.	Faible	Faible	Négligeable

Bien que le niveau d'impact constaté pour la mortalité soit négligeable, toutes ces espèces (à l'exception du Pigeon ramier) sont 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. Cette protection concerne les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces.

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

Evaluation du niveau d'impact par période de l'année (2022)

Mois	Suivi comportemental	Mortalité brute - 2022	Mortalité estimée avec GenEst - 2022	Niveau d'impact par mois
Mars	-	-		
Avril	En période de migration prénuptiale et postnuptiale, les flux à travers le parc éolien étaient diffus, aucun axe majeur et/ou secondaire n'a été identifié.	1 Epervier d'Europe 1 Linotte mélodieuse	Période 1 : 32,6 oiseaux [IC 80 % : 10,6 - 64,1]	Négligeable
Mai		-		
Juin		-		
Juillet	En période de nidification , plusieurs individus de Buses variables ont été observés en ascension au sein du parc et très proche de certaines éoliennes. <i>La majorité de ce cas de figure concerne des adultes pour le parc de Calanhel.</i>	1 Buse variable	Période 2 : 2,7 oiseaux [IC 80 % : 1 - 5,9]	Négligeable
Août		-		
Septembre		1 plumée de Pigeon ramier		
Octobre		-		
Novembre	-	-		

7.2 CHAUVES-SOURIS

Un cadavre de chauves-souris a été retrouvé entre avril et octobre 2022. L'évaluation ci-dessous se base sur les résultats du suivi de la mortalité. Les tableaux ci-dessous présentent le niveau d'impact par espèce puis par mois.

Statuts et enjeux des espèces de chauves-souris impactées en 2022 (méthode détaillée au chapitre 3.4.5) et niveaux d'impacts associés

				1	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5
	LRE	LRN	LRR	Sensibilité à l'impact (maximum entre Durr, 2022 et Eurobats, juin 2021)	Portée de l'impact	Intensité d'impact	Enjeu spécifique sur le site	Niveau d'impact par espèce
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	LC	Faible (648 en Europe, dont 221 en France)	Faible 1 cadavre (E06, 09/08/2022) [Migrateur]	Négligeable	Faible	Négligeable
					Activité au sol L'activité chiroptérologique en période de parturition et automnale était globalement faible à ponctuellement forte à très forte sur le mois de septembre-octobre.			
					Activité nacele Activité globalement faible au cours du suivi mais plus importante au cours des mois de septembre et octobre qui concentrent la majorité des contacts.			

NB : La portée de l'impact présentée dans le tableau de synthèse est ici attribuable à l'impact sur les populations concernées. Pour les chauves-souris, les tailles de populations européennes ne sont pas connues et à l'échelle du parc, l'étude d'impact ne fournit pas ces éléments. Bien que la portée ne soit pas mesurable, elle est estimable dans l'état actuel de nos connaissances.

Cette espèce est par ailleurs protégée 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. Cette protection concerne les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos de l'espèce.

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

Évaluation du niveau d'impact par période de l'année (2022)

Mois	Activité au sol	Mortalité brute - 2022	Mortalité estimée avec GenEst par périodes - 2022	Niveau d'impact par mois
Mars				
Avril		-	-	Négligeable

Mois	Activité au sol	Mortalité brute - 2022	Mortalité estimée avec GenEst par périodes - 2022	Niveau d'impact par mois
Mai	En transit printanier, l'activité chiroptérologique est faible.	-		Négligeable
Juin	En période d'estivage et de parturition, l'activité chiroptérologique est faible à ponctuellement forte. Une activité moyenne représentée majoritairement par la Pipistrelle commune.	-		
Juillet		-		
Août	En période de parturition et automnal, l'activité chiroptérologique est faible à ponctuellement forte à très forte, notamment représentée par la Pipistrelle commune contrairement à la Pipistrelle de Kuhl où l'activité est faible.	1 Pipistrelle de Kuhl	Période 2 : 2,1 chiroptères [IC 80 % : 1 – 4,3]	Négligeable
Septembre		-		
Octobre		-		
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. Le cas du parc de Calanhel illustre bien cet élément, aucune mortalité de chauve-souris n'ayant été constatée lors du premier suivi réalisé en 2014-2015.

7.3 ELEMENTS DE COMPARAISON AVEC LE PREMIER SUIVI DE MORTALITE (2014-2015)

Le parc de Calanhel, mis en service en 2009, a fait l'objet d'un premier suivi de mortalité en 2014-2015. Ce premier suivi était composé de 30 sorties réparties sur une année complète.

Aucune estimation de la mortalité réelle n'avait été faite lors de ce suivi.

Les résultats bruts obtenus sont différents entre ces deux suivis. En 2014-2015, seule une plumée de Pigeon ramier a été découverte sous l'éolienne E03, alors qu'aucun chiroptère n'avait été trouvé sur le parc. De plus, le suivi avait été réalisé sur 7 éoliennes en 2014-2015 contre 11 en 2022.

Le Pigeon ramier, concerné par la mortalité (potentielle) en 2015, a été recontacté sur le site en 2022 à de nombreuses reprises et le cas d'une plumée a également été identifié aux abords directs de l'éolienne E11.

Le fait qu'il y ait eu un cadavre de chiroptères en 2022 alors qu'aucun n'avait été découvert en 2014-2015 peut s'expliquer en partie par le nombre inférieur de sortie réalisé durant la période d'activité des chiroptères au cours du premier suivi de mortalité ainsi que le nombre total d'éoliennes prospectées.

Les risques de collision évalués en 2014-2015 pour les oiseaux et les chiroptères sur la base des activités enregistrées et de la mortalité étaient donné comme négligeable.

Aucun bridage n'a été mis en place à la suite du suivi réalisé en 2014-2015 sur le parc de Calanhel.

En conclusion, le niveau d'impact pour chacune des espèces dont la mortalité a été constatée en 2022 sur le parc de Calanhel a été défini à partir du croisement entre l'intensité de l'impact et l'enjeu de conservation des espèces. **Ce niveau d'impact est négligeable pour les oiseaux et les chiroptères.**

L'absence d'impact avéré ne justifie pas la mise en place de mesure particulière sur le parc de Calanhel. Toutefois, quelques mesures de réduction des risques de collision sont proposées dans le chapitre suivant.

8. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION

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

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

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

8.1.1 PRINCIPE GENERAL

Le moyen technique le plus communément utilisé par les exploitants pour arrêter 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. **La mise en drapeau a pour objectif de réduire les risques de collision, tout en maintenant l'éolienne active. Il est ainsi possible d'augmenter 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.

8.1.2 LIMITATION DU FREE WHEELING NOCTURNE

La mortalité résiduelle constatée en 2022 n'apparaît pas significative avec un niveau évalué de « négligeable » tout au long de l'année, seul un cadavre de Pipistrelle de Kuhl ayant été découvert sous l'éolienne E06 le 09 août 2022. Toutefois, au vu des biais mis en évidence précédemment (persistance faible notamment), il est difficile d'être catégorique sur l'absence d'impact du parc sur les chiroptères notamment. Aussi, dans la mesure du possible, il serait de bonne pratique de limiter le free Wheeling par mise en drapeau des pales pour des vents inférieurs à 4 m/s d'août à octobre à partir de 2023. Il faut préciser que ce modèle d'éolienne ne produit de l'énergie qu'à partir de 3 m/s, ainsi cela n'entraînera pas de pertes financières significatives.

Pour rappel, dans le cas du parc de Calanhel, le suivi acoustique à hauteur de nacelle, réalisé en 2022 sur les éoliennes E02 et E09, n'a pas permis de suivre l'activité chiroptérologique en continue en raison de défaillances techniques. En effet, les appareils se sont déconnectés à plusieurs reprises au cours de l'année. De plus, des épisodes de pertes de sensibilité plus ou moins importante des micros sont à noter.

Le tableau ci-après détermine pour chaque mois les paramètres de limitation du « Free wheeling » proposés par mise en drapeau des pales la nuit afin de réduire les risques de collision des chauves-souris à partir de 2023.

Préconisations de « cut in speed » pour réduire les risques de collision des chiroptères
(niveau d'impact : blanc : négligeable (= non significatif))

	Free wheeling (vent à hauteur de nacelle)
Du 1 ^{er} janvier au 31 juillet	Mise en drapeau à 3 m/s toute la nuit
Du 1 ^{er} août au 31 octobre	Mise en drapeau à 4 m/s toute la nuit (T> 10°C)
Du 1 ^{er} novembre au 31 décembre	Mise en drapeau à 3 m/s toute la nuit

Dans la mesure du possible, il serait de bonne pratique d'appliquer les paramètres préconisés ci-dessus à l'ensemble des éoliennes du parc de Calanhel. **Il est ainsi proposé d'augmenter la « cut-in speed » à 4 m/s, tout au long de la nuit d'août à octobre, pour une température supérieure à 10°C.**

Il est à noter que cette mesure appliquée la nuit serait aussi bénéfique, indirectement, aux oiseaux migrateurs, certaines de ces espèces étant des victimes suspectées du parc de Saint-Barnabé (Epervier d'Europe).

8.2 CONTROLE DE L'ECLAIRAGE NOCTURNE

Chaque éolienne est équipée d'une lampe halogène blanche au niveau de sa porte d'accès, laquelle se déclenche grâce à un détecteur de mouvement pour permettre la montée des escaliers en sécurité de nuit. **La durée pendant laquelle la lampe reste allumée ne devrait pas dépasser les deux minutes afin de limiter les risques de pollution lumineuse.** En effet, en premier lieu les pipistrelles sont connues pour chasser les insectes volants autour des halos lumineux, d'où des risques de collisions et de mortalité augmentés. D'autres espèces au contraire sont davantage lucifuges et évitent les points lumineux (murins, Barbastelle, oreillards...), ce qui crée un dérangement de ces espèces avec un risque de désertion de la zone.

8.3 GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES

Les friches herbacées aux abords des plateformes des éoliennes constituent des habitats privilégiés par les chauves-souris et le Faucon crécerelle pour la chasse. **Afin de limiter leur attractivité, il est recommandé de les maintenir à ras le plus longtemps possible tout au long de la saison active avec un minimum de 3 fauches par an (mars à octobre en général).** En effet, moins la végétation herbacée se développera, moins les invertébrés (papillons, mouches, araignées...) et les micromammifères auront la possibilité de proliférer et donc d'attirer leurs prédateurs que sont les chiroptères ou les rapaces. Une convention avec le propriétaire ou l'agriculteur exploitant des parcelles pourra permettre de mettre en œuvre cette mesure.

Il est à noter que les plateformes du parc éolien de Calanhel ne présentent pas de surfaces significatives laissées volontairement en friche, réduisant déjà ce facteur de risque.



9.MESURES DE 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.**

La mortalité résiduelle constatée en 2022 dans le cadre du présent suivi **n'apparaît pas significative** notamment pour les chiroptères avec un niveau évalué de « **négligeable** » tout au long de l'année.

Il n'apparaît donc **pas nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures de réduction des risques de collision** préconisées en fin de suivi.





10. BIBLIOGRAPHIE

2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Révision 2018.

Ahlen et al. 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Report 5571, july 2007. Swedish Environmental Protection Agency. Bromma, Sweden. 37 p.

Ahlen I. 2003. Windturbines and Bats – A pilot study. Sveriges Lantbruk universitet / Department of conservation biology.

Albouy S. 2010. Suivis de l’impact éolien sur l’avifaune et les chiroptères exemples de parcs audois (11). Présentation lors du colloque éolien à Reims les 15, 16 et 17 septembre 2010. ADEME, MEEDDM, SER/FEE, LPO. 31 p.

Albouy S., Clement D., Jonard A., Masse P., Pages J-M. & Neau P. 1997. Suivi ornithologique du parc Éolien de Port-la Nouvelle : Rapport final. Abiès, Géokos consultants, LPO Aude, novembre 1997. 66 p.

Albouy S., Dubois Y. & Picq H. 2001. Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (AUDE). Abiès, LPO Aude, octobre 2001. 55 p.

Alcade J.T. 2003. Impacto de los parques eolicos sobre las poblaciones de murcielagos – Barbastela 2 : 3-6.

Altringham J.D. 1996. Bats: biology and behaviour. Oxford University Press, Inc., New York, 262 p.

Archaux F. 2008. Méthodes de suivi au détecteur des chiroptères en forêt - Complément Action Chiroptères menée en 2007 : Combien de visites et quelle durée d’écoute pour évaluer la diversité spécifique ? Nogent-sur-Vernisson: Unité de recherche Écosystème Forestiers.

Arnet 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., Johnson G.D., Erickson W.P. & Hein C.D. 2013. A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. The National Renewable Energy Laboratory. Austin, Texas, USA : Bat Conservation International, 2013. 38 p.

Arnett E., Baerwald E. F., Mathews F., Rodrigues L., Rodriguez-Duran A., Rydell J., Villegas-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.

Arnett E., Huso M., Hayes J.P. & Schirmacher M. 2010. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Austin, Texas, USA : Bat Conservation International, 2010. 58 p.

Arnett E., Schirmacher M., Huso M. & Hayes J. 2009. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities – Bats and Wind Energy Cooperative, 44p.

Arthur L. & Lemaire M. 2015. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze. MNHN, Paris, 2^{ème} éd. 544 p.

Aulagnier S., Haffner P., Mitchell-Jones A. J., Moutou F. & Zima J. 2008. Guide des mammifères d’Europe, d’Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Delachaux & Niestlé, Paris, 272 p.

Avel pen Ar Bed. 2000. Avifaune et projets éoliens, approche bibliographique. ADEME.

Azam C., Kerbiriou C., Vernet A., Julien J-F., Bas Y., Plichard L. & Le Viol I. 2015. Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats ? Global change biology, 21 (12). 4333-4341.

Azam C., Le Viol I., Julien J-F., Bas Y. & Kerbiriou C. 2016. Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national scale monitoring program. Landscape Ecology, 31 (10). 2471-2483.

Bach L. 2001. Fledermause und Windenergienutzung, reale Probleme oder Einbildung ? Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 33 : 19-124.

Bach L., Bach P. & Niermann I. 2011. Impact of wind speed on the activity of bats. In: NINA Report 693 Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, 2011. p. 59.

Bach L., Bach P. & Tillmann M. 2011. What does bat activity inside the forest tell us about the activity above the canopy? A method for sensing bat activity at proposed wind plans in forest. 1p.

Bach L., Bach P., Tillmann M. & Zucchi H. 2012. Fledermausaktivität in verschiedenen Straten eines Buchenwaldes in Nordwestdeutschland und Konsequenzen für Windenergieplanungen. 2012, 128, pp. 148-157.

Baerwald E-F., D’Amours G-H., Klug B-J. & Barclay R.M.R. 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Current Biology 18(16) : 695-696.

Barataud M. 1994. Étude de l’activité nocturne de 18 espèces de Chiroptères. Mémoires des Sciences Naturelles et Archéologiques de la Creuse, tome 44-45.

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.

Barataud M., Barataud J., Giosa S., Jemin J., Vittier J. & Besnard A. 2017. Suivi temporel acoustique des chiroptères forestiers du Limousin (2014-2016). Plume de naturalistes n°1 (déc. 2017). 42-66p.

Barclay R., 2013. It is Time to Stop Counting Bat Fatalities per Wind Turbine. In: Abstracts 16th International Bat Research Conference & 43rd North American Symposium on bat Research. San Jose, Costa Rica, 11 au 15 août 2013. p.16

Barré K., 2017. Mesurer et compenser l'impact de l'éolien sur la biodiversité en milieu agricole. Thèse sous la direction de Romain Julliard et de Christian Kerbiriou et de Isabelle Le Viol. Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, 2017. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01714548>

Barrios L. & Rodríguez A. 2004. Behavioral and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. Journal of Applied Ecology 41, 72-81.

Bastos R., Santos M. & Cabrai J.A. 2013. A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. Ecological Indicators, 34: 428-440. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.06.003>

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., Eder D., Marckmann U., Mette-Christ H., Reisinger N., Runkel V. & Von Helversen O. 2007. Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Schlagopfern – Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald. Nyctalus (N.F.) 12 (2/3): 115-127

Bergen F. 2001. Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (Vanellus vanellus): eine Vorher-Nachher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalendans Windenergie und vogel : Ausmass und bewaltigung eines konfliktes, TUB, 2001.

Bernardino J. & al. 2011. Attesting bird displacement in Portuguese wind farms. Poster in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

Bernardino J. & al. 2011. Enhancing Carcass Removal Trials at Threeee Wind Energy Facilities in Portugal. Portuguese Wildlife Society. In: Wildlife Biologie Practice, 2011 Décembre 7(2): 1-14.

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.

Beucher Y., Kelm V., Albespy F., Geyelin M., Nazon L. & Pick D. 2013. Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12). Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} années d’exploitation (2009-2011). EXEN & KJM Conseil Environnement, 111 p.

Bevanger K. & al. 2010. Pre- and post-construction studies of conflics between birds and wind turbines in costal Norway (Bird-Wind). Report on findings 2007-2010. NINA Report 620.

BirdLife International. 2015. Detailed regional assessment and species account from the European Red List of Birds. [on line : <http://www.birdlife.org/datazone/species/>]

BirdLife International. 2015. European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.

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

Bispo R. & al. 2011. A web based application to estimate wildlife fatality: from the bias correction factors to the corrected fatality estimates. In: NINA Report 693 Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, 2011. p. 13

Borner L., Duriez O., Besnard A., Robert A., Carrere V. & Jiguet F. 2017. Bird collision with power lines: estimating carcass persistence and detection associated with ground search surveys. Ecosphere 8(11): e01966. 10.1002/ecs2.1966

Bouchard C. 2003. Le développement de l’énergie éolienne représente-t-il une réelle menace pour l’avifaune ? ENSAT. WWF-France

Bouguey K. L., Lake I. R., Haysom K. A. & Dolman P. M. 2011. Improving the biodiversity benefits of hedgerows: How physical characteristics and the proximity of foraging habitat affect the use of linear features by bats. *Biological Conservation* 144 : 1790-1798.

Briggs B. 1996. Birds and wind turbine: The Royal society for the protection of Birds policy and practice. In: Birds and wind turbines: can they co-exist? 10p. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon

Brinkman R. & Schauer-Weissahn H. 2002. Welche Auswirkungen haben Windenergieanlagen auf Fledermäuse? *Der Flattermann* 14(2): 31-32

Brinkman R., Schauer-Weissahn H. & Bontadina F. 2006. Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk. Rapport pour le Conseil gouvernemental de Fribourg à la demande du Fonds pour la protection de la nature du Bade-Wurtemberg 66 p.

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.

Brown R., Ferguson J., Lawrence M., Lees D. & Cuisin M. 1989. Reconnaître les plumes, les traces et les indices des oiseaux. Bordas, Paris, 232 p.

Bruderer B., Peter D. & Korner-Nievergelt F. J. 2018. Vertical distribution of bird migration between the Baltic Sea and the Sahara. *Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-017-1506-z>

Cade T.J. 1994. Industry research : kenetech windpower. In : proceeding of the national avian-wind power planning meeting, Denver, Colorado, july 1994. 179 p.

Camina A. 2011. The effect of wind farms on vultures in Northern Spain : fatalities, behaviour and correction measures. Power point presented in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

Camina A. 2012. Bat fatalities at wind farms in northern Spain — lessons to be learned. In: *Acta Chiropterologica*, Volume 14, Number 1, June 2012 , pp. 205-212(8) Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences.

Carl G., Thelander C.G. & Rugges D.L. 2001. Examining relationships between bird risk behaviours and fatalities at the altamont wind resource area : a second year's progress report. In : proceeding of the national avian-wind power planning meeting, Carmel, California : 5-14.

Carrette M. & al. 2009. Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological Conservation*, 8 p.

Centre Ornithologique Rhones Alpes (CORA) Faune Sauvage (Groupe chiroptères). 2011. Gestion forestière et préservation des chauves-souris. CRPF. [En ligne] Décembre 2011. [Citation : 2 mars 2016.] 32 p.. http://www.crpf.fr/new/telechargement%20dossiers/CTChiro_forestiers.pdf. ISBN 2-908010-80-1.

Collins J. & Jones G. 2009. Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterologica* 11 : 343-350.

Conduche N. & al. 2012. Suivis des impacts sur les chiroptères d'un parc éolien dans l'Aisne (02). *Écosphère/Écothème*, Saint-Maur-des-Fossés, France. 42p., en cours

Conseil des Communautés européennes - 2009 - Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des Oiseaux sauvages (Directive "Oiseaux"). *Journal Officiel des Communautés européennes* du 26 janvier 2010.

Cordeiro A., Bernardino J., Mascarenhas M. & Costa H. 2011. Impacts on Common Kestrels (*Falco tinnunculus*) populations: the case study off two Portuguese wind farms. Poster in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

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

Cosson M. & Dulac P. 2005. Suivi évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. LPO, Rochefort, 91 p.

Cramp S. & al. (eds.). 1977-1994. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic, 9 volumes. Oxford University Press, Oxford.

Cryan P.M., Gorresen P. M., Hein C.D., Schirmacher M.R., Diehl R.H., Huso M.M., Hayman D.T.S., Fricker P.D., Bonacorson F.J., Johnson D.H., Heist K. & Dalton D.C. 2014. Behavior of bats at wind turbines. *PNAS*, 2014, Vol. 111, 42, pp. 15126–15131. doi: 10.1073/pnas.1406672111.

Dalthorp D., Huso M. & Dail D. 2017. Evidence of absence (v 2.0) software user guide: U.S. geological Survey Data Series 1055, 109p. <https://doi.org/10.3133/ds1055>

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>.

Day J., Baker J., Schofiels H., Mathews F. & Gaston K.J. 2015. Part-night lighting : implications for bat conservation. *Animal Conservation*, 18 (6). 512-516.

Delucas M., Janss G. & Ferrer M. 2004. The effects of a wind farm on birds in a migration point : the Strait of Gibraltar. *Biodiversity and Conservation* 13: 395–407.

Delucas M., Janss G., Whitfield D.P & Ferrer M. 2008. Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology* 45 (6) : 1695-1703.

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

Devereux C. L., Denny M. J. H. & Whittingham M. J. 2008. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *Journal of Applied Ecology*, 45 : 1689–1694.

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

Dietz C., Von Helversen O. & Nill D. 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux & Niestlé, Paris, 400 p.

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

Dolmans M. 2012. Coexistence Milan royal et parc éolien. Pour une compréhension ouverte d'un problème complexe. Actes du séminaire citoyen Lucéole, 14 janvier 2012, Tintigny. Édition Lucéole, 47 p.

Dubois Ph.-J., Le Marechal P., Oliosio G. & Yesou P. 2008. Nouvel inventaire des oiseaux de France. Delachaux et Niestlé, Paris, 558 p.

Dubourg-Savage M.-J. 2004. Impacts des éoliennes sur les Chiroptères, de l'hypothèse à la réalité. *Arvicola*, 16 (2) : 44-48.

Dulac P. 2008. Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon – Nantes. 106 p.

Dürr T. 2002. Éoliennes et Chauves-souris. *Nyctalus*, n°8 2002, cahier 2, p 115-118.

Dürr T. 2003. Windenergieanlagen und Fledermausschutz in Brandenburg – Erfahrungen aus Brandenburg mit Einblick in die bundesweite Fundkartei von Windkraftopfern. In: Fachtagung, Kommen Vögel und Fledermäuse unter die (Wind)räder ? Dresden, 17-18 nov. 2003.

Dürr T. 2005. Actes du séminaire éoliennes, avifaune, chiroptères : quels enjeux ?

Dürr T. 2022. 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 : juin 2022.

Dürr T. 2022. Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird 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 : juin 2022.

Ecosphère. 2013. Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions. Rapport de stage de L. Jung et document interne actualisé.

Edkins M. 2008. Impacts of wind energy development on birds and bats: looking into the problem. FPL Energy, Juno Beach, Floride, 44 p.

El Ghazi A. & Franchimont J. 2001. Évaluation de l'impact du parc éolien d'Al Kouda Al Baida (Péninsule Tingitane, Maroc) sur l'avifaune migratrice post-nuptiale. Compagnie Éolienne du Détroit (CED), Groupe Ornithologique du Maroc (Faculté des Sciences de Meknès), 33 p. + annexes

Erickson W. & al. 2001. Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collisions mortality in the United States. Resource Document, National Wind Coordinating Committee, Washington.

Erickson W., Jeffrey J., Kronner K. & Bay K. 2004. Stateline wind project wildlife monitoring final report, July 2001 December 2003. Technical report peer-reviewed by and submitted to FPL Energy, Oregon Energy Facility Siting Council and Stateline Technical Advisory Committee. 98 p.

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.

Everaert J. & Stienen E-W-M. 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). *Biodiversity and Conservation* 16 : 3345-3359.

Everaert J. 2010. Wind turbines and birds in flanders: preliminary study results and recommendations. *Natuur.Oriolus* 69(4) : 145-155.

Everaert J., Devos K. & Kuijken E. 2002. I Windturbines en vogels in Vlaanderen: Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Instituut voor Natuurbehoud, Rapport 2002.3. 76 p.

EXEN. 2014. Projet éolien de Labruguière, Cuxac-Cabardès et Les Martyrs. Expertises écologiques de l'étude d'impact sur l'environnement. Les services de l'État dans l'Aude (www.aude.gouv.fr). 75 p.

Farfan M. A., Vargas J. M., Duarte J. & Real R. 2009. What is the impact of wind farms on birds? A case study in southern Spain. *Biodiversity and Conservation* 18: 3743-3758.

Forest J., Hommel C. & Craib J. 2011. Flight activity & breeding success of Hen Harrier at Paul’s Hill Wind Farm in North East Scotland. Poster in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

Fraigneau C. 2014. Reconnaître facilement les plumes, Delachaux & Niestlé.

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

Gaillard M. 2010. Définition et cartographie des enjeux avifaunistiques et chiroptérologiques vis-à-vis des éoliennes en Lorraine. Neomys/COL/Cpepesc Lorraine, rapport pour la DREAL Lorraine, 60 p. + annexes.

Gipe P. 1995. Wind Energy Comes of Age (chapitre 9: Impact on Flora and Fauna). John Wiley & Sons, 536 p.

Godineau F. & Pain D. 2007. Plan de restauration des chiroptères en France métropolitaine, 2008 - 2012. Société Française pour l'Etude et la protection des mammifères, Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables. 79 p + 18 p annexes.

Grajetski B., Hofmann M. & Nehls G. 2009. Greifvögel und Windkraft : Teilprojekt Wiesenweihe, Telemetrische Untersuchungen. Bio Consult SH. 24 p (ppt).

Graner A., Lindberg N. & Bernhold A. 2011. Migrating birds and the effect of an onshore wind farm. Poster in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

GRÜNKORN, T., A. DIEDERICH, S. 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

Grünkorn, T., Blew, J., Coppack, O., Krüger, O., Nehls, G., Potiek, A., Reichenbach, M., von Rönn, J., Timmermann, H., & Weitekam, S. 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.

Grünkorn, T., Blew, J., Krüger, O., Potiek, A., Reichenbach, M., von Rönn, J., Timmermann, H., Weitekam, S. & Nehls, G. 2017. A large-scale, multispecies assessment of avian mortality rates at land-based wind turbines in Nothern Germany. In: Köppel, J. (ed.) Wind Energy and Wildlife Interactions, DOI 10.10007/978-3-319-51272-3_3.

Haquart A., Bas Y., Tranchard J. & Lagrange H. 2012. Suivi annuel continu de l’activité des chiroptères sur 10 mats de mesure : évaluation des facteurs de risque liés à l’éolien. Présentation Powerpoint pour les Rencontres chiroptérologiques de Bourges, Biotope.

Hardey J., Crick H., Wernham C., Riley H., Etheridge B. & Thompson D. 2011. Review of Hen harrier breeding and flight activity near a Windfarm in Argyll. Poster in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

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

Hein C. & al. 2015. Monitoring Bat Activity & Behavior at Wind Turbines Using Thermal Imagery & Ultrasonic Acoustic Detectors. Bat Conservation International, Engineering Conference on Wind energy and Wildlife Impacts. 10–12 March 2015. Poster.

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

Homoya W., Moore J.W., Ruhl P.J., and John B. 2017. Do American Golden-Plovers (Pluvialis dominica) Avoid Wind-energy Turbines in Agricultural Fields in Indiana During Spring Migration ? The Wilson Journal of Ornithology, 129(4): 863-871. <https://doi.org/10.1676/15-134.1>

Hoover S.-I. & Morisson M.-L. 2005. Behavior of Red-tailed Hawks in a wind turbine development. J. Wildl. Manag. 69 : 150–159

Horn J. W., Arnett E. B. & Kunz T. H. 2008. Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. Journ Wildlife Manag. 72 : 123-132.

Hötker H. & al. 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Hötker H., Thomsen K-N. & Koster H. 2004. Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. NABU, 80 p.

Hu C., Albertani R., Suryan RM. 2018. Wind turbine sensor array for monitoring avian and bat collisions. Wind Energy. 1–9. <https://doi.org/10.1002/we.2160>

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

Huso M., Dalthorp D., Millier T.,J. & Bruns D. 2016. Wind energy development: methods to assess bird and bat fatality rates postconstruction. Human–Wildlife Interactions 10(1):62–70, Spring 2016

Huso M., Wilson Z. & Arnett E. 2011. Expanding fatality estimates from the search plot to the entire site. In: NINA Report 693 Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, 2011. p. 29

Huso M.M.P. & D. Dalthorp. 2014. Accounting for unsearched Areas in Estimating wind turbine-caused fatality. The Journal of Wildlife Management, 78(2): 347–358.

Huso M.M.P., D.H. Dalthorp, D.A. Dail & L.J. Madsen. 2014. Estimating wind-turbine caused bird and bat fatality when zero carcasses are observed. Ecological Applications. DOI: 0.1890/14-0764.1.

Hutterer R., Ivanova T., Meyer-Cords C. & Rodrigues L. 2005. Bat Migrations in Europe. A review of banding data and literature. Naturschutz und Biologische Vielfalt 28, 162 p. + annexes.

Jameson J.W. & Willis C.K.R. 2014. Activity of tree bats at anthropogenic tall structures: Implications for mortality of bats at wind turbine. Animal Behaviour, 97. 145-152.

Johnson G.D., Erickson W.P., Strickland M.D., Shepherd M.F. & Sheperd D.A., 2000. Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge, Minnesota wind resource area: results of a 4-year study. Final report. Northern States Power Company, Minneapolis, Minnesota, 259 p.

Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F., Shepherd, D.A.,Sarappo, S.A., 2003. Mortality of bats at a large-scale wind power developmentat Buffalo Ridge, Minnesota. Am. Midl. Nat. 150, 332–342.

Joiris E. 2012. High altitude bat monitoring - preliminary results: Hainaut et Ardennes. CSD Ingénieurs. (Présentation Powerpoint)

Jones G. & Van Parijs S. 1993. Bimodal echolocation in Pipistrelle bats: are cryptic species present? Proceedings of the Royal Society Lond. B. 251, 119-125. doi: 10.1098/rspb.1993.0017

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.

Kelm D. H., Lenski J., Kelm V., Toelch U. & Dziock F. 2014. Seasonal bat activity in relation to distance to hedgerows in an agricultural landscape in central Europe and implications for wind energy development. Acta Chiropterologica 16: 65-73.

Kerbiriou C., Julien J-F., Arthur L., Depraetere M., Lemaire M., Le Viol I., Lorrilliere R., Maratrat J., Marmet J., Pelissier V. & Reneville C. 2015. Suivi national des chauves-souris communes et retombées locales. Symbioses 32 : 57-62.

Kerns J. & Kerlinger P. 2004. A study of bird and bat collision fatalities at the mountaineer wind energy center, Tucker County, West Virginia : Annual report for 2003 – FPL Energy and Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee, 39p.

Kerns J., Erickson W. P., & Arnett E. B. 2005. Bat and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia. In: Relationship between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. ed E.B. Arnett,. Bat conservation International, Austin, Texas (cited in Brinkmann & Schauer-Weissahn 2006), p. 24-95.

Ketzenberg C., Exo K.M., Reichenbach M. & Castor M. 2002. Einfluss von Windkraftanlagen auf brütende Wiesenvögel. Nat. Landsch 77 : 144-153.

Kippeurt L. 2012. Volet avifaune et chiroptères de l'étude d'impact pour l'implantation d'un parc éolien sur le territoire de la communauté de communes du secteur de Dompaire (88). Biotope 107p.

Korner-Nievergelt F., Behr O., Brinkmann R, Etterson M., Huso M., Dalthorp D., Korner-Nievergelt P., Roth T. & NiermannI. 2015. Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial. Wildlife Biology, 21(1):30-43. 15p. doi: 10.2981/wlb.00094

Korner-Nievergelt F., Brinkmann R., Niermann O. & Behr O. 2013. Estimating Bat and Bird Mortality Occuring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. PLoS ONE 8(7) : e67997.

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.

Langston R. H. W., Pullan J. D. & RSPB/BIRDLIFE, 2004. Effects on wind farms on birds. Nature and environment, n°139 : 91 p.

Le Reste G. 2016. Enquête nationale sur les arbres gîtes à chauves-souris : bilan de 1999 à 2013. [éd.] Réseau des museum de la région Centre. Symbioses, nouvelle série. Mars 2016, 34, pp. 46-48.

Lehnert L. S., Kramer-Schadt S., Schonborn S., Lindecke O., Niermann 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

Lekuona J.M. 2001. Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Gobierno de Navarra, Spain.

Lenski J. 2010. Fledermausaktivitäten an linearen Gehölzstrukturen. Présentation PowerPoint lors du séminaire national l'énergie éolienne et la protection de la biodiversité – Reims, 15 au 17/09/2010, LPO/Ademe/MEEDDM/SER/FEE

LEPERCQ V. 2018. Le parc éolien des Hauts-de-France et ses impacts sur la faune volante : premier bilan des suivis de mortalité. Écosphère, 62 p.

Limpens H., Boonman M., Korner-Nievergelt F., Jansen E., Vandervalk M., La Haye M., Dirksen S. & Vreugdenhil S. 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands – Measuring and predicting. Report 2013. 12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg. 120p.

Loiret Nature Environnement. 2010. Suivi ornithologique et chiroptérologique des parcs éoliens de Beauce : Premiers résultats 2006 - 2009. Plaquette 6 p.

Lucas M. de. & al. 2004. The effects of a wind farm on birds in a migration point : the Strait of Gibraltar. Biodiversity and Conservation 13, 395-407.

Ludin G. 2005. Cranes: Where, When and Why? A Guide Book for Visitors in European Crane Areas and Ideas How to Manage Cranes in an Agricultural Environment. Swedish Crane Working Group, 228 p.

Lustrat P. 1997. Biais dus aux techniques d'étude des chiroptères en activité de chasse en milieu forestier. Arvicola IX (1) : 7-10.

Mabbe T.J., Plissner J.H. & Cooper B.A. 2005. A radar and visual study of nocturnal bird and bat migration at the proposed Flat Rock wind power project, New York, fall 2004. ABR, Inc. – Environmental Research & Services, Forest Grove (Oregon), 30 p.

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

Martin G. R. 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. Ibis (153) : 239-254.

Marx G. 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. LPO : 80 p. + annexes.

Masden E. A., Haydon D. T., Fox A. D., Furness R. W., Bullman R. & Desholm M. 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. ICES Journal of Marine Science 66 : 746–753.

Mathews F. 2011. National Bats and Wind Turbines Project. University of Exeter. 25p.

Mattei-Roesli M, Blant M, Magnin B & Ruedi M. 2011. Clé des crânes des Mammifères de Suisse : clés de détermination. Fauna Helvetica, 21 : 68-84 & 133-145

Matthews F. & al. 2016. Understanding the Risk to European Protected Species (bats) at Onshore Wind Turbine Sites to inform Risk Management. University of Exeter. 2016. p. 127.

May R., Hamre Ø., Vang R. & Nygard T. 2012. Evaluation of the DTBirdvideo-system at the Smøla wind-power plant. Detection capabilities for capturing near-turbine avian behaviour. NINA Report 910. 27pp.

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.

Menzel J. A., Menzel M. A Jr, Kilgo J. C, Ford W. M., Edwards J. W. & McCracken G. F. 2005. Effect of habitat and foraging height on bat activity in the coastal plain of South Carolina. Journal of Wildlife Management. 2005, Vol. 69, 1, pp. 235-245. http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_menzel002.pdf.

Mezani S. 2012. Programme de suivi temporel des oiseaux communs (STOC) : bilan de la décennie 2002-2011. EPOB, 31 p.

Million, L., Julien, J.-F., Julliard, R., & Kerbiriou, C. 2015. Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. Ecological Engineering, 75, pp. 250-257.

Millon L., Colin C., Brescia F. & Kerbiriou C. 2018. Wind turbines impact bat activity, leading to high losses of habitat use in a biodiversity hotspot. Ecological Engineering 112 (2018) 51–54. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.024>

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer. 2016. Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres. MEEDDM – DREAL – SER – MNHN – ONF – LPO – ADEME, Actualisation 2016, p. 188 - www.developpement-durable.gouv.fr

Munoz A. R., Ferrer M., Delucas M. & Casado E. 2011. Raptor mortality in wind farms of southern Spain: mitigation measures on a major migration bottleneck area. Powerpoint (40 p) in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

Nadó L., Chromá R. & Kaňuch-Brill P. 2017. Structural, temporal and genetic properties of social groups in the short-lived migratory bat *Nyctalus leisleri*. Behaviour 154 (7-8). 785 – 807. doi: 10.1163/1568539X-00003444

National Renewable Energy Laboratory. 2000. Avian risk behaviour and fatalities at the Altamont Wind Resource Area. California Energy Commission.

Newton I. & Little B. 2009. Assessment of wind-farm and other bird casualties from carcasses found on a Northumbrian beach over an 11-year period. Bird Study 56, 158-167.

Niermann I., Brinkmann R., Körner-Nievergelt F. & Behr O. 2011. Systematische Schlagopfersuche-Methodische Rahmenbedingungen, 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.

OLIOSO, G. 1991. Le passage postnuptial du Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) à Grignan (Drôme) : stationnement et biométrie. Bièvre, 12 : 101-110.

Osborn R., Dieter C.D., Higgins K.F. & Usgaard R.E. 1998. Bird Flight Characteristics Near Wind Turbines in Minnesota. American Midland Naturalist, 139 (1) : 29-38.

Paulus G. 2007. Suivi indépendant du parc éolien de Port-Saint-Louis-du-Rhône (mortalité avifaune). Document non publié, 12 p.

Pearce-Higgins J. W., Stephen L., Langston R. H. W. & Bright J. A. 2008. Assessing the cumulative impacts of wind farms on peatland birds: a case study of golden plover (*Pluvialis apricaria*) in Scotland. Mires and Peat 4 : 1-3.

Pearce-Higgins J. W., Stephen L., Langston R. H. W., Bainbridge I. P & Bullman R. 2009. The distribution of breeding birds around upland windfarms. Journal of Applied Ecology, doi: 10.1111/j.1365-2664.2009.01715.x. 9 p.

Pedersen M. N. & Poulsen E. 1991. En 90m/2 MW vindmoelles invirkning på fuglelivet. Fugles reaktioner på opførelse og ideftsaettelsen af tjæreborgmoellen ved Det Danske Vadehav. Danske Vildundersøgelser 47: 44.

Percival S. 2000. Birds and wind turbines in Britain. British Wildlife 12 : 8-15.

Percival S. 2001. Assessment of the effects of offshore wind farms on birds. Ecology consulting. 66 p.

Pereira M., Peste F., Paula A., Pereira P., Bernardino J., Vieira J., Bastos C., Mascarenhas M., Costa H. & Fonseca C. 2016. Managing coniferous production forests towards bat conservation. Wildlife Research, 2016, 43, 80–92. <http://dx.doi.org/10.1071/WR14256>

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

Pravettoni R., UNEP/GRID-Arendal. 2015. En ligne : http://www.grida.no/graphicslib/detail/nathusius-pipistrelle-distribution-and-migration_18cb

Rasram L & al. 2009. Effect of wind farms on population trend and breeding success of Red Kites and other birds of prey. Birds of prey and Wind farms : Analysis of problems and possible solutions. Documentation of an international workshop in Berlin 21-22 oct 2008. (H. Hötker, red) s. 22-25. NABU, Berlin.

Reichenbach M. & Steinborn H. 2011. The role of wind turbines in the context of habitat quality – the case of Lapwing (*Vanellus vanellus*), Skylark (*Alauda arvensis*) and Meadow pipit (*Anthus pratensis*) in a cultivated raised bog in northern Germany: Results of a 7 year BACI-study. Présentation à la ‘Conference on Wind energy and Wildlife impacts’ du 2 au 5 mai 2011 à Trondheim (Norvège).

Richardson S, Lintott P, Hosken D, Theo Economou T & Mathews F. 2021. Peaks in bat activity at turbines and the implications for mitigating the impact of wind energy developments on bats. Scientific Reports (2021) 11: 3636. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82014-9>

Rico P. & Lagrange H. 2011. Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint Martin de Crau-13). Biotope. 39 p.

Rico P. & Lagrange H. 2016. Étude de l'activité et de la mortalité des chiroptères sur plusieurs parcs éoliens par trajectographie acoustique, imagerie thermique et recherché de cadavres au sol – Contribution aux évaluations des incidences sur l'environnement. Présentation orale et Powerpoint, 16èmes Rencontres nationales "chauves-souris" de la SFEPM, Muséum de Bourges, 25 mars 2016, http://www.sensoflife.com/wp-content/uploads/2015/05/Bourges_2016_SOL.pdf

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., Micevsi 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.

Roeleke M., Blohm T., Kramer-Schadt S., Yovel Y. & Voigt C. 2016. Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. Scientific reports 6, 28961 ; doi 10.1038/srep28961.

Roemer C., Discab T., Coulon A., Basa Y. 2017. Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. Biological Conservation 215 (2017) 116–122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.09.002>

Rydell J. & al. 2012. The effect of wind power on birds and bats. Report 6511. Swedish Environmental Protection Agency, 152 p.

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.

Schaub M. & Pradel R. 2004. Assessing the relative importance of different sources of mortality from recoveries of marked animals. Ecology 85 : 930–938.

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

Smallwood K.S. & Thelander C.G. 2004. Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report. BioResource consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research- Environmental Area : 363 p. + annexes.

Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) : Groupe Chiroptères. 2016. Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres Actualisation 2016 des recommandations SFEPM. Société Française pour l’Étude et la Protection des Mammifères. Paris : s.n., Version 2.1 (février 2016). p. 33.

Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) : Groupe Chiroptères. 2016. Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères, Version 2 (février 2016). Paris, 17p.

Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) 2006. Recommandations pour une expertise chiroptérologique dans le cadre d’un projet éolien. Fasc. 7 p.

Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM). 1984. Atlas des Mammifères sauvages de France - Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, 229 pp.

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

Syndicat des Energies Renouvelables, France Energie Eolienne, Société Française pour l’Etude et la Protection des Mammifères & LPO, 2011. Protocole d’étude chiroptérologique sur les projets de parcs éoliens : document de cadrage. 7 p.

Telleria J.S. 2009. Potential impacts of wind farms on migratory birds crossing Spain. Bird Conservation International 19 : 131–136.

Thauront M., D’Agostino R. & Marchais G. 2015. Expertise chiroptères et suivi de mortalité - Parcs éoliens Lomont – Pays de Montbéliard. Ecosphère. 63 pages.

Thelander C.G. & Rugges D.L. 2001. Examining Relationships between Bird Risk Behaviours and Fatalities at the Altamont Wind Resource Area : a Second Year's Progress. Report. In : PNAWPPM IV, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California, May 2001 : 5-14.

Thiollay J.-M. & Bretagnolle V. 2004. Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation, Delachaux et Niestlé, Paris. 176p.

THONNERIEUX, Y. 1985. Coup d’œil sur la migration du Gobemouche noir Ficedula hypoleuca dans la région Rhône-Alpes. Bièvre 7 : 31-36.

Toronto Renewable Energy Co-operative. 2000. Wind Turbine environmental assessment. Vol. 1 : Screening document. Toronto Renewable Energy Co-operative, April 2000.

UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS. 2016. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

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

UICN FRANCE. 2012. Liste rouge des chiroptères de la région Centre (validation CSRPN de 11/2013)

UICN FRANCE. 2012. Liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre (validée au CSRPN en novembre 2013).

Villafranco D.O., Grace S. & Holt R. 2017. The effects of wind turbine wake turbulence on bat lungs. The Journal of the Acoustical Society of America 141, 3544. <https://doi.org/10.1121/1.4987497>

Voigt C.C., Popa-Lisseanu A.G., Niermann L. & Kramer-Schadt S. 2012. The catchment area of wind farm for European bats : a plea for international regulation. Biological Conservation, 153. 80-86p.

Whalen W. 1994. Siting Wind Plants and the Avian Issue. « Windpower ‘94 Conference/ Minneapolis. American Wind Energy Association.

Winkelman J. E. 1992. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), the Netherlands, on birds, 1: collision victims. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek. RIN-rapport 92/2. 4 volumes. En hollandais avec résumé anglais.

Winkelman J.E. 1985. Impact of medium-sized wind turbines on birds : a survey on flight behaviour, victims and disturbance. Netherlands Journal of Agricultural Science 33 : 75-78.

Winkelman J.E. 1989. Vogels in het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstering van pleisternde eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15, Arnhem.

Zucca M. 2015. La migration des oiseaux : comprendre les voyageurs du ciel. Guide Nature. Editions Sud-Ouest. Mai 2015. 352

Dupuy J. & Sallé L. (coord.) 2022. – *Atlas des oiseaux nicheurs de France*. LPO, Rochefort ; Biotop Editions, Mèze ; Muséum national d’Histoire naturelle, Paris, 1122 pages. (Collection Inventaires & biodiversité)

GOB (coord.), 2012. *Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne*. Groupe ornithologique Breton, Bretagne vivante -SEPNB, LPO 44, Groupe d’études ornithologiques des Côtes-d’Armor. Delachaux et Niestlé, 512 p.

Keller, V., Herrando, S., Voříšek, P., Franch, M., Kipson, M., Milanese, P., Martí, D., Anton, M., Klvaňová, A., Kalyakin, M.V., Bauer, H.-G. & Foppen, R.P.B. (2020). *European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change*. European Bird Census Council & Lynx Edicions, Barcelona.

ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES

Date	Tâche	Intervenant TBM	Intervalle (j)
08/04/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	
13/04/2022	Suivi mortalité	Yves David	5
21/04/2022	Suivi mortalité	Brice Hermel	8
28/04/2022	Suivi mortalité	Lola Villain	7
03/05/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	5
10/05/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
17/05/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
24/05/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
31/05/2022	Suivi mortalité Test efficacité	Jean Courtin & Guillaume Le Guen	7
07/06/2022	Test de persistance (dépôt)	Jean Courtin	
08/06/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+1)	Jean Courtin	8
10/06/2022	Test de persistance (J+3)	Jean Courtin	
14/06/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Jean Courtin	6
17/06/2022	Test de persistance (J+10)	Jean Courtin	
21/06/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Jean Courtin	7

Date	Tâche	Intervenant TBM	Intervalle (j)
28/06/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
05/07/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
12/07/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
19/07/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
26/07/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
02/08/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
09/08/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
17/08/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	8
23/08/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	6
30/08/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
06/09/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
13/09/2022	Suivi mortalité Test de persistance (dépôt)	Jean Courtin	7
14/09/2022	Test de persistance (J+1)	Jean Courtin	
16/09/2022	Test de persistance (J+3)	Jean Courtin	
20/09/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Jean Courtin	7
23/09/2022	Test de persistance (J+10)	Guillaume Le Guen	
26/09/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Quentin Le Bayon	6
04/10/2022	Suivi mortalité Test efficacité	Jean Courtin & Guillaume Le Guen	8
11/10/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
18/10/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
25/10/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7

ANNEXE 2 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI

Pour chaque éolienne, les surfaces prospectées sont présentées ci-dessous par période.

Période	Sous-période	Nbr de passages	CHL1	CHL2	CHL3	CHL4	CHL5	CHL6	CHL7	CHL8	CHL9	CHL10	CHL11	% moyen de surface prospectée :
			% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	% prospecté	
1 (avril à juillet)	Avril	4	55%	15%	44%	68%	46%	40%	58%	60%	37%	33%	47%	46%
	Mai	4												
	Juin	5												
	Juillet	4												
2 (août à octobre)	Août	5	37%	16%	50%	33%	16%	89%	26%	78%	71%	57%	66%	49%
	Septembre	4												
	Octobre	4												
Moyenne :			47%	16%	46%	53%	33%	61%	44%	68%	52%	43%	55%	47%

ANNEXE 3 : SYNTHÈSE DES CADAVRES DÉCOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITÉ

Ordre	Nom_français	Nom_scientifique	Age	Sexe	Nb_cadavres	Date_ramassage	Mois_ramassage	Age_mort	Commune	Dpt	Coord_X_L93	Coord_Y_L93	Distance_mat(m)	Orientation_mat	Num_eolienne
Oiseaux	Epervier d'Europe	Accipiter nisus	?	?	1	08/04/2022	avril	?	Calanhel	22	219706,2	6836524,1	28	ONO	E03
Oiseaux	Linotte mélodieuse	Linaria cannabina	?	?	1	21/04/2022	avril	?	Calanhel	22	219546,1	6835631,1	43	OSO	E10
Oiseaux	Buse variable	Butteo butteo	Juvénile	?	1	12/07/2022	juillet	?	Calanhel	22	219506,2229	6835270,56	35	NE	E11
Chiroptères	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrellus kuhlii	?	?	1	09/08/2022	août	?	Calanhel	22	220229,1048	6836982,787	27	O	E06
Oiseaux	Pigeon ramier	Columba palumbus	Adulte	?	1	06/09/2022	septembre	?	Calanhel	22	219458,2621	6835281,512	32	NNO	E11



ANNEXE 4 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR D'EOLAPP

Exemple d'une capture d'écran.

➤ Résultats obtenus pour l'ensemble du suivi pour l'ensemble des cadavres. Résultats présentés dans le tableau en partie 5.3.1.

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse...

CalanhelSv21_cadavres_tot.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 51

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Browse...

CalanhelSv21_persistence_tot.csv

Upload complete

Nombre de lignes lues = 96

Méthode de calcul des intervalles de confiance

☒ Non-paramétrique

☐ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

6,9

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

172

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

143

Pourcentage de la surface prospectée =

0.47

CALCULER

Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

0 , 0 , 0 , 0 , 0 , ... , 0 , 0 , 0 , 0 , 0

Durée de présence de cadavres déposés par les experimentateurs (une valeur par cadavre déposé)

3 , 3 , 1 , 1 , 7 , ... , 1 , 3 , 7 , 14 , 3

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	34.26	7.65	74.70	16.33	58.27
Huso	36.70	8.05	77.87	17.64	61.44
Winkelmann	85.94	19.91	214.35	39.83	156.84
Jones	49.96	11.53	119.27	23.49	89.01

ANNEXE 5 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR DE GENEST

- Présentation de quelques captures d’écran.
- Résultats obtenus par groupe impacté. Résultats présentés dans le tableau en partie 5.3.2.

GENEST

v1.4.8

Data Input

Analyses

Help

General Inputs

Searcher Efficiency

Carcass Persistence

Mortality Estimation

Detection Probability

Model Inputs:

Carcass ID Column (CO)

carclD

Fraction of Facility Surveyed:

1

Date Found:

DateFound

Estimate

Clear Estimate

Splitting Mortality:

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

Search Schedule (SS) Variable:

Carcass Observation (CO) Variable:

Group

Split Estimate

Clear Split

Figures

Summary

Show 25 entries

Search:

	Group	X	10%	25%	50%	75%	90%
1	bat	1	1	1	2.16	3.02	4.35
2	bird	4	13.1	23.76	37.74	53	69.04

Showing 1 to 2 of 2 entries

Download

Previous

1

Next

EDP Renewables | Parc éolien de Calanhel (22) - Suivi post-implantation 2022 | 21/03/2023

79

écosphère

➤ Résultats obtenus pour l'ensemble des cadavres sur l'ensemble du suivi. Résultats présentés dans le tableau en partie 5.3.2.

GENEST

Generalized Mortality Estimator

v1.4.8

Data Input

Analyses

Help

General Inputs

Searcher Efficiency

Carcass Persistence

Mortality Estimation

Detection Probability

Model Inputs:

Carcass ID Column (CO)

carcID

Fraction of Facility Surveyed:

1

Date Found:

DateFound

Estimate

Clear Estimate

Splitting Mortality:

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

Search Schedule (SS) Variable:

Carcass Observation (CO) Variable:

Split Estimate

Clear Split

Figures

Summary

Show 25 entries

Search:

	X	10%	25%	50%	75%	90%
1	5	14.62	26.24	39.84	54.93	71.19

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous

1

Next

Download

A silhouette illustration at the bottom of the page depicts a field research team. On the left, a person is crouched with a camera on a tripod. In the center, two people stand together, one holding a camera. To their right, another person is crouched. The background shows silhouettes of birds in flight and various plants and trees, suggesting a natural, possibly coastal or wetland, environment.

EDP Renewables | Parc éolien de Calanhel (22) - Suivi post-implantation 2022 | 21/03/2023

80

The logo for 'Écosphère' features a stylized green leaf or plant icon to the left of the word 'Écosphère' in a sans-serif font.

6 : PARAMETRES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE AVEC « GENEST »

	DATAFILES INPUTS :	DWP_ <i>par période pour chaque éolienne</i>
GENERAL INPUTS	<i>Model inputs</i>	
	Number of iteration	1000
	Confidence level	0,8
	Carcass Class Column	Season
SEARCHER EFFICIENCY	<i>Model inputs</i>	
	Observations	Efficacite1
	Predictor variables	Visibility
	Fixed k	0,75
	<i>Selection</i>	
	p model / p ~ k model	constant periode_1 visibility periode_2 0,75
CARCASS PERSISTENCE	<i>Model inputs</i>	
	Last time present	LastPresent
	First time absent	FirstAbsent
	Predictor variables	
	Distributions	loglog, lognorm, weibull, exp
	<i>Selection</i>	
	Distribution	lognormal
	Location ~	constant
	Scale ~	constant
MORTALITY ESTIMATION	<i>Model inputs</i>	
	Carcass ID	
	Fraction of Facility Surveyed	1
	DWP	/
	Date found	
	<i>Split mortality</i>	
	Search Schedule (SS) Variable	Aucun
	Carcass Observation (CO) Variable	IdEolienne

ANNEXE 7 : DEMANDE DE DEROGATION POUR LA CAPTURE OU L'ENLEVEMENT DE CADAVRES DE CHIROPTERES PROTEGES



Direction départementale
des territoires et de la mer

Arrêté autorisant le ramassage de cadavres sur place de spécimens d'espèces protégées d'oiseaux et de chiroptères dans le cadre du suivi d'un parc éolien terrestre de CALANHEL

Le Préfet des Côtes-d'Armor
Chevalier de la Légion d'Honneur
Officier de l'Ordre National du Mérite

Vu la directive 92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992, modifiée, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ;

Vu le livre IV du code de l'environnement, et notamment ses articles L. 411-1 et L. 411-2, R. 411-1 à R. 411-14 ;

Vu le décret n° 97-1204 du 19 décembre 1997 pris pour l'application du décret n° 97-34 du 15 janvier 1997 relatif à la déconcentration des décisions administratives individuelles ;

Vu l'arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées ;

Vu l'arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;

Vu l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant les listes des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;

Vu l'arrêté du 18 décembre 2014 fixant les conditions et limites dans lesquelles des dérogations à l'interdiction de capture de spécimens d'espèces animales protégées peuvent être accordées par les préfets pour certaines opérations pour lesquelles la capture est suivie d'un relâcher immédiat sur place ;

Vu l'arrêté préfectoral en date du 11 mai 2022 portant délégation de signature à M. Éric HENNION, directeur départemental des territoires et de la mer des Côtes-d'Armor par intérim ;

Place du général de Gaulle
BP 2370 - 22023 SAINT-BRIEUC
www.cotes-darmor.gouv.fr
Préfet22

1/9

Vu la demande en date du 22 février 2022 portée par M. Sylvain CHAUVAUD, directeur de l'Agence Ouest d'Ecosphère de la Société TBM Environnement, pour le ramassage de cadavres de chiroptères et d'oiseaux pour identification sur place, dans le cadre du suivi du parc éolien terrestre de CALANHEL (22160) ;

Vu l'avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel de Bretagne en date du 3 mai 2022 ;

Considérant que la dérogation sollicitée ne nuira pas au maintien de l'état de conservation de ces espèces dans leur aire de répartition naturelle et qu'elle ne remet pas en cause le bon état de conservation de ces espèces dans le département des Côtes-d'Armor ;

Considérant que les spécimens seront ramassés à des fins de détermination sur place ;

Considérant que, après identification, les cadavres de chauves-souris seront transmis au Muséum national d'histoire naturelle de PARIS qui mène différentes études sur les espèces de chiroptères ;

Considérant la qualification du demandeur et que les objectifs scientifiques poursuivis sont conformes à l'article L. 411-2 du code de l'environnement ;

Considérant qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante pour réaliser ces études ;

Considérant que le projet n'a pas d'effet significatif sur l'état de conservation des espèces protégées concernées et que par conséquent il n'est pas nécessaire de procéder aux modalités définies à l'article L. 123-19-2 du code de l'environnement relatif à la participation du public aux décisions individuelles en matière d'environnement ;

Sur proposition du directeur départemental des territoires et de la mer des Côtes-d'Armor par intérim ;

ARRÊTE :

Article 1^{er} : Bénéficiaire et nature de la dérogation

M. Sylvain CHAUVAUD, directeur de l'Agence Ouest Écosphère – TBM environnement, située 2 rue de Suède à AURAY (56400), désigné dans le présent arrêté comme le bénéficiaire, est autorisé, conformément au contenu du dossier de demande de dérogation et sous réserve des dispositions définies dans le présent arrêté, à ramasser les cadavres des espèces de chiroptères et d'oiseaux, listées en annexe du présent arrêté, et ce à des fins de détermination.

La présente dérogation est accordée dans le cadre des suivis de mortalité de parc éolien terrestre.

Article 2 : Autres personnes autorisées

Les personnes suivantes, désignées par le bénéficiaire, sont autorisées à procéder aux ramassages des cadavres des espèces de chiroptères et d'oiseaux, listées en annexe du présent arrêté, et ce à des fins de détermination :

2/9

- M. Valentin GUIHO, technicien en écologie, faunisticien multigroupe ;
- M. Mickaël ROCHE, chargé d'études en écologie, faunisticien multigroupe ;
- M. Yves DAVID, chargé d'études en écologie, faunisticien multigroupe ;
- M. Yves DUBOIS, chargé d'études en écologie, faunisticien multigroupe.

Article 3 : Localisation

Les prospections et les ramassages sont limités au périmètre du parc éolien de CALANHEL (22160).

Article 4 : Durée de la dérogation

La présente dérogation est délivrée au bénéficiaire à compter de la signature du présent arrêté et jusqu'au 30 novembre 2022.

Article 5 : Opérations et mesures de suivi

Le bénéficiaire effectue le ramassage des cadavres manuellement.

La capture définitive de spécimens vivants n'est pas autorisée.

Les cadavres de spécimens d'oiseaux, une fois identifiés, sont laissés sur place. Les cadavres de spécimens de chiroptères, sont transportés en laboratoire pour identification.

Les recommandations formulées par Eurobats et par le protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2018) doivent être appliquées.

Le bénéficiaire doit transmettre les données recueillies sur la plateforme DEPOBIO.

Pour les espèces faisant l'objet d'un plan national d'actions, le bénéficiaire doit également transmettre les données aux coordinateurs du plan et aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) coordinatrices.

Le bénéficiaire doit veiller à éliminer les espèces non indigènes.

Un bilan détaillé des opérations sera transmis à la direction départementale des territoires et de la mer des Côtes-d'Armor (DDTM) avant le 30 juin 2023. Il comportera a minima pour chaque espèce : le nombre d'individus, les dates et lieux de prélèvement (cartographie), le sexe (si identifiable), le nombre de spécimens morts trouvés lors des opérations.

Article 6 : Modalités de transport

Le transport de cadavres est autorisé pour identification vers le siège de l'Agence Ouest Ecosphère de la société TBM, situé au 2 rue de Suède à AURAY (56400).

Les cadavres de chiroptères non utilisés pourront faire l'objet d'un transport vers le Muséum national d'histoire naturelle de PARIS pour alimenter les différentes études sur ces espèces. Les autres cadavres devront être envoyés à l'équarrissage.

Article 7 : Autres réglementations

La présente dérogation ne dispense en aucun cas le bénéficiaire de solliciter les déclarations ou d'obtenir les autorisations ou accords requis par d'autres réglementations.

Article 8 : Sanctions administratives et pénales

Le non-respect des dispositions du présent arrêté peut donner lieu aux sanctions administratives prévues par les articles L. 171-7 et L. 171-8 du code de l'environnement.

Les infractions pénales aux dispositions du présent arrêté sont punies des peines prévues à l'article L. 415-3 du code de l'environnement.

Article 9 : Droits et informations des tiers

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés. Le présent arrêté sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture des Côtes-d'Armor.

Le dossier de demande de dérogation portant sur des espèces protégées est consultable à la DDTM des Côtes-d'Armor.

Article 10 : Voies et délais de recours

Le présent arrêté peut faire l'objet d'un recours devant le Tribunal administratif de RENNES dans un délai de deux mois à compter de sa publication au recueil des actes administratifs de la préfecture des Côtes-d'Armor.

Le tribunal administratif peut être saisi par l'application « télérecours citoyens » accessible par le site internet www.telerecours.fr.

Article 11 : Exécution

La secrétaire générale de la préfecture, le directeur départemental des territoires et de la mer par intérim, le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Bretagne et le chef du service départemental de l'Office français de la biodiversité sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Saint-Brieuc, le 02 JUIN 2022
 Pour le Préfet et par délégation
 Le directeur départemental
 des territoires et de la mer
 par intérim

 Eric HENNION

ANNEXE de l'arrêté autorisant le ramassage de cadavres sur place de spécimens d'espèces protégées d'oiseaux et de chiroptères dans le cadre du suivi d'un parc éolien terrestre de CALANHEL

Liste des espèces de la dérogation :

Nom vernaculaire	Nom latin
Avifaune	
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>
Alouette haussecol	<i>Eremophila alpestris</i>
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>
Bécasseau cocorli	<i>Calidris ferruginea</i>
Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>
Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>
Bergeronnette de Yarrell	<i>Motacilla yarrellii</i>
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba alba</i>
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>
Bruant des neiges	<i>Plectrophenax nivalis</i>
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>
Bruant lapon	<i>Calcarius lapponicus</i>
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>
Blongios nain	<i>Ixobrychus minutus</i>
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>

5/9

Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>
Chevalier sylvain	<i>Tringa glareola</i>
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>
Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>
Chouette effraie	<i>Tyto alba</i>
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>
Cygne chanteur	<i>Cygnus cygnus</i>
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>
Fauvette babillardé	<i>Sylvia curruca</i>
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>
Goéland brun	<i>Larus fuscus graellsii</i>
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>
Gorgebleue à miroir	<i>Luscinia svecica</i>
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>
Grand Cormoran (Atlantique)	<i>Phalacrocorax carbo carbo</i>
Grande Aigrette	<i>Ardea alba</i>
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>

6/9

Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>
Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>
Harle bièvre	<i>Mergus merganser</i>
Harle piette	<i>Mergellus albellus</i>
Héron bihoreau	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis</i>
Héron pourpré	<i>Ardea purpurea</i>
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>
Marouette ponctuée	<i>Porzana porzana</i>
Martinnet noir	<i>Apus apus</i>
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>
Merle à plastron	<i>Turdus torquatus</i>
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i>
Mésange noire	<i>Periparus ater</i>
Mésange nonnette	<i>Poecile palustris</i>
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>
Mouette mélanocéphale	<i>Ichthyophaga melanocephala</i>
Mouette pygmée	<i>Hydrochelidon minutus</i>
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>
Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>
Mésange à moustaches	<i>Parus biarmicus</i>
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>

7/9

Phragmite aquatique	<i>Acrocephalus paludicola</i>
Phragmite des joncs	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>
Pic mar	<i>Dendrocopos medius</i>
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>
Pic vert, Pivert	<i>Picus viridis</i>
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>
Pinson du nord	<i>Fringilla montifringilla</i>
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>
Pipit spioncelle	<i>Anthus spinoletta</i>
Pluvier guignard	<i>Eudromias morinellus</i>
Pouillot de Bonelli	<i>Phylloscopus bonelli</i>
Pouillot de Sibérie	<i>Phylloscopus collybita tristis</i>
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>
Râle des genêts	<i>Crex crex</i>
Rémiz penduline,	<i>Remiz pendulinus</i>
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>
Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>
Rousserolle effarvée	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>
Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>
Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>
Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis sandvicensis</i>
Sterne naine	<i>Sternula albifrons</i>
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>
Tadornes de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>

8/9

Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>
Tarin des aulnes	<i>Spinus spinus</i>
Tichodrome échelette	<i>Tichodroma muraria</i>
Torcol fourmilier	<i>Jynx torquilla</i>
Tournepierre à collier	<i>Arenaria interpres</i>
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>
Chiroptères	
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>
Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
Vespertilion à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>
Vespertilion de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>
Vespertilion de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>
Vespertilion de Brandt	<i>Myotis brandti</i>
Vespertilion à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>
Vespertilion de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>
Nocture de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>