



Parc éolien de Saint-Barnabé (22)

Suivi post-implantation 2022

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

05/05/2023



INFORMATIONS & CONTACTS •••

Parc éolien de Saint-Barnabé (22) Suivi post-implantation 2022

Étude réalisée pour : EDP Renewables

 25 Quai Panhard et Levassor 75013 PARIS

 **Contact client :**

 **Guillaume Courtin**

 guillaume.courtin@edp.com

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

 2 Rue de Suède - 56400 Auray

 02 97 56 12 90

Coordination

Michaël ROCHE
Chargé de projets faune

Suivi de mortalité

Valentin GUIHO, Michaël ROCHE,
Jean COURTIN, Quentin LE BAYON, Yves DUBOIS
Chargés d'études faune

Analyses faunistiques

Valentin GUIHO ; Michaël ROCHE
Chargé d'études faune / Chargé de projets faune
Ségolène ANTOINE-HOUY
Technicienne Faune (Analyses des sons des SM4Bat)

SIG et cartographie

Loan FERREIRA ; Mireille LECOEUVRE
Géomaticienne

Contrôle qualité

Michaël ROCHE
Chargé de projets faune

CONTEXTE •••

Le parc éolien de Saint-Barnabé est constitué de 6 éoliennes de 2 MW chacune, de type Vestas 90. Il a été mis en service en 2007. Ce parc se situe sur la commune de Saint-Barnabé, au Nord-Est de la ville de Pontivy, dans le département des Côtes d'Armor (22), en contexte de cultures intensives et bocager.

L'étude d'impact du site menée en 2004 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 Saint-Barnabé 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

RESUME4

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	9

3. METHODES DE TRAVAIL 11

3.1 SUIVI DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE	11
3.2 SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX	12
3.3 SUIVI COMPORTEMENTAL DE L'AVIFAUNE	19
3.4 METHODE D'EVALUATION DES ESPECES FREQUENTANT LE PARC.....	20
3.5 METHODE DE DEFINITION DES IMPACTS ET DES MESURES DE REDUCTION ADAPTEES AU PARC	25

4. RESULTATS ET INTERPRETATION DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE 26

4.1 RESULTATS ET INTERPRETATION DU SUIVI ACOUTIQUE DES CHAUVES-SOURIS EN NACELLE	26
4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION DU SUIVI ACOUTIQUE DES CHAUVES-SOURIS AU SOL	26

5. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI DE MORTALITE 36

5.1 RESULTATS BRUTS	36
5.2 VARIABLES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE	38
5.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE	41
5.4 CONCLUSION SUR LE SUIVI DE MORTALITE	42

6. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI COMPORTEMENTAL DE L'AVIFAUNE 44

6.1 COMPORTEMENT DES ESPECES NICHEUSES	44
6.2 COMPORTEMENT DES ESPECES MIGRATRICES.....	46
6.3 COMPORTEMENT DES ESPECES HIVERNANTES	50
6.4 MISE EN RELATION ACTIVITE/MORTALITE/CARACTERISTIQUES DU PARC.....	51

7. EVALUATION DES IMPACTS PAR COLLISION ET BAROTRAUMATISME 53

7.1 OISEAUX	53
7.2 CHAUVES-SOURIS	53
7.3 ELEMENTS DE COMPARAISON AVEC LE PREMIER SUIVI DE MORTALITE (2014 - 2015).....	54

8. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION 55

8.1 PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FREQUENTANT LE PARC.....	55
8.2 CONTROLE DE L'ECLAIRAGE NOCTURNE	55
8.3 GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES	55

9. MESURES DE SUIVI 56

10. BIBLIOGRAPHIE 57

ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES 62

ANNEXE 2 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI 64

ANNEXE 3 : SYNTHESE DES CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE 65

ANNEXE 4 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR D'EOLAPP 66

ANNEXE 5 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR DE GENEST 67

ANNEXE 6 : PARAMETRES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE AVEC « GENEST 69

ANNEXE 7 : DEMANDE DE DEROGATION POUR LA CAPTURE OU L'ENLEVEMENT DE CADAVRES DE CHIROPTERES ET D'OISEAUX PROTEGES 70

ANNEXE 8 : LISTE DES OISEAUX OBSERVES SUR LE PARC DE SAINT-BARNABE 75





RESUME

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 Saint-Barnabé est situé sur la commune de Saint-Barnabé, au nord-est de la ville de Pontivy, dans le département des Côtes d'Armor (22) en région Bretagne.

Le parc est constitué de 6 éoliennes implantées en cultures et bocages.

❖ Contexte du suivi post-implantation de 2022

Le parc de Saint-Barnabé a été mis en service en 2007. 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 sensibilité 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 Saint-Barnabé 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 n'ont pas comporté de suivi d'activité des chiroptères en altitude.

EDPR a souhaité lancer le suivi environnemental pour son parc éolien de Saint-Barnabé 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 l'ensemble du suivi en nacelle mené en 2022, on peut retenir les informations importantes suivantes :

- L'appareil a **fonctionné du 17 mars au 14 juillet**, avant d'être débranché ;
- Pendant ce temps de fonctionnement, **seuls 43 sons enregistrés correspondent à des contacts de chiroptères ce qui ne permet pas de tirer un quelconque bilan concernant l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle au cours du suivi réalisé en 2022.**

Suivi acoustique des chauves-souris au sol

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 août puis 2 en septembre/octobre), soit tout au long du cycle biologique d'une chauve-souris. Après l'élimination des bruits parasites et des sons associés à d'autres animaux enregistrés lors de l'étude acoustique passive, **6 957 contacts de chauves-souris ont été enregistrés au total.**

Les écoutes passives ont permis d'identifier **15 espèces de chiroptères** : la Barbastelle d'Europe, le Grand Murin, le Grand Rhinolophe, le Murin à moustaches, le Murin de Bechstein, le Murin de Daubenton, le

Murin de Natterer, la Noctule de Leisler, l'Oreillard roux, l'Oreillard gris, le Petit Rhinolophe, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Sérotine commune.

La Pipistrelle commune domine largement le peuplement chiroptérologique avec plus de 78% des contacts totaux (5 424 signaux sur les 6 957 enregistrés). La Pipistrelle de Kuhl arrive en deuxième position avec plus de 12% des contacts totaux (850 signaux enregistrés). La Barbastelle d'Europe est bien représentée sur le parc avec un total de contacts cumulés de plus de 5% (374 contacts). Les autres pipistrelles représentent 2% des contacts totaux (commune/Nathusius, Kuhl/Nathusius et Nathusius, tout en sachant que la Pipistrelle de Nathusius a été identifiée de façon certaine seulement à six reprises). Les « sérotules » (complexe des noctules/sérotines), sont ici représentées probablement en majorité par la Sérotine commune, et correspondent à 1% de la part d'activité. La Noctule de Leisler a été identifiée de façon certaine à cinq reprises, la Sérotine commune quant à elle a été identifiée 22 fois.

Les murins se partagent 1% (68 contacts seulement) de l'activité. Parmi ces derniers, la grande majorité des contacts identifiés de façon certaine appartient au Murin de Natterer (12 contacts) et au Murin à moustaches (6 contacts). Le Murin de Daubenton, le Murin de Bechstein et le Grand Murin n'ont été identifiés de manière certaine qu'à une unique reprise. Les autres contacts n'ont pu être rapprochés à une espèce en particulier et ont été classés en Murin sp. (47 contacts).

❖ Résultats du suivi de la mortalité

Les **6 éoliennes du parc**, se trouvant toutes dans un contexte agricole de cultures intensives et bocager, 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 et le 25 octobre 2022** (semaines 14 à 43), avec un **intervalle moyen entre les passages de 7 jours**.

Les pales mesurant 45 m, les prospections se sont effectuées dans un rayon de **50 mètres** autour des mâts des machines.

Un premier **test de persistance** a été réalisé le 07/06/2022 et un second le 13/09/2022, avec un suivi de la persistance des leurres répartis sous les éoliennes à J+1, J+3, J+7, J+10 et J+14. **Les deux tests d'efficacité** des observateurs ont été réalisés le 31/05/2022 et le 04/10/2022. Ils consistaient à déposer 150 leurres sur les différentes zones prospectables autour des éoliennes.

Les résultats bruts sont 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 **9 individus** :

- **9 oiseaux appartenant à 3 espèces** : 4 Faucons crécerelles [locaux], 1 Faucon hobereau [local probable], 4 Pigeons ramiers [locaux] ;
- **0 chiroptères.**

Les cadavres découverts sont distribués sous trois éoliennes, deux découverts sous l'éolienne 4, deux sous l'éolienne 6 et enfin trois observés sous l'éolienne 2.

Date de découverte	Chiroptères	Oiseaux
07/06/2022	-	Faucon crécerelle (E4)
19/07/2022	-	Pigeon ramier (E6)

Date de découverte	Chiroptères	Oiseaux
19/07/2022	-	Pigeon ramier (E4)
19/07/2022	-	Faucon crécerelle (E2)
26/07/2022	-	Faucon crécerelle (E4)
03/08/2022	-	Faucon hobereau (E2)
03/08/2022	-	Pigeon ramier (E2)
16/08/2022	-	Pigeon ramier (E1)
13/09/2022	-	Faucon crécerelle (E6)

Persistance des cadavres

Les tests de persistance réalisés à partir de 27 et 30 leurres montrent **un taux de persistance de 46 %** durant l'intervalle (3 j) et de **18 %** durant l'intervalle (7 j).

La persistance est « assez faible » sur la période suivie (de début avril à fin octobre) et légèrement inférieure en seconde période dans l'hypothèse d'une corrélation parfaite entre cadavres déposés et cadavres provoqués par collisions. **L'intervalle important entre les passages (un passage tous les 7 jours) ne permet pas de limiter les biais liés à la disparition relativement rapide des cadavres. On constate donc un degré d'imprécision élevé.**

DéTECTABILITÉ (efficacité de l'observateur)

Le taux moyen de détection est considéré comme bon, avec 87 % [IC 80 % : 0,80-0,90] de leurres découverts sur la période 1 et de 80 % [IC 80 % : 0,73-0,90] pour la période 2.

Surface prospectée

La surface moyenne de prospection est de 51 % sur l'intégralité du suivi, avec des variabilités entre les éoliennes.

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 **48 oiseaux [IC 80 % : 29,1 - 71,2] sur l'ensemble du suivi** (avril - octobre). Les estimations obtenues présentent peu de biais et peuvent être considérées comme fiables.

Pour les chiroptères, aucune estimation de la mortalité n'a pu être réalisée car aucun cadavre n'a été observé sur le parc de Saint-Barnabé durant le suivi. Toutefois, il n'est cependant pas exclu que des chiroptères puissent être impactés par le parc.

❖ Résultat du suivi comportemental de l'avifaune

Au total, 84 espèces ont été recensées toute période confondue.

Avifaune en nidification :

Parmi les 32 espèces nicheuses au sein du parc et de ses abords immédiats recensées en 2022 :

- 1 espèce présente une sensibilité moyenne au risque de collision : la Perdrix grise ;

- 2 espèces présentent un enjeu stationnel de conservation « moyen » : l'Alouette des champs et l'Alouette lulu.

Aux abords, 17 espèces nicheuses fréquentent le parc éolien. Parmi elles, figurent :

- 1 espèce à sensibilité très forte à la collision : le Goéland argenté (plusieurs dizaines d'individus) ;
- 2 espèces à sensibilité forte à la collision : le Faucon crécerelle et la Buse variable ;
- 4 espèces à sensibilité moyenne à la collision : le Canard colvert, l'Epervier d'Europe, le Héron cendré et la Tourterelle des bois.

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 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, Alouettes lulus et Faucons crécerelles présentent des comportements risqués en période de reproduction lors de la phase de chant pour les Alouettes et lors des phases de chasse pour le Faucon crécerelle. Le risque de collision est donc élevé pour ces trois espèces en période de nidification.

Avifaune migratrice :

68 espèces en migration postnuptiale ont été identifiées et 40 en migration prénuptiale.

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.

Bien que les flux migratoires restent diffus sur le parc de Saint-Barnabé, il ressort une voie privilégiée par les fringilles (haies et boisements), qui contourne le parc par l'ouest, ainsi que deux passages entre les éoliennes 2 et 3 puis 3 et 4 utilisés de manière plus régulière.

L'observation des comportements en vol ne révèle pas de perturbation nette des trajectoires au voisinage des éoliennes. Des adaptations de vol sont néanmoins envisageables pour plusieurs espèces puisqu'une majorité des oiseaux observés à proximité du parc l'a longé ou traversé à des endroits stratégiques (boisements, espaces entre les éoliennes).

Avifaune hivernante :

48 espèces ont été identifiées à cette période.

Le parc éolien et ses abords sont intéressants et fonctionnels pour l'avifaune hivernante. Les parcelles notamment à l'est et au nord sont privilégiées par les espèces en termes de stationnement. Les espèces les plus abondantes sont le Pluvier doré et le Vanneau huppé, représentés à raison de milliers d'individus sur l'ensemble des suivis hivernants. Les autres espèces montrent des effectifs plus réduits mais intéressants : environ 350 Alouettes des champs et une quarantaine d'Alouettes lulu. Des groupes importants de fringilles en déplacement ont également été notés, environ 1 000 Pinsons des arbres et 1 000 Pinsons du Nord.

Les mouvements locaux quotidiens concernent majoritairement les fringilles dont les caractéristiques de déplacement sont équivalentes à celles évoquées en période de migration. Les mouvements sont également les mêmes avec quelques anticipations de la part des laridés et des changements de trajectoires de quelques Héron cendrés avant d'arriver sur les éoliennes. Quelques groupes de Pluviers dorés évitent les éoliennes en bifurquant (cas observé sur les éoliennes 1 et 5).



❖ Evaluation des impacts par collision

Pour les oiseaux, le niveau d'impact avéré est **faible pour le Faucon crécerelle** et négligeable pour les autres espèces dont des cadavres ont été découverts au niveau du parc. Le niveau d'impact global pour l'avifaune est donc faible toute l'année (cas du Faucon crécerelle).

Pour les chauves-souris, le niveau d'impact n'a pas été évalué mais peut être estimé de négligeable en l'état (aucun cadavre trouvé). De fait, **il n'est pas exclu que des chiroptères puissent être impactés par le parc.**

❖ Mesures de réduction des risques de collision et de suivi

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**, aucun cadavre de chauves-souris ayant été découvert en 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, il est prévu 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 Saint-Barnabé, le suivi acoustique à hauteur de nacelle, réalisé en 2022 sur l'éolienne E4, n'a pas permis de suivre l'activité chiroptérologique. En effet, l'appareil a été déconnecté le 14 juillet lors d'une maintenance nécessitant de brancher des outils sur prise secteurs, il n'a pas été relancé. Pendant ce temps réduit de fonctionnement, seuls 43 sons enregistrés correspondent à des contacts de chiroptères. Il n'est donc pas possible d'évaluer le pourcentage de l'activité chiroptérologique globale protégé par augmentation de la « cut-in speed ».

Le tableau ci-après détermine pour chaque mois les paramètres de limitation du « Free wheeling » 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 ($T > 10^\circ\text{C}$)
Du 1^{er} novembre au 31 décembre	Mise en drapeau à 3 m/s toute la nuit

Les paramètres préconisés ci-dessus s'appliquent à l'ensemble des éoliennes du parc de Saint-Barnabé. **Il est ainsi prévu 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 sera aussi bénéfique, indirectement, aux oiseaux migrateurs, certaines de ces espèces étant des victimes suspectées du parc de Saint-Barnabé (Faucon hobereau ?).

Contrôle de l'éclairage nocturne

Chaque éolienne est équipée d'une lampe 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.

Gestion des habitats autour des éoliennes

Les friches herbacées aux abords de la plateforme 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 à raison d'un minimum de 3 fauches par an (mars à octobre en général).**

Suivi de l'efficacité des mesures

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.



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'Etat 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'Etat 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 Saint-Barnabé, le suivi ayant été contractualisé en janvier 2022 et débuté dans la foulée, 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 avril 2014 et avril 2015 en fonction des périodes de sensibilité pour les espèces), d'un suivi comportemental de l'avifaune en période de migration postnuptial/prénuptial (3 passages entre août et novembre) ainsi qu'un suivi de la fréquentation en période de reproduction (2 passages entre avril et juin). Un suivi de la fréquentation des chauves-souris au sol (3 sessions d'écoute active entre juin et septembre 2014). Celui-ci a conclu que le parc de Saint-Barnabé 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 Saint-Barnabé 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 Saint-Barnabé est situé dans la partie médiane du sud du département des Côtes-d'Armor, à la frontière avec le Morbihan. Il se situe au sud-ouest du territoire communal de Saint-Barnabé, à une trentaine de kilomètres de la ville de Pontivy. Le parc est constitué de 6 éoliennes implantées entre cultures et bocage.

Ce parc s'inscrit dans un contexte dominé par l'agriculture, parcouru par un réseau de haies et quelques boisements aux alentours immédiats. Dans la partie sud se trouvent une zone destinée à la pâture des chevaux ainsi qu'une parcelle en friche.



Vue du parc aux abords de l'éolienne E1 (V. GUIHO - TBM environnement)



Vue du parc aux abords des éoliennes E5 et E6 (V. GUIHO - TBM environnement)

2.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES EOLIENNES

Le parc éolien de Saint-Barnabé est composé de 6 éoliennes. Leurs caractéristiques techniques sont résumées dans les tableaux suivants.

Caractéristiques du parc de « Saint-Barnabé »

Date de mise en service	2007
Modèle	Vestas 90
Nombre d'éoliennes	6
Exploitant	EDPR Renewables
Puissance cumulée	12 000 KW

Caractéristiques des éoliennes

Modèle	Vestas 90
Hauteur du moyeu	80 m
Diamètre du rotor	90 m
Garde au sol	35 m
Zone de balayage du rotor	6 360 m ²
Puissance nominale	2000 kW
Vitesse de connexion (cut-in wind speed)	3 m/s
Vitesse max d'arrêt (10 min en moyenne)	25 m/s
Vitesse de rotation maximale	17,3 tours/minute
Vitesse de rotation minimale	8,2 tours/minute



Eolienne 5

Eolienne 6

Contexte écologique aux abords des éoliennes (V. GUIHO - TBM environnement)

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

Les conclusions présentées dans le résumé non technique de l'étude d'impact écologique réalisée en amont de la construction du parc ont pu être consultées. Une analyse de ce contenu de l'étude d'impact écologique datant de 2004 est présentée ci-dessous 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 entre septembre 2003 et avril 2004 par la société Ouest-aménagement. L'accès au rapport n'a pas été possible, seules les conclusions des données naturalistes incluses dans l'EIE ont pu être consultées.

2.3.1.1 L'avifaune

L'EIE se basant uniquement sur des données bibliographiques et de l'analyse cartographique, aucun niveau de risque n'a pu être évalué concernant l'avifaune.

2.3.1.2 Les chiroptères

Les chiroptères n'ont pas été pris en compte lors de l'EIE.

2.3.1.3 Enjeux fonctionnels

Les espèces considérées avec le risque de collision le plus élevé sur le site étaient la Buse variable et les laridés (goélands et mouettes). Il est également précisé que les conditions météorologiques comme le brouillard peuvent augmenter les risques de collision de l'avifaune.

2.3.2 SUIVI POST-IMPLANTATION 2014-2015

Le suivi de mortalité réalisé en 2014-2015 sur le parc de Saint-Barnabé était constitué de **30 passages répartis entre avril 2014 et avril 2015 avec 1 contrôle toutes les deux semaines du 15/01 au 15/02, 1 contrôle du 15/02 au 31/03, 1 contrôle 2 jours consécutifs toutes les 2 semaines du 01/04 au 15/05, 1 contrôle toutes les 2 semaines du 16/05 au 31/07, 1 contrôle 2 jours consécutifs toutes les 2 semaines du 01/08 au 15/10 et 1 contrôle tous les mois du 16/10 au 15/12.**

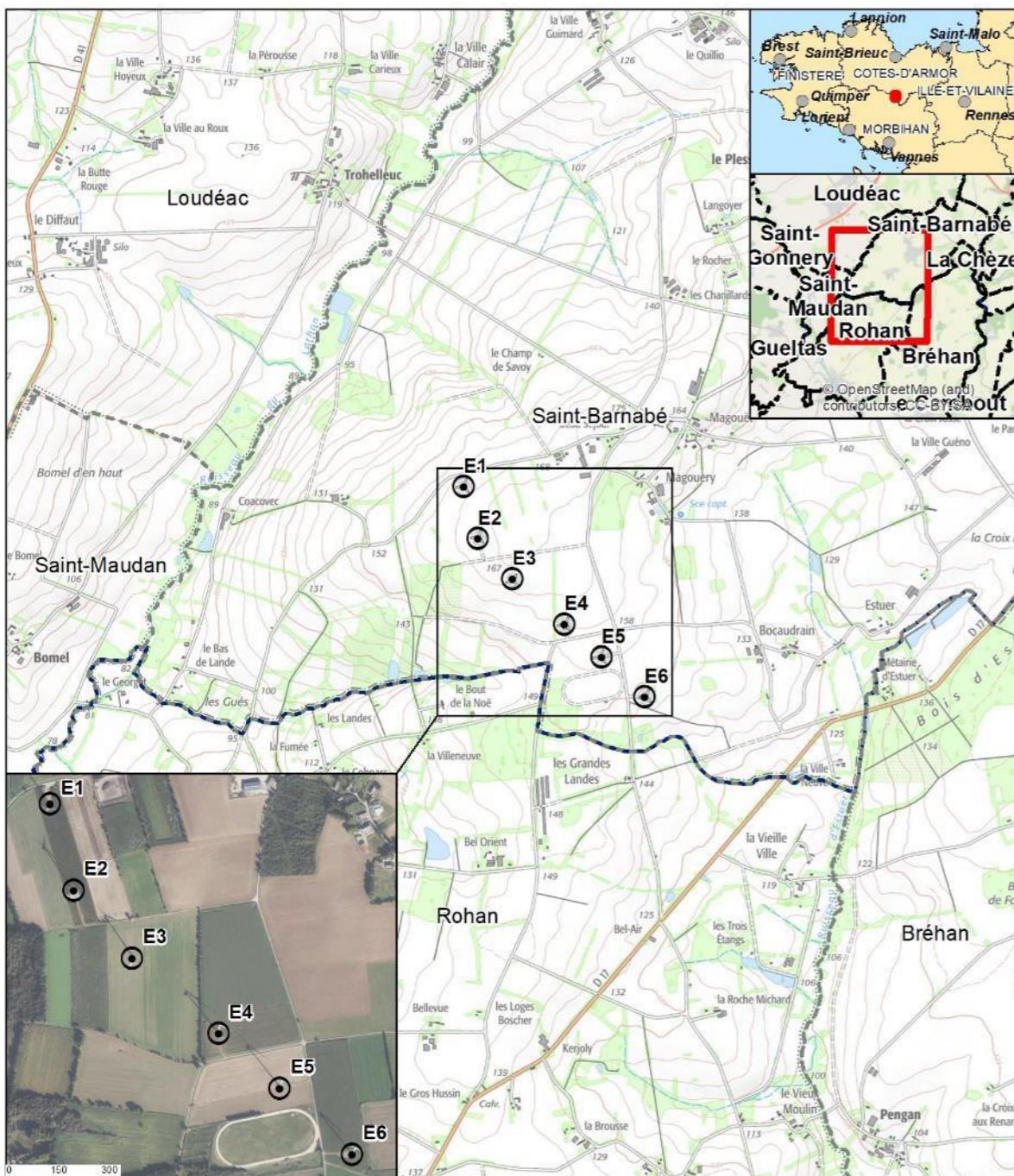
Les 6 éoliennes du parc ont été suivies sur l'ensemble de l'année. Les recherches ont été réalisées dans un carré de 100 mètres de côté dont le centre est le pied du mât.

3 cadavres ont été découverts ainsi que 4 plumées tout au long du suivi :

- **2 cadavres d'oiseaux, des passereaux appartenant à 2 espèces** : 1 Roitelet à triple bandeau [migrateur], et 1 Chardonneret élégant [local] ;
- **1 cadavre de chiroptère** : 1 Pipistrelle commune [local] ;
- **4 plumées de laridés et de columbidés** : 1 Pigeon sp., 1 Pigeon ramier et 2 Goélands sp. (Jeunes).

edp renewables Plan de situation des éoliennes du Parc de Saint-Barnabé

Suivi environnemental en exploitation du Parc éolien de Saint-Barnabé (22)



Limites départementales

Limites communales

● Eoliennes du Parc de Saint-Barnabé

0 250 500 m

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

N

Localisation du parc éolien de Saint-Barnabé et implantation des éoliennes

edp renewables Situation des éoliennes du Parc de Saint-Barnabé

Suivi environnemental en exploitation du Parc éolien de Saint-Barnabé (22)



Limites départementales

Limites communales

● Eoliennes du Parc de Saint-Barnabé

Carte réalisée par TBM 2022
Sources : TBM, DGIFP, IGN
Fond cartographique : Scan25@IGN
BD Ortho @IGN

N

Situation des éoliennes du parc

3. METHODES DE TRAVAIL

3.1 SUIVI DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

3.1.1 SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS EN NACELLE

Un suivi de l'activité chiroptérologique en altitude en continu a été entrepris depuis la nacelle de l'éolienne E4. 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+ installé dans la nacelle de l'éolienne E4 (J. AUCLAIR - Écosphère)

L'éolienne E4 a été équipée d'un système de détection/enregistrement des ultrasons le 17 mars 2022. L'appareil utilisé est un Batmode S+ de Bioacoustics technology GmbH™. Cet 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 ainsi recueillies devaient permettre d'apprécier le peuplement chiroptérologique présent sur le site en altitude sur environ 8 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 pro et Batsound 4). Précisons que Kaléidoscope pro 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 espèces. En effet, des problèmes de discrimination des signaux de chauves-souris par rapport aux bruits existent encore et nécessitent de longues vérifications. Ce système manque donc encore de précision dans la détermination des espèces et les risques d'erreurs sont importants sans contrôle fin.

Simultanément aux enregistrements ultrasonores, les équipements intégrés de l'éolienne 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 d'évaluer les paramètres de bridage visant à protéger les chauves-souris volant dans la zone de rotation des pales.

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, le micro était placé à environ 80 m de hauteur et orienté dans une direction pointant vers le sol. Cela signifie que les cris venant d'autres directions n'ont pas forcément été perçus. De plus, le micro a un volume de détection qui dépend de plusieurs variables, mais dont les plus importantes sont les suivantes :

- **La sensibilité du micro** (préréglée afin d'éviter la saturation et les bruits de fond par le fabricant) ;
- **La puissance et la fréquence des cris d'écholocation selon les espèces** : l'atténuation du signal sonore dans l'air est un facteur prépondérant considérant que plus un signal est élevé en fréquence plus il s'atténue vite dans l'air. Ainsi, les Noctules émettent des ultrasons à basse fréquence (15-25 kHz) qui parcourent d'assez grandes distances en milieu ouvert, tandis que les petites espèces (Pipistrelles) émettent des ultrasons de moyenne fréquence (35-55 kHz) qui parcourent des distances plus courtes. Les distances maximales de détection des espèces ne sont qu'approximatives car les mesures dépendent de nombreux paramètres environnementaux et ne peuvent être chiffrées avec précision à la dizaine de mètres près. Bio Acoustic Technology annonce une distance de captation de 30 m environ pour les pipistrelloïdes et de 70 m environ pour les nyctaloïdes (cf. Figure 1).
- **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 (cf. Figure 2). Un test de calibration quotidien a automatiquement été effectué pour vérifier la qualité du micro tout au long du suivi.

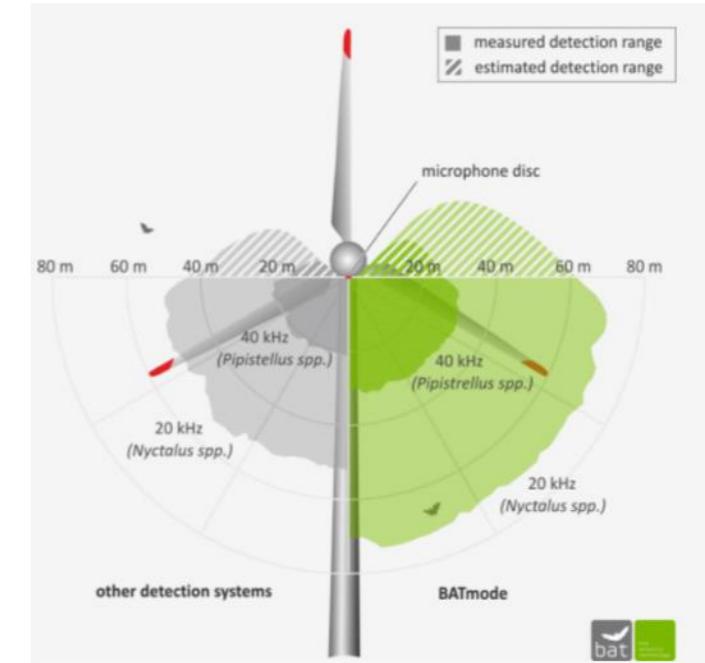


Figure 1. Variation du volume de captation du micro en fonction de la fréquence d'émission des signaux ultrasonores, de l'hygrométrie et de la température. Source : <http://www.bioacoustictechnology.de/nacelle-monitoring-of-bats-at-wind-turbines/?lang=en>

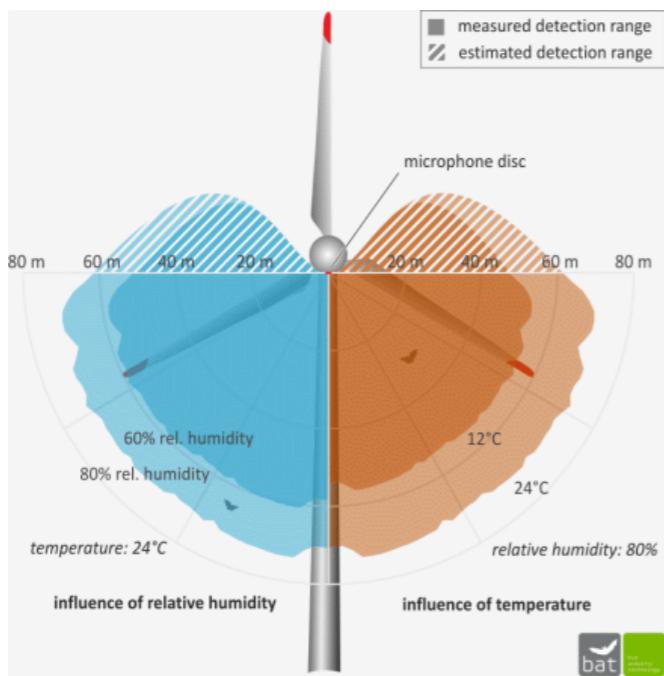


Figure 2. Schéma présentant les volumes de détection du micro « Ultrasoundgate » d'Avisoft Bioacoustics™ selon les conditions de température et d'humidité. Les couleurs foncées correspondent à la détection d'espèces émettant dans les 40 kHz (Pipistrelles), tandis que les couleurs plus claires correspondent 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 sonogrammes 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. Cette technique a notamment pour objectif de comparer les résultats obtenus lors du suivi environnemental de 2014/2015 au suivi réalisé en 2022.

La société TBM environnement 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 Saint-Barnabé, trois 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 aout ;
- 1 nuit passive en septembre* ;

- 3 nuits passives en octobre.

*Les conditions météorologiques de septembre (vent fort et pluie) n'ont pas permis les deux sessions de pose des enregistrements passifs initialement prévues. Aussi, une des deux sessions a donc été réalisée début octobre afin de compenser ce manque.

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 comprise 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 **6 éoliennes du parc**, se trouvant toutes dans un contexte de cultures et de bocages, ont été inspectées à chaque passage en appliquant la même méthodologie, selon un protocole standardisé conforme au protocole ministériel de suivi environnemental des parc 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 sur les 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 Natusius 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 précoce 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 Natusius, aussi sensible au risque de collision. Différentes vagues de migrations 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, d'avril à 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 fin octobre. Elle correspond principalement à la période de migration postnuptiale et de dispersion 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.

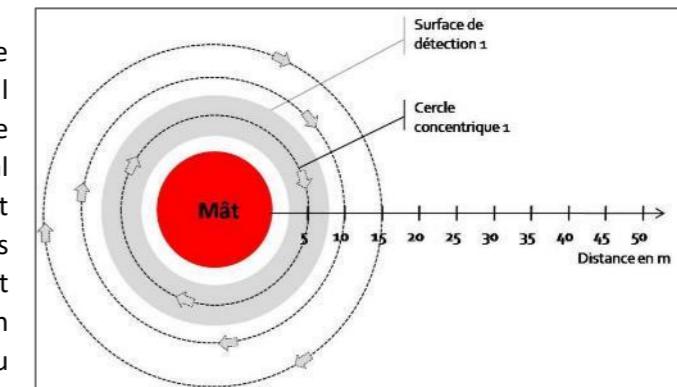
3.2.2.1 Méthode pour la recherche des cadavres et surfaces prospectées

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 Saint-Barnabé, 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'assoulement 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) : labour



Classe de visibilité 1 (faible à nulle) : oignons

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.

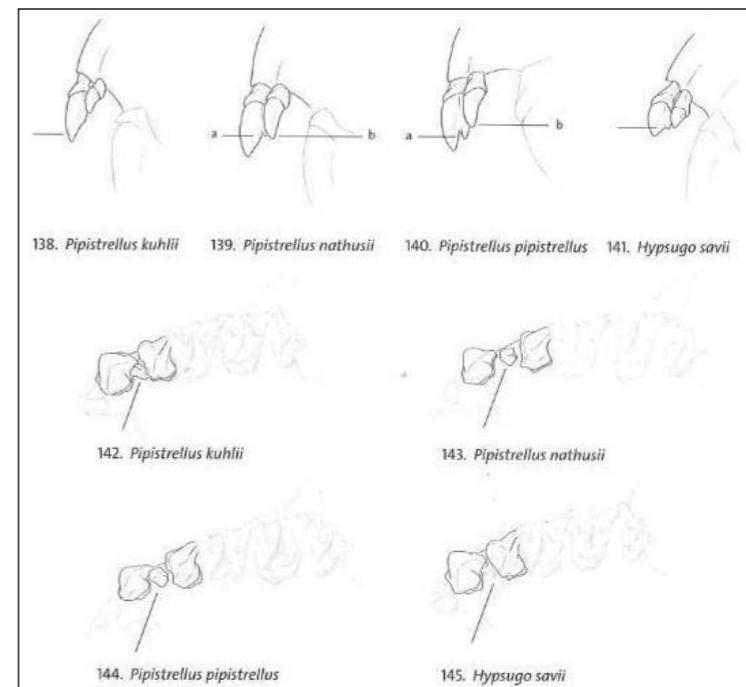
Dans ce cadre, la prise des différentes mesures biométriques nécessaires à l'identification n'est généralement possible qu'avec une manipulation du cadavre de chauve-souris, voire son prélèvement pour l'observation et les mesures de la dentition sous loupe binoculaire. S'agissant d'espèces protégées, 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., Mularney 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, les guides et liens suivant peuvent aider à l'identification :

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

3.2.3 ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE A PARTIR DES DONNÉES 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 P_k 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 »² et « GenEst³ » (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 prédatation 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

² <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>

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

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 dépoilles 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 consécutifs⁴.

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 dépôse des cadavres : 07/06/2022) et le second en fin d'été (date de dépôse des cadavres : 13/09/2022).

Le test a consisté à déposer de **3 à 6 cadavres de souris, rats ou poussins** fraîchement décongelés **autour de chacune des 6 éoliennes du parc** (soit 27 cadavres pour la première session et 30 pour la deuxième pour un total de 57 sur l'année). Aussi, **les leurres ont été déposés aléatoirement sur l'emprise de la surface théorique à prospector, 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 dépôse (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 04/10/2022. 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 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 150 leurres a été déposé.** 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 le parc étudié, 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.

⁴ Dans l'idéal, des cadavres de chauves-souris ou de petits passereaux préalablement décongelés devraient être utilisés. Pour des raisons juridiques (dérogaition, espèces protégées), de commodité et d'approvisionnement, ils sont couramment remplacés par des poussins d'un jour ou des rongeurs de couleur sombre.



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 demandue 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) :

$$p = e^{-0.5 \times \frac{I}{Tm}}$$

- 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 :

Avec :

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

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
̂I : Intervalle effectif moyen
̂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 :

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

D'où la formule :

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

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
̂I : Intervalle effectif moyen
̂e : 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 serveur⁵. 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 %).**

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.

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 leurre ;
- 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 (Oïkostat)**, 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 logiciel⁶ open source R nommée « **GenEst** »⁷. 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.**

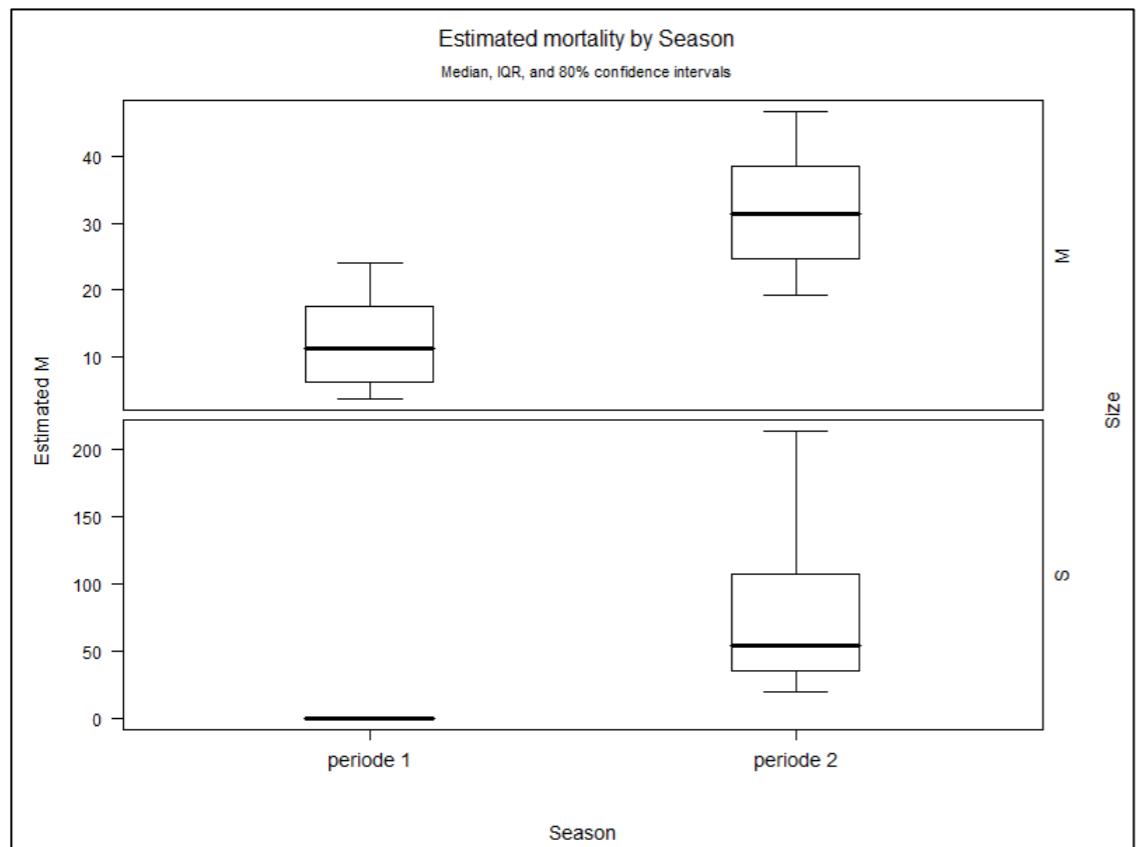
Comme pour EolApp, les calculs reposent sur les données existantes relevées sur le terrain. Ils se basent sur un protocole standardisé, à savoir un nombre de visites défini sur une ou plusieurs éoliennes, pendant lesquelles les cadavres sont recherchés. GenEst utilise également les données issues des 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

⁵ <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>

⁶ <https://www.r-project.org/>

⁷ <https://www.usgs.gov/centers/fresc/science/a-generalized-estimator-estimating-bird-and-bat-mortality-renewable-energy>

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 aux 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 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 ;

- 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 situées et dénombrées et leurs territoires localisés (sites de nidification, zones de chasses, secteurs de rassemblements hivernaux, axes migratoires).

La DREAL Bretagne recommande une pression minimale d'inventaires 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, 08/02, 16/02 et 29/12 2022 ;
- 4 passages en migration prénuptiale les 16/03, 12/04, 28/04 et 16/05 2022 ;
- 8 passages pour les oiseaux nicheurs les 12/04, 28/04, 16/05, 31/05, 07/06, 09/06, 13/06 et 14/06 ;
- 8 passages en migration postnuptiale les 30/08, 14/09, 20/09, 11/10, 18/10, 25/10, 09/11 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 européennes⁸ 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 ⁹ 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 ¹⁰ 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.

⁸ 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'IUCN. 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.

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, oreillard... globalement peu sensibles au risque éolien). Le nombre de contacts obtenu sur un SM4 de noctules 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** (appliquée 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 réplicas 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->

⁹ Certaines espèces vulnérables communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau moyen.

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



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 définit 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. En revanche, 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 SENSIBILITÉ DES ESPÈCES 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)¹¹. 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 données¹² (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.

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'individus¹³ 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>
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>
Gypaète barbu	<i>Gypaetus barbatus</i>
Vautour fauve	<i>Gyps fulvus</i>
	Vautour moine
	<i>Aegypius monachus</i>
	Aigle royal
	<i>Aquila chrysaetos</i>
	Tournepierre à collier
	<i>Arenaria interpres</i>
	Grand-duc d'Europe
	<i>Bubo bubo</i>

¹¹ C'est le principe des sciences participatives.

¹² 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	
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>
Vautour percnoptère	<i>Neophron percnopterus</i>	Sirli de Dupont	<i>Chersophilus duponti</i>
Faisan de Colchide ¹⁴	<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 crêcerellette	<i>Falco naumanni</i>
		Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>
		Faucon crêcerelle	<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.

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 4¹⁵. 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>

¹⁴ Espèce faisant l'objet de nombreux programmes de relâcher pour la chasse.

¹⁵ 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			
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>
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 kobelz	<i>Falco vespertinus</i>	Outarde canepetière	<i>Tetrao tetrix</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 offshores 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 / 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 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 pourraient 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'IUCN (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>
				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>

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 :

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

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

Définition des niveaux d'intensité de l'effet négatif

		Niveau de sensibilité		
Niveau de portée de l'impact		Fort à Assez fort	Moyen	Faible
Fort	Fort	Assez Fort	Moyen	Moyen
Moyen	Assez Fort	Moyen	Faible	Faible
Faible	Moyen à Faible	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 peuvent ainsi être 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 CHIROPTEOLOGIQUE

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, peut 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. Des baisses de sensibilité peuvent s'expliquer notamment par la présence de poussière ou d'humidité (brouillard, condensation) sur la capsule du micro.

4.1.2 DESCRIPTION DES ACTIVITES ENREGISTREES

Durant ce suivi 2022, le Batmode S+ a fonctionné du 17 mars au 14 juillet. De fait, l'appareil a été déconnecté lors d'une maintenance nécessitant de brancher des outils sur prise secteur, il n'a par la suite jamais été relancé.

Pendant ce temps réduit de fonctionnement, 53 sons ont été enregistrés par notre Batmode S+ placé en nacelle de l'éolienne E4 parmi lesquels 43 sons enregistrés correspondent à des contacts de chiroptères.

4.1.3 CONCLUSION DU SUIVI ACOUSTIQUE A HAUTEUR DE NACELLE

Sur l'ensemble du suivi en nacelle mené en 2022, on peut retenir les informations importantes suivantes :

- L'appareil a **fonctionné du 17 mars au 14 juillet**, avant d'être débranché ;
- Pendant ce temps de fonctionnement, **seuls 43 sons enregistrés correspondent à des contacts de chiroptères ce qui ne permet pas de tirer un quelconque bilan concernant l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle au cours du suivi réalisé en 2022**.

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

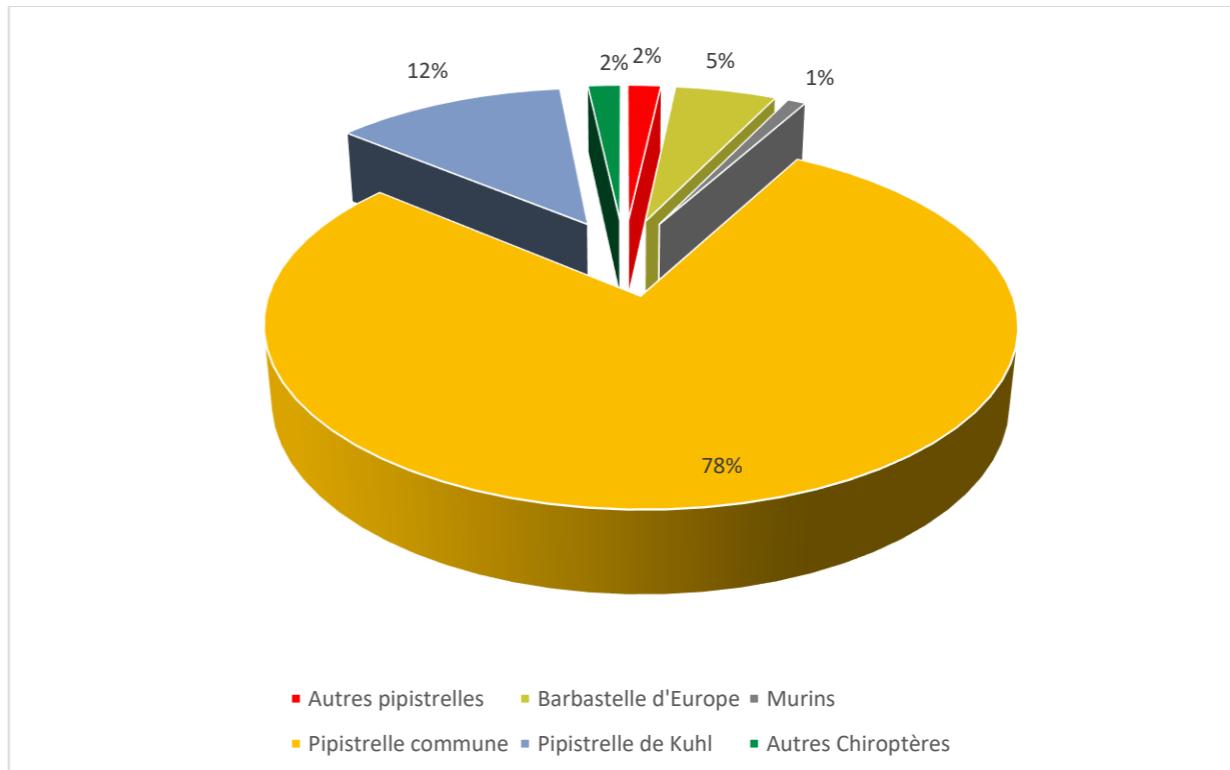
L'étude acoustique passive au sol a permis de dresser la liste des espèces utilisant cette zone pour la chasse et le transit pendant les différentes phases du cycle biologique des chiroptères (migration et mise-bas). En effet, l'étude a permis **l'enregistrement de l'activité des chauves-souris pendant 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 chauve-souris. Après l'élimination des bruits parasites et des sons associés à d'autres animaux enregistrés lors de l'étude acoustique passive, **6 957 contacts de chauves-souris ont été enregistrés au total**.

Les écoutes passives ont permis d'identifier **15 espèces de chiroptères** : la Barbastelle d'Europe, le Grand Murin, le Grand Rhinolophe, le Murin à moustaches, le Murin de Bechstein, le Murin de Daubenton, le

Murin de Natterer, la Noctule de Leisler, l'Oreillard roux, l'Oreillard gris, le Petit Rhinolophe, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Natusius, la Sérotine commune.

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 cinq espèces de murins (Murin de Natterer, Grand Murin, Murin à moustaches, Murin de Daubenton, Murin de Bechstein) dont l'activité de la grande majorité semble anecdotique au sein du secteur. Néanmoins, il n'est pas exclu que d'autres espèces soient présentes au sein de l'aire d'étude mais non identifiées.

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 plus de 78% des contacts totaux (5 424 signaux sur les 6 957 enregistrés). La Pipistrelle de Kuhl arrive en deuxième position avec plus de 12% des contacts totaux (850 signaux enregistrés). La Barbastelle d'Europe est bien représentée sur le parc avec un total de contacts cumulés de plus de 5% (374 contacts). Les autres pipistrelles représentent 2% des contacts totaux (commune/Natusius, Kuhl/Natusius et Natusius, tout en sachant que la Pipistrelle de Natusius a été identifiée de façon certaine seulement à six reprises). Les « sérotules » (complexe des noctules/sérotines), sont ici représentées probablement en majorité par la Sérotine commune, et correspondent à 1% de la part d'activité. La Noctule de Leisler a été identifiée de façon certaine à cinq reprises, la Sérotine commune quant à elle a été identifiée 22 fois.

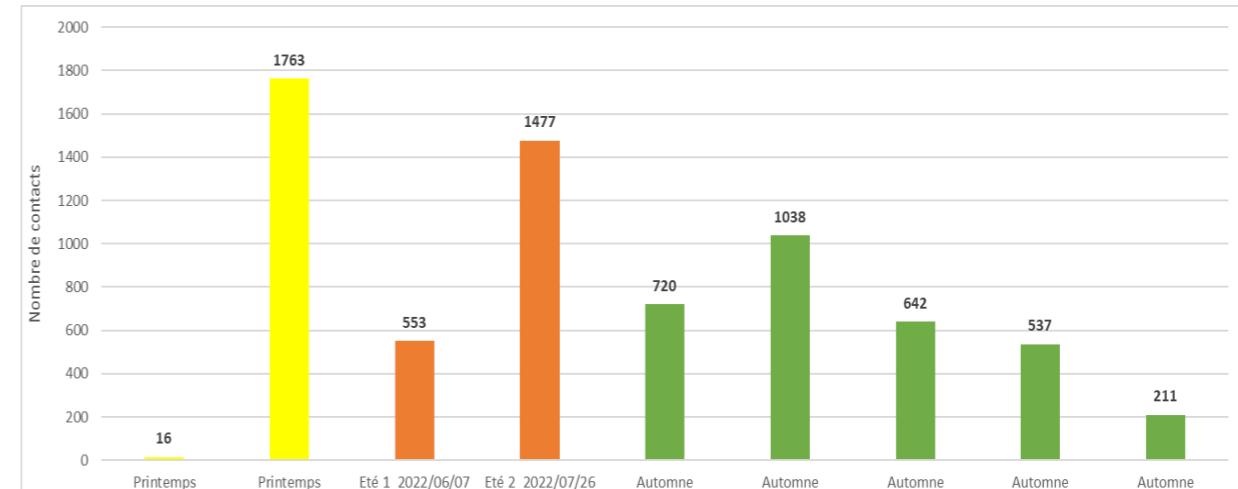
Les murins se partagent 1% (68 contacts seulement) de l'activité. Parmi ces derniers, la grande majorité des contacts identifiés de façon certaine appartient au Murin de Natterer (12 contacts) et au Murin à moustaches (6 contacts). Le Murin de Daubenton, le Murin de Bechstein et le Grand Murin n'ont été identifiés de manière certaine qu'à une unique reprise. Les autres contacts n'ont pu être rapprochés à une espèce en particulier et ont été classés en Murin sp. (47 contacts).



Distribution des contacts enregistrés / espèces / périodes

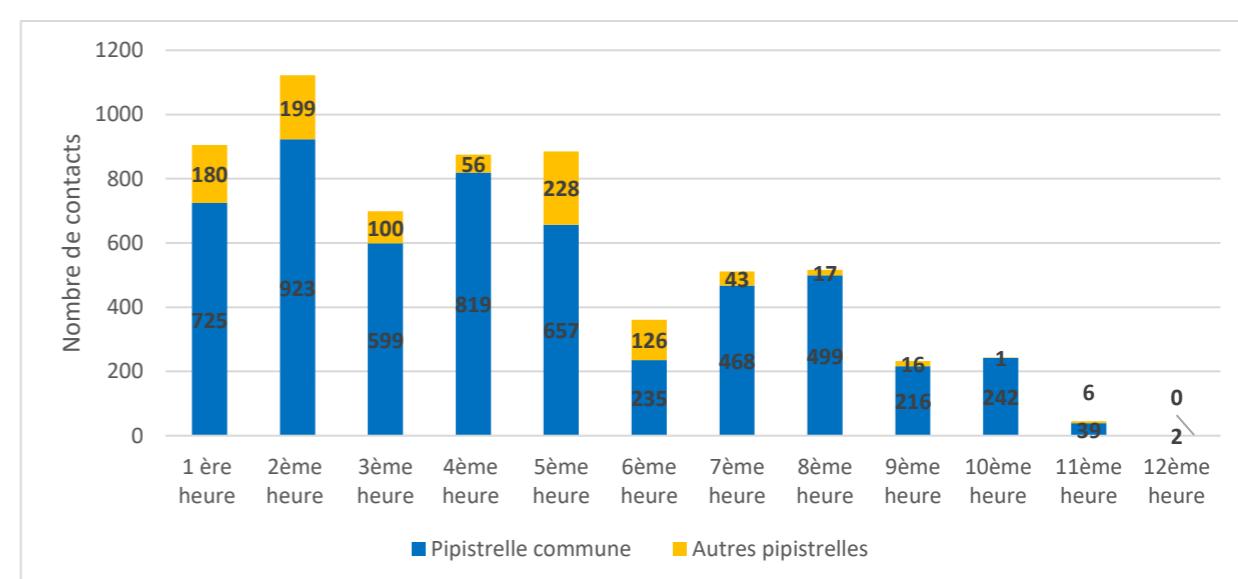
Périodes	Transit printanier	Période de parturition	Transit automnal
Dates	26/04/2022 et 16/05/2022	07/06/2022 et 26/07/2022	05/08/2022, 14/09/2022, 03/10/2022, 10/10/2022 et 25/10/2022
Pression d'échantillonnage	2*3 SM4BAT (6 nuits cumulées)	2*3 SM4BAT (6 nuits cumulées)	5*3 SM4BAT (15 nuits cumulées)
Pipistrelle commune	1517	1402	2505
Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	42	11	32
Pipistrelle de Kuhl	174	423	253
Sérotine commune	0	11	11
Barbastelle d'Europe	19	111	244
Murin indéterminé	3	19	24
Petit Rhinolophe	0	5	2
Oreillard indéterminé	5	11	27
Pipistrelle commune / Nathusius	14	15	1
Grand Rhinolophe	0	0	4
Pipistrelle de Nathusius	4	2	0
Complexe des « Sérotules »	0	15	5
Murin de Bechstein	0	0	1
Murin de Daubenton	0	0	1
Grand Murin	0	0	1
Murin à moustaches	0	2	4
Murin de Natterer	0	1	11
Noctule de Leisler	0	2	3
Oreillard gris	1	0	13
Oreillard roux	0	0	5
Nombre minimal d'espèces + groupes d'espèces (O = oreillards et M = murins)	5 + 1 (M)	9 + 1 (O)	14
Activité moyenne (par détecteur / nuit)	296	338	210
Nombre total de contacts	1779	2030	3147

D'après les éléments ci-dessus, la diversité est supérieure durant les périodes de parturition et de transit automnal avec une richesse spécifique de 10 espèces/groupe d'espèces pour la période estivale et de 14 espèces pour la période automnal. La période de transit printanier enregistre un plus petit nombre d'espèces (5-6).



Distribution des contacts en fonction de la date d'échantillonnage (3 SM4BAT / date)

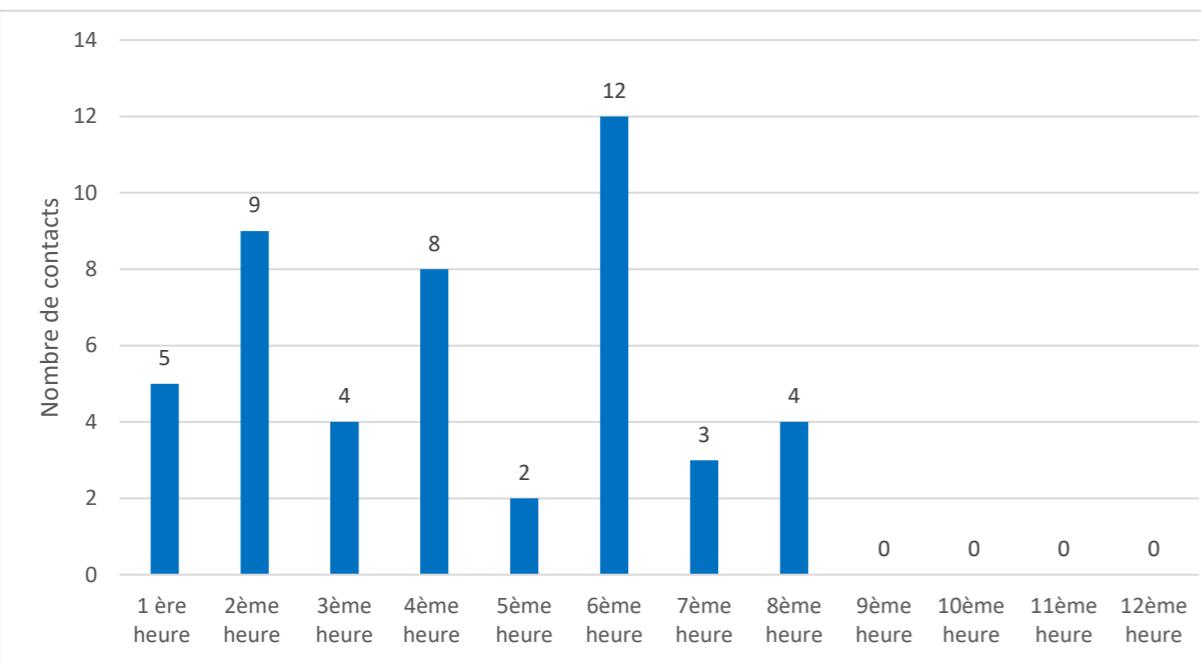
L'aire d'étude semble être principalement utilisée par la chiroptérofaune **comme zone de transit et de chasse pendant la période de mise bas des jeunes, leurs émancipations, la période de « swarming » (accouplement) et la dispersion**. Il s'agit d'un résultat classiquement rencontré dans ce type d'habitats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



Distribution horaire de l'activité des pipistrelles en fonction de l'heure après le coucher du soleil (n=6396 contacts de pipistrelles ; 27 nuits cumulées)

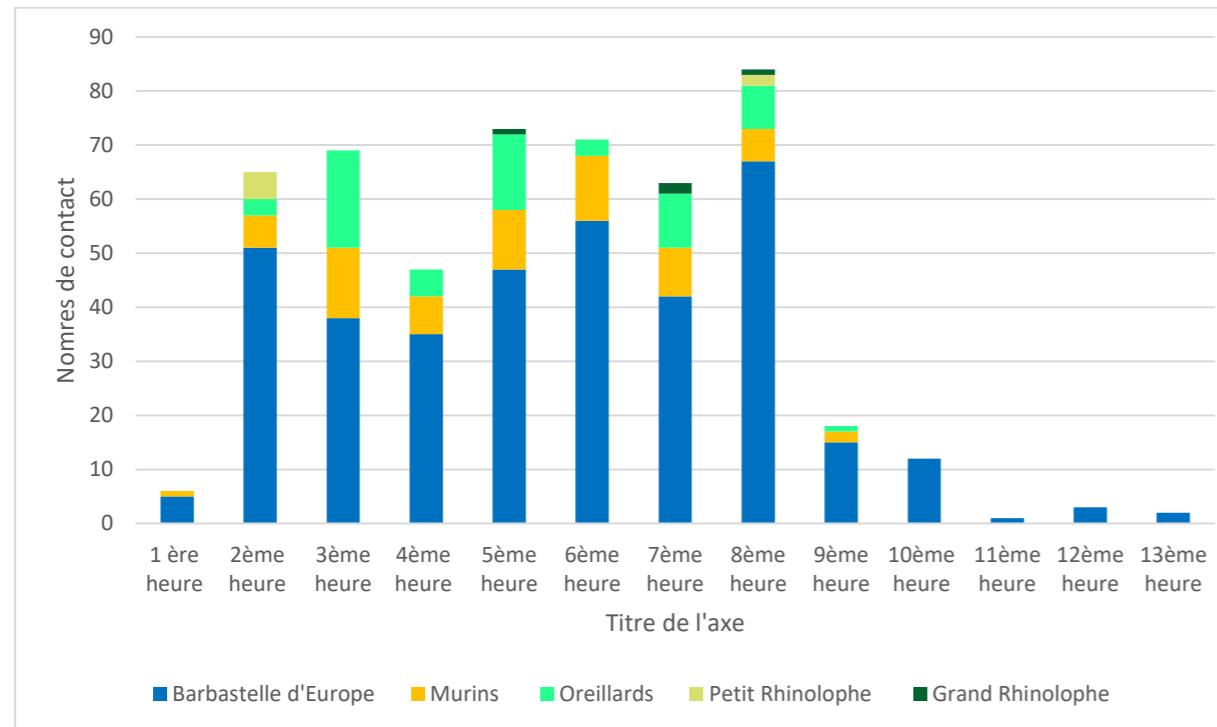
Sur l'ensemble de l'année, les contacts des différentes pipistrelles (commune et autres) représentent 92% des signaux enregistrés. L'activité débute dès la première heure qui suit le coucher du soleil, atteint son pic à la deuxième heure puis diminue plus ou moins progressivement jusqu'à la douzième heure. La forte activité en début de nuit pourrait indiquer la présence de colonies de pipistrelles (espèces anthropophiles) dans les hameaux situés à proximité du parc éolien. Les individus utilisent les corridors boisés de l'aire d'étude pour se déplacer et/ou chasser notamment le long des lisières.





Distribution horaire de l'activité du complexe des « Sérotules » en fonction de l'heure après le coucher du soleil (n=47 contacts de « sérotules » ; 27 nuits cumulées)

L'activité des « Sérotules » qui comprend également les contacts vérifiés de Noctule de Leisler et de Sérotine commune varient en fonction des heures. Durant la première heure et la cinquième heure les contacts varient entre 2 et 9. Le pic d'activité est atteint à la sixième heure (12 contacts) puis il redescend directement à 3 et 4 contacts respectivement sur la septième et la huitième heure. L'activité des Sérotules est plutôt faible sur le parc de Saint-Barnabé. L'aire d'étude apparaît utilisée de façon marginale avec des individus venant chasser sur le parc.



Distribution horaire de l'activité des autres chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil (n=514 contacts ; 27 nuits cumulées)

L'activité des autres chiroptères (Barbastelle, murins, rhinolophes, oreillard) commence, pour la Barbastelle d'Europe et les murins, avec seulement quelques contacts lors de la première heure. A partir de la deuxième heure les contacts s'intensifient et restent plutôt constants jusqu'à la huitième heure avant de décliner. La majorité des contacts est représentée par la Barbastelle d'Europe avec 374 contacts sur les 514 enregistrés. La faible activité notée lors de la première heure s'explique par une sortie plus tardive du gîte de ces espèces par rapport aux pipistrelles notamment. De fait, ces espèces sont dites lucifuges (qui ont tendance à fuir la lumière), elles sortent donc du gîte lorsque la nuit est totalement tombée. L'activité plutôt importante relevée au cours des différentes nuits pour la Barbastelle d'Europe peut indiquer la présence probable d'une colonie au sein des milieux boisés présents autour du parc éolien et/ou une attractivité du parc comme territoire de chasse.

4.2.1 TRANSIT PRINTANIER (SUIVI PASSIF AU SOL)

Les **2 nuits d'écoute passive** ont permis d'enregistrer 1 779 contacts de chiroptères à raison de :

- 16 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 25/04/2022 ;
- 1 763 contacts lors de la nuit du 15/05/2022.

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

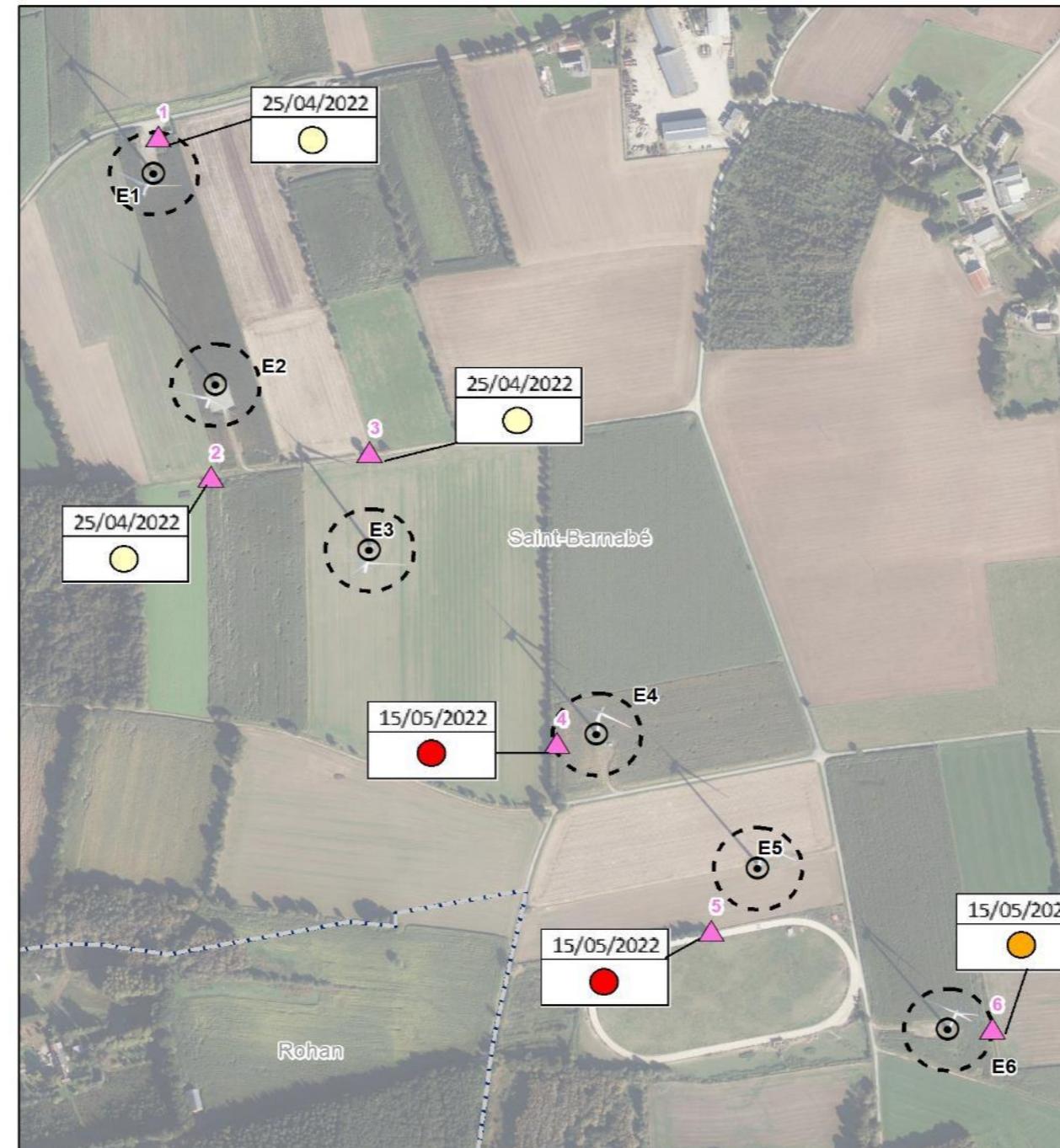
Globalement, les stations fixes disposées au niveau des milieux plus ouverts et moins connectés (manque de haies ou de boisements à proximités des éoliennes) ont enregistré une activité chiroptérologique « faible » avec une activité horaire maximum de 6 contacts durant la nuit du 25/04/2022. Le point 3, pourtant installé le long d'une petite haie, a également enregistré une activité « faible » avec seulement 3 contacts sur l'ensemble de cette même nuit. Les stations fixes déposées au niveau des éoliennes 4, 5 et 6 sont intégrées dans un contexte de haies arborées/arbustives. Elles ont enregistré une activité horaire max « moyenne » pour le point 6 et « importante » pour les points 4 et 5. La haie située au niveau du point 6 est beaucoup moins développée que celles proches des éoliennes 4 et 5, ce qui peut expliquer la différence du nombre de contacts. La très grande majorité des contacts obtenus correspond toutefois à une activité de Pipistrelle commune (activité « assez forte » pour la nuit du 15/05/2022 sur le point 4). Nous pouvons également noter une activité « assez forte » sur le point 4 pour la Barbastelle d'Europe avec 19 contacts toujours sur cette même nuit.

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 issus du référentiel TBM environnement/Écosphère, alors que l'activité chiroptérologique par espèce est issue et définie selon le référentiel du GMB (<https://gmb.bzh/activite-chauves-souris/>).

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.	Oreillard indét.	Oreillard gris	Pipistrelle commune	Pipistrelle commune / Nathusius	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius
1	Nuit du 25 au 26/04/2022	6	10					6		3		1
2	Nuit du 25 au 26/04/2022	1	1					1				
3	Nuit du 25 au 26/04/2022	3	5					3		1		1
4	Nuit du 15 au 16/05/2022	235	1162	19	1			1029	7	72	3	31
5	Nuit du 15 au 16/05/2022	144	420		2	5	1	320	3	82	1	6
6	Nuit du 15 au 16/05/2022	110	181					158	4	16		3





— Limites départementales
— Limites communales
— Rayon de 50 m autour de l'éolienne
○ Eoliennes du Parc de Saint-Barnabé
▲ Point d'écoute passive (SM4Bat)

Niveau du taux de fréquentation

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

Carte réalisée par TBM, 2023
 Sources : TBM2022, Écosphère, BD Topo©IGN
 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 1 947 contacts de chiroptères :

- 553 contacts lors de la nuit du 06/06/2022 ;
- 1 477 contacts lors de la nuit du 25/07/2022.

Neuf espèces ont été identifiées durant cette période.

Globalement, les stations fixes disposées au niveau des milieux plus ouverts et moins connectés (points 1 et 2) ont enregistré une activité « faible à très faible ». L'activité sur ces deux points concerne essentiellement la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl mais également le Petit Rhinolophe.

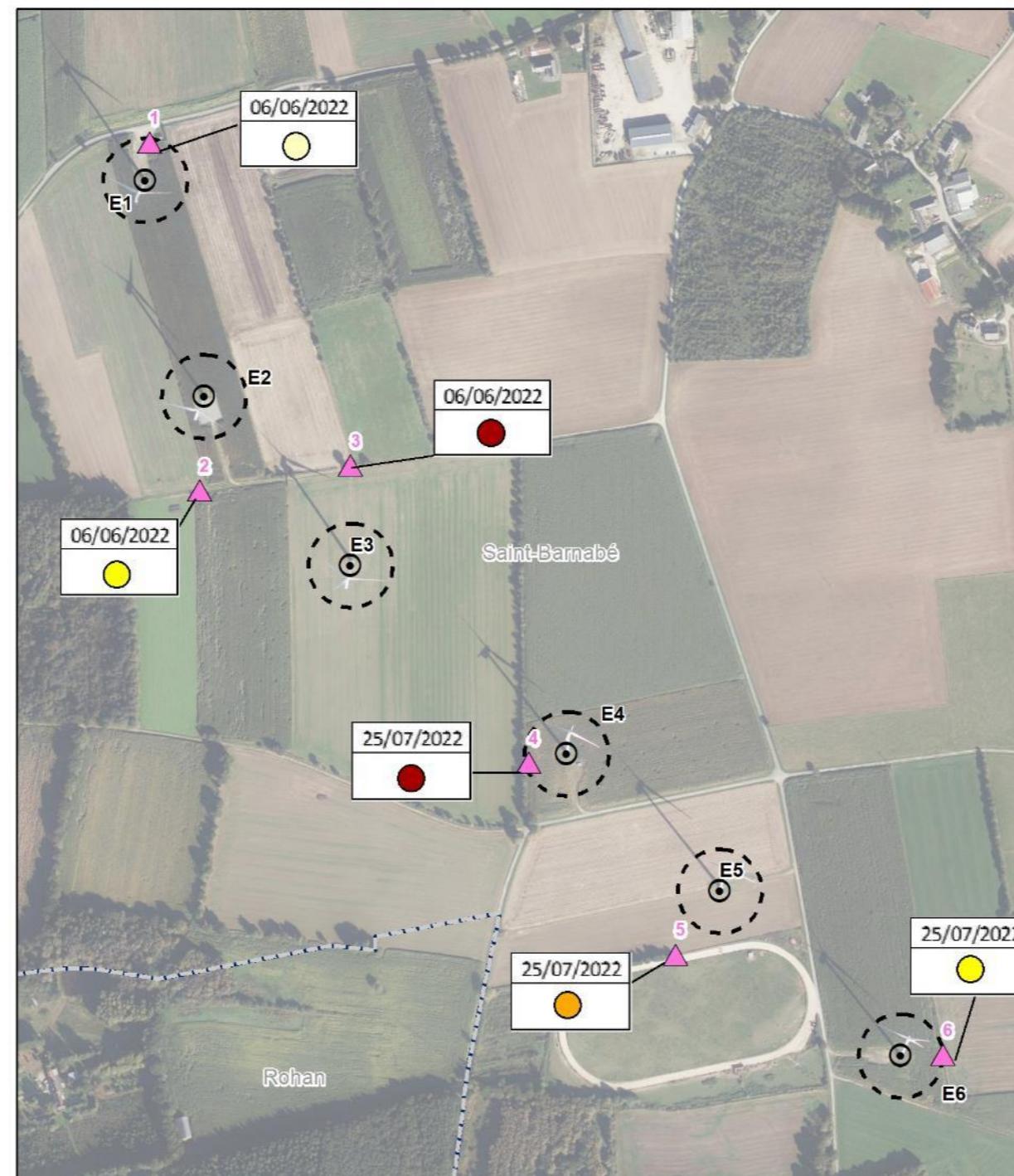
Le point 4, implanté le long d'une haie dense avec présence de strates arbustive à arborescente, et le point 3, implanté non loin du boisement, ont enregistré des activités horaires max « très importantes » avec une majorité de contacts de Pipistrelle de Kuhl (315 pour la nuit du 06/07/2022), de Pipistrelle commune (1 143 contacts pour la nuit du 25/07/2022) et de Barbastelle d'Europe (80 contacts pour la nuit du 25 au 26 juillet). Les Chauves-souris utilisent les corridors boisés présents à proximité des éoliennes 3 et 4 pour se déplacer/chasser. Le point 5, positionné le long d'une haie dense, a enregistré une activité horaire max « moyenne », largement dominée par la Pipistrelle de Kuhl. Le point 6, installé dans une petite haie, a enregistré un total de 88 contacts avec une majorité de Barbastelle d'Europe (29 contacts sur l'ensemble de la nuit).

Au cours des deux nuits suivies et sur l'ensemble des points d'écoutes cumulés, la majorité des contacts obtenus correspond à une activité de Pipistrelle commune avec 1 402 contacts. La Pipistrelle de Kuhl comptabilise 423 contacts et la Barbastelle d'Europe en compte 111.

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 issus du référentiel TBM environnement/Écosphère, alors que l'activité chiroptérologique par espèce est issue et définie selon le référentiel du GMB (<https://gmb.bzh/activite-chauves-souris/>).

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	Murin indét.	Murin à moustaches	Murin de Natterer	Oreillard indét.	Petit Rhinolophe	Pipistrelle commune	Pipistrelle commune / Natusius	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Natusius	Pipistrelle de Kuhl / Natusius	Noctule de Leisler	Sérotine commune	Sérotule
1	Nuit du 06 au 07/06/2022	3	7							7							
2	Nuit du 06 au 07/06/2022	26	63	1				1	5	43	1	8	2	2			
3	Nuit du 06 au 07/06/2022	284	483							165	2	315		1			
4	Nuit du 25 au 26/07/2022	347	1306	80	15	2	1	4		1143	9	28		3	10	11	
5	Nuit du 25 au 26/07/2022	74	83	1				2		10		62		5	2		1
6	Nuit du 25 au 26/07/2022	46	88	29	4			4		34	3	10					4



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

Niveau du taux de fréquentation
 Quasi-permanent
 Très important
 Important
 Faible
 Très faible
 Nul
 Moyen

Carte réalisée par TBM, 2023
 Sources : TBM2022, Ecosphère, BD Topo®IGN
 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 3 148 contacts de chiroptères, dont :

- 720 contacts lors de la nuit du 05/08/2022 ;
- 642 contacts lors de la nuit du le 02/10/2022 ;
- 211 contacts lors de la nuit du le 24/10/2022 ;
- 1 038 contacts lors de la nuit du le 13/09/2022 ;
- 537 contacts lors de la nuit du le 09/10/2022.

Quatorze espèces ont été inventoriées, *a minima*, durant cette période.

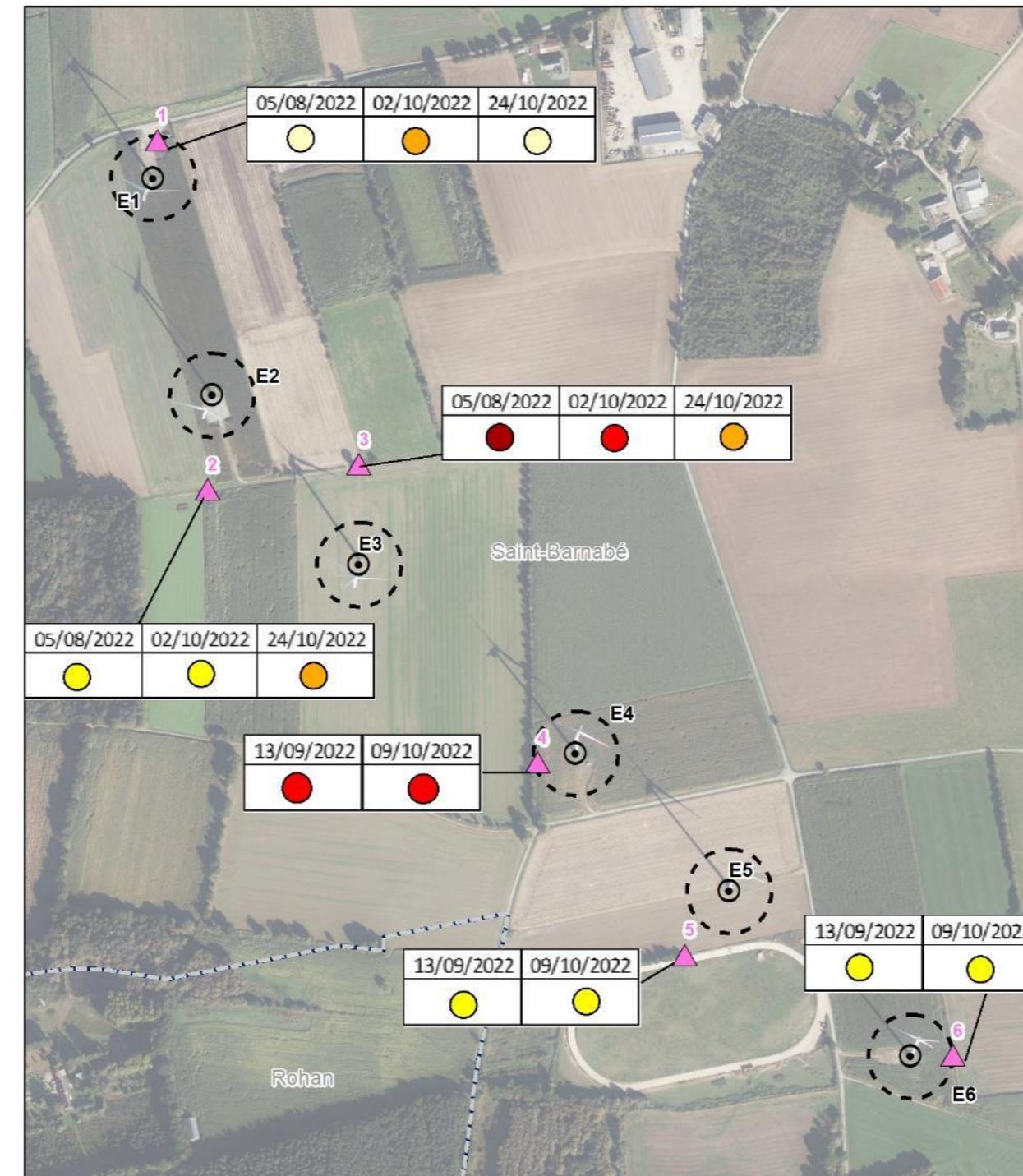
Globalement, les stations fixes 1 et 2 disposées dans des espaces plus ouverts ont enregistré une activité horaire max « faible » à « moyenne » avec une majorité de contacts de Pipistrelle commune. Les stations disposées sur les points 3 et 4, proches d'une haie et d'un boisement, ont enregistré une activité horaire max « importante » pour les nuits du 13 septembre, 02 octobre et 09 octobre et à « très importante » pour la nuit du 05 août 2022. L'activité est essentiellement liée à la Pipistrelle commune et la Barbastelle d'Europe, les autres espèces apparaissant de manière plus anecdotique. Pour les stations 5 et 6, l'activité horaire max enregistrés au cours des 2 nuits apparaît « faible ».

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 page suivante. Les résultats relatifs à l'activité horaire maximale sont issus du référentiel TBM environnement/Écosphère, alors que l'activité chiroptérologique par espèce est issue et définie selon le référentiel du GMB (<https://gmb.bzh/activite-chauves-souris/>) excepté pour le Murin de Bechstein dont l'activité est définie selon le référentiel Vigie-Chiros (<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	Murin indét.	Murin de Bechstein	Murin de Daubenton	Murin à moustaches	Murin de Natterer	Grand Murin	Oreillard indét.	Oreillard gris	Oreillard roux	Grand Rhinolophe	Petit Rhinolophe	Pipistrelle commune	Pipistrelle commune / Natusius	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Natusius	Pipistrelle de Kuhl / Natusius	Noctule de Leisler	Sérotine commune	Sérotule	
1	Nuit du 05 au 06/08/2022	8	25								3					16			5					1
	Nuit du 02 au 03/10/2022	94	140	4	1						1					128			5			1		
	Nuit du 24 au 25/10/2022	2	4		2											1			1					
2	Nuit du 05 au 06/08/2022	13	43	5	1				1		1	2	1			20			8				2	2
	Nuit du 02 au 03/10/2022	22	35	4							3	1	1			25			1					
	Nuit du 24 au 25/10/2022	76	116	31							1	1				71			12					
3	Nuit du 05 au 06/08/2022	376	652	72	8	1	1	3	6	1						527			30					3
	Nuit du 02 au 03/10/2022	206	467	41	3				1		1	1				383	1	26		7	1			
	Nuit du 24 au 25/10/2022	70	91	16												28			44		3			
4	Nuit du 13 au 14/09/2022	208	863	58							6	1		2	2	714			54		15	1	2	2
	Nuit du 09 au 10/10/2022	149	462	2												457	1	2						
5	Nuit du 13 au 14/09/2022	27	89	8	3					5	5		2		54			12						

Point d'écoute	Dates	Activité horaire max	Nbre total de contacts	Barbastelle d'Europe	Murin indét.	Murin de Bechstein	Murin de Daubenton	Murin à moustaches	Murin de Natterer	Grand Murin	Oreillard indét.	Oreillard gris	Oreillard roux	Grand Rhinolophe	Petit Rhinolophe	Pipistrelle commune	Pipistrelle commune / Natusius	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Natusius	Pipistrelle de Kuhl / Natusius	Noctule de Leisler	Sérotine commune	Sérotule
	Nuit du 09 au 10/10/2022	22	37	1	1											18		17					
6	Nuit du 13 au 14/09/2022	21	86	2				1	2		5	2	2			35		27	6			4	
	Nuit du 09 au 10/10/2022	26	38													28		9		1			



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

- Niveau du taux de fréquentation
- Quasi-permanent
- Faible
- Très important
- Très faible
- Important
- Moyen
- Nul

Carte réalisée par TBM, 2023
Sources : TBM 2022, Ecosphère, BD Topo®IGN
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 6 éoliennes du parc de Saint-Barnabé, dans un rayon de 50 m autour des mâts et au cours des 30 passages, un total de **9 cadavres** a été découvert, dont **9 oiseaux**.

5.1.1 REPARTITION SPATIALE

Voir la carte « Localisation des cadavres ».

Les cadavres découverts sur le parc de Saint-Barnabé ont été trouvés sous 4 éoliennes parmi les 6. Ainsi, 3 cadavres ont été découverts sous les éoliennes 2 et 4, 1 cadavre sous l'éolienne 1 et 2 cadavres sous l'éolienne 6. Il est à noter que tous les cadavres découverts sont des oiseaux, aucun cadavre de chiroptère n'ayant été trouvé.

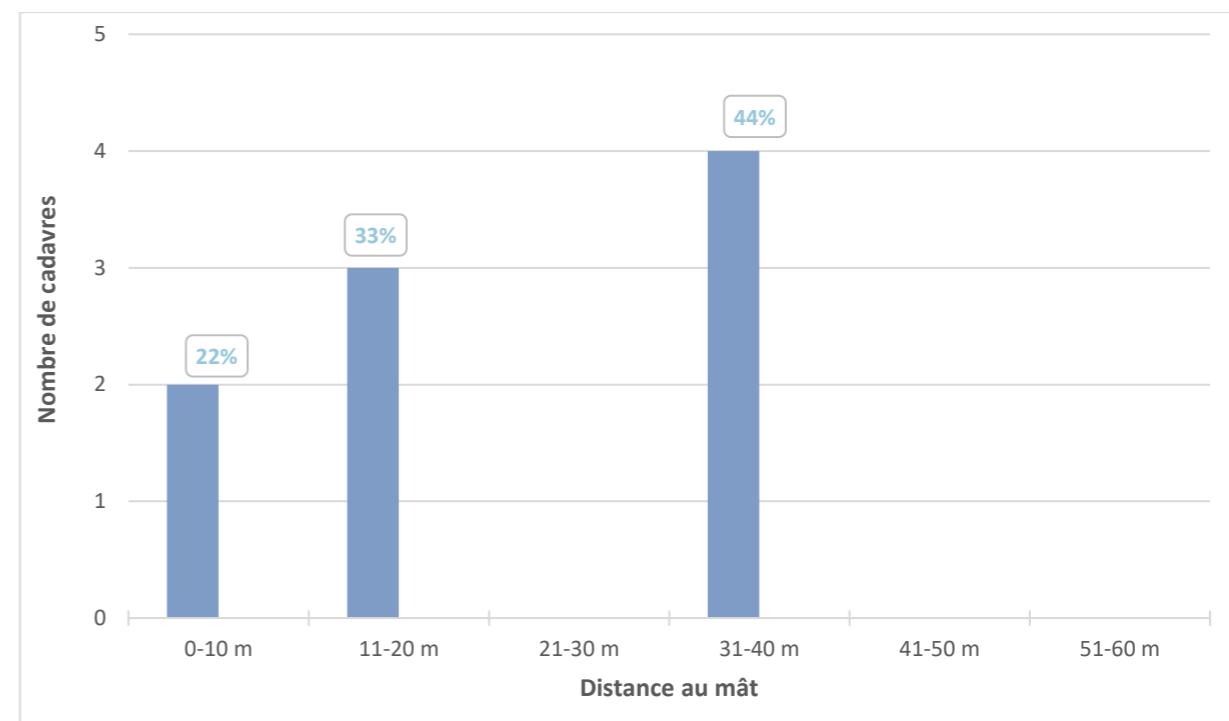
Le contexte paysager peut expliquer la mortalité plus importante observée sous les éoliennes 4 et 2, celles-ci étant situées à proximité immédiate d'un réseau bocager.

Répartition des cadavres découverts en 2022 (n = 9)

Éolienne n°	Nombre de cadavres découverts	Chiroptères	Oiseaux
E1	1	0	1
E2	3	0	3
E3	0	0	0
E4	3	0	3
E5	0	0	0
E6	2	0	2
TOTAL	9	0	9

Par rapport à la distance au mât, 55% des cadavres ont été découverts entre 0 et 20 mètres, les autres ayant été trouvés entre 31 et 40 mètres.

Les résultats obtenus sont probablement fiables, les surfaces prospectées étant raisonnables sur le parc de Saint-Barnabé. Même si les 10 premiers mètres autour des mâts sont généralement constitués de surface de très bonne visibilité (plateformes) présentant les taux de détection les plus élevés, des cadavres ont été trouvés à une distance comprise entre 11 et 40 mètres (77 %), ce biais apparaît donc limité.



5.1.2 REPARTITION TEMPORELLE ET ESPECES CONCERNES

La mortalité est majoritairement concentrée sur les mois de juillet et août au cours de la période de suivi comme le montrent les tableaux et les figures suivants.

Répartition temporelle de la mortalité (n = 9). 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	Chiroptères	Oiseaux	Total
14	08/04/2022	0	0	0
23	07/06/2022	0	1	Faucon crécerelle (Eolienne 4)
	08/06/2022	0	0	0
	10/06/2022	0	0	0
24	14/06/2022	0	0	0
	17/06/2022	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	0	0
29				
	19/07/2022	0	3	Pigeon ramier (Eolienne 6) / Pigeon ramier (Eolienne 4) / Faucon crécerelle (Eolienne 2)
30	26/07/2022	0	1	Faucon crécerelle (Eolienne 4)



Semaine	Date	Chiroptères	Oiseaux	Total
31	03/08/2022	0	2	Faucon hobereau (Eolienne 2) / Pigeon ramier (Eolienne 2)
32	09/08/2022	0	0	0
33	16/08/2022	0	1	Pigeon ramier (Eolienne 1)
34	23/08/2022	0	0	0
35	30/08/2022	0	0	0
36	06/09/2022	0	0	0
37	13/09/2022	0	1	Faucon crécerelle (Eolienne 6)
	14/09/2022	0	0	0
	16/09/2022	0	0	0



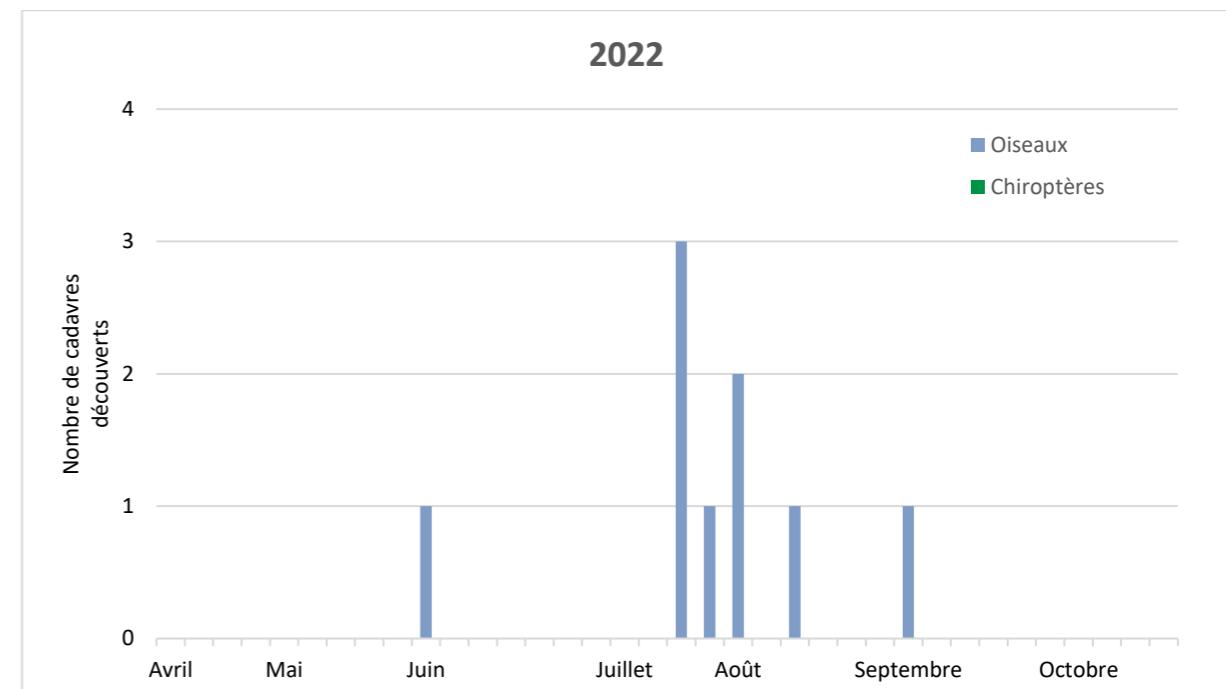
Faucon crécerelle, sous E2, le 19 juillet 2022 (V. GUIHO - TBM environnement)



Faucon hobereau, sous E2, le 03 août 2022 (V. GUIHO - TBM environnement)



Pigeon ramier, sous E2, le 03 août 2022 (V. GUIHO - TBM environnement)



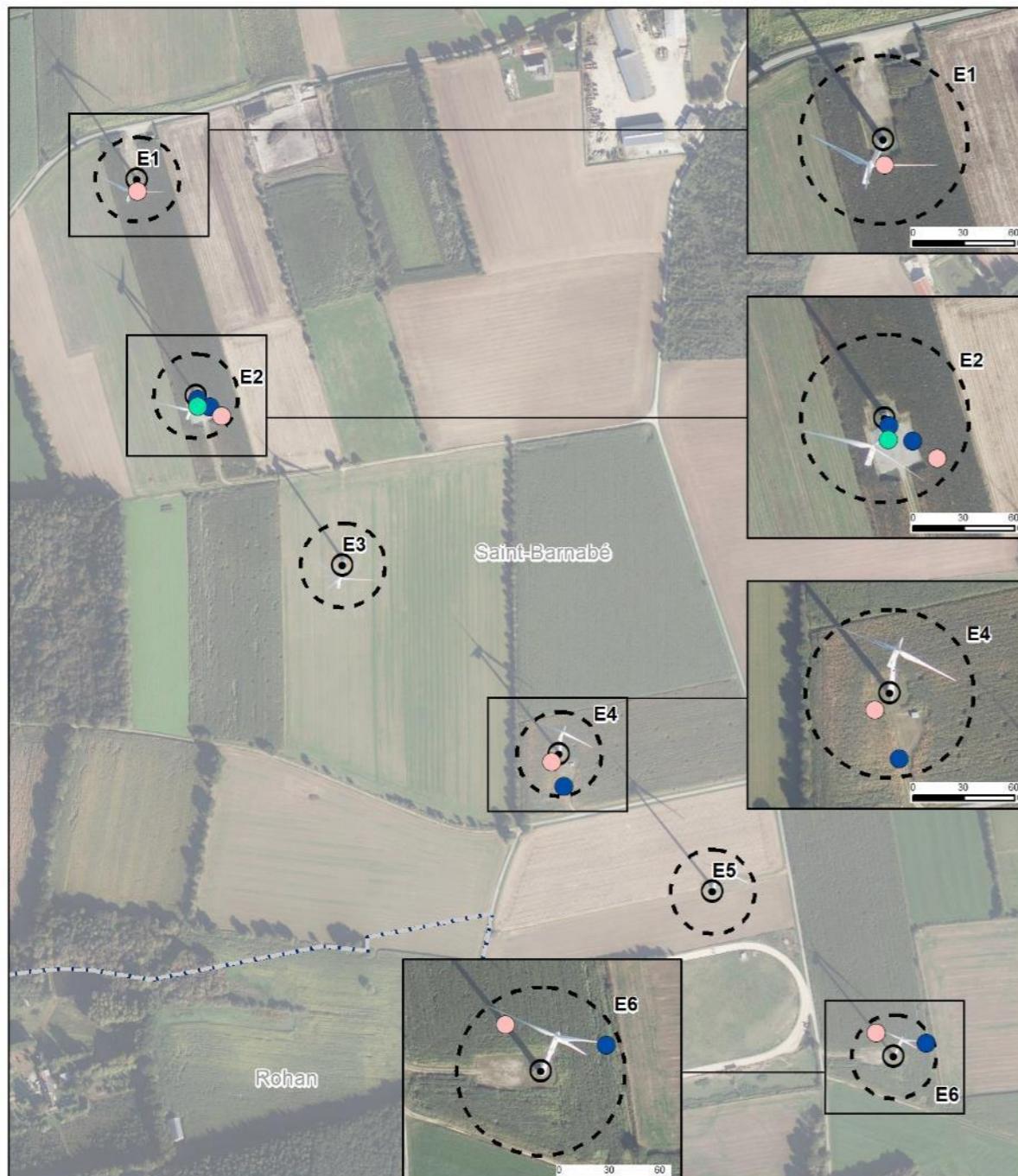
Répartition de la mortalité au cours de l'année 2022 (n=9).

Des cadavres ont été trouvés durant la majorité du suivi, entre le 07 juin et le 13 septembre 2022. Les oiseaux ont été détectés durant toute cette période.

La mortalité constatée en 2022 se compose ainsi de :

- **9 oiseaux appartenant à 3 espèces** : 4 Faucons crécerelles [locaux], 1 Faucon hobereau [local probable], 4 Pigeons ramiers [locaux].





Limites départementales

Limites communales

Rayon de 50 m autour de l'éolienne

Eoliennes du Parc de Saint-Barnabé

Avifaune

Faucon crécerelle - *Falco tinnunculus*

Faucon hobereau - *Falco subbuteo*

Pigeon ramier - *Columba palumbus*

0 60 120 m
N
Carte réalisée par TBM, 2023
Sources : TBM2022, Ecosphère, BD TopoIGN
Fond cartographique : BD Ortho 2021@IGN

Localisation des cadavres recensés en 2022 au cours du suivi

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 leurre déposés au pied des éoliennes

	J+1		J+3		J+7		J+10		J+14	
	p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm
Moyenne (34 leurre)	0,89	0,9 j	0,46	1,9 j	0,18	2,6 j	0,14	3 j	0,11	3,4 j

Tm j+3 = temps moyen de persistance (en jours) durant un intervalle de 3 jours

p j+3 = taux de persistance durant l'intervalle (proportion de cadavres présents après 3 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 vraisemblance¹⁶. 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. La persistance a été modélisée sur GenEst à partir des leurres déposés sur le parc de Saint-Barnabé.

Probabilité de persistance r calculée avec GenEst

GenEst	Période de suivi 1 (avril à juillet)		Période de suivi 2 (août à octobre)	
	Médiane	[IC 10 - 90%]	Médiane	[IC 10 - 90%]
Probabilité de persistance (r)	0,57 à j+7	0,48 - 0,64	0,44 à j+7	0,36 - 0,51

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

- Temps moyen de persistance (Tm) = 2,6 j à j+7 ;
- Taux de persistance (p) = 18 % à j+7.
- Probabilité de persistance (r) = 0,57 [IC 80 % : 0,48 - 0,64] (j+7) période 1.
- Probabilité de persistance (r) = 0,44 [IC 80 % : 0,36 - 0,51] (j+7) période 2.

La persistance est « assez faible » sur la période suivie (de début avril à fin octobre) et légèrement inférieure en seconde période dans l'hypothèse d'une corrélation parfaite entre cadavres déposés et cadavres provoqués par collisions. L'intervalle important entre les passages (un passage tous les 7 jours) ne permet pas de limiter les biais liés à la disparition relativement rapide des cadavres (18 % des cadavres sont toujours en place au bout de 7 j). On constate donc un degré d'imprécision élevé.

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

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

Ainsi, dans des conditions normales de recherche, 127 leurres ont été retrouvés par les observateurs sur les 150 disposés en deux sessions au sein des différents types de végétation.

De la même manière que pour le taux de persistance, ces résultats bruts ont été 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 classes de visibilité). Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

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

GenEst	Période 1			Période 2		
	Médiane	[IC 10 - 90%]	Médiane	[IC 10 - 90%]	Médiane	[IC 10 - 90%]
Taux d'efficacité	Moyenne	/	/	/	0,6	0,45
	Bonne	/	/	/	0,8	0,8
	Toutes visibilités	0,87	0,80	0,90	0,80	0,73

En moyenne, il en ressort un taux d'efficacité (ou de détection) de 0,87 pour la première période et de 0,80 pour la deuxième.

Le taux moyen de détection est considéré comme bon, avec 87 % [IC 80 % : 0,80-0,90] de leurs découverts sur la période 1 et de 80 % [IC 80 % : 0,73-0,90] pour la période 2. 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)

Les surfaces de prospection sont globalement variables au cours de l'année, en particulier du fait du contexte agricole autour du parc. En effet, la variation de prospection entre les différents passages évolue avec les parcelles prospectables qui peuvent devenir non prospectables en raison de la hauteur de végétation (culture de maïs, blé).

Le tableau ci-dessous synthétise ces résultats par éolienne.

Surface moyenne prospectée (%) par éolienne en 2022

Éolienne	Moyenne sur l'ensemble du suivi :
E1	55 %
E2	63 %
E3	46 %
E4	46 %
E5	44 %
E6	53 %
Moyenne sur l'ensemble du parc :	51 %

¹⁶ 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>.



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 **51 %**. C'est cette surface moyennée à l'ensemble du parc pour 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 moyenne. Elle est **homogène entre les éoliennes**, avec **46 à 63 %** de surface prospectée sur l'ensemble du suivi. Toutes les éoliennes ont une surface moyenne prospectée supérieure à 40 %, ce qui autorise des 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 échantillonées et de la persistance locale. Le nombre de cadavres d'oiseaux est suffisamment important pour lancer des estimations, alors qu'il n'est pas possible de le faire pour les chauves-souris, groupe pour lequel aucun cadavre n'a été trouvé au cours du suivi.

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 Saint-Barnabé, la persistance est assez faible et génère de légères incertitudes.

Enfin, s'agissant des **surfaces prospectées**, les biais sont limités. En effet, la surface de prospection moyenne est de 51 %, ce qui paraît insuffisant, mais ce pourcentage permet des estimations suffisamment robustes. Les interprétations faisant suite aux estimations prennent compte de ces biais, peu nombreux.

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

5.2.5 CORRECTIF LIE A LA PERIODE D'ETUDE

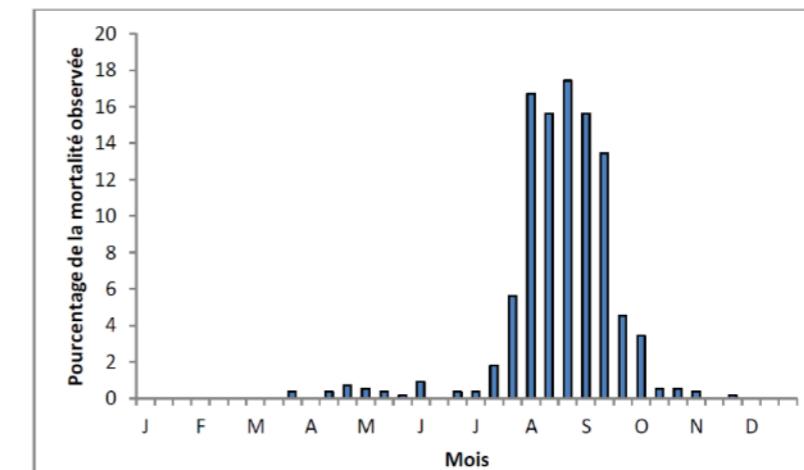
Les estimations de la mortalité ont été réalisées sur la base des 30 passages effectués entre le 08/04/2022 et le 25/10/2022 pour l'ensemble des éoliennes. Cette période correspond aux différentes phases de vie des oiseaux et des chauves-souris. Toutefois, des cas de mortalité peuvent également se produire 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

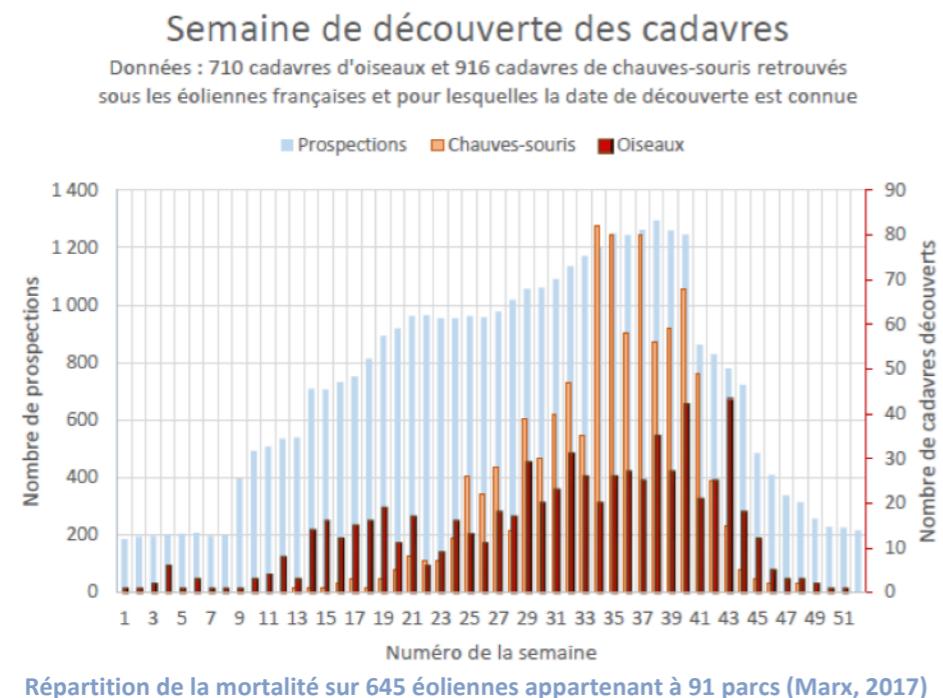
Le graphique suivant, un peu ancien, présente la répartition temporelle des cadavres récoltés pour 551 chauves-souris en Allemagne ([Dürr 2007 cité par Jones & al., 2009](#)). Ces données ont été reprises dans le graphique par Ecosphère ([Heitz & Jung, 2017](#)) pour disposer de pourcentages par décades.



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-après.





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.

Répartition temporelle de la mortalité selon la bibliographie (1^{ère} colonne) et les cadavres découverts en 2022 (2^{nde} colonne)

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 %	5 cadavres entre mi-mai et juillet 55,5%
Août à octobre (semaines 31 à 43) => migration postnuptiale, mouvements locaux	75 %	Pas de données entre août et octobre	50 %	4 cadavres entre août et octobre, soit 44,5 %
Reste de l'année	5 %	Pas de données entre novembre et mi-mai	25 %	Pas de données entre novembre et mi-mai

Ainsi, contrairement aux données bibliographiques cités ci-dessus, il apparaît que le suivi sur le parc de Saint-Barnabé ne couvre pas le pic de mortalité classique. En effet, la majorité de la mortalité sur le suivi de 2022 (55%) est compris entre juin et juillet ce qui correspond à la période de reproduction étendue des oiseaux. Les autres cadavres d'oiseaux (44%) ont été retrouvé entre août et septembre. Pour rappel, aucun cadavre de chiroptère n'a été retrouvé sur le parc de Saint-Barnabé.

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 MORTALITÉ RÉELLE

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 est connu pour sous-estimer la mortalité par rapport aux modèles plus récents d'Huso et Jones. Ce dernier est seulement présenté à titre informatif.

La mortalité a également été estimée à partir de l'application « **GenEst** », méthode développée par une équipe internationale (Huso & Dalthorp (USGS) et Korner-Nievergelt (Oikostat)). 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	Saint-Barnabé
Période du suivi	Début avril - fin octobre 2022
Nbre d'éoliennes suivies	6
c	9
(nombre de cadavres brut découverts sous les éoliennes dans un rayon de 50 m)	
d	0,85
(taux de détection moyen)	
p	0,17
(taux de persistance durant l'intervalle)	
Tm	2,5 jours
(durée moyenne de persistance durant l'intervalle)	

Paramètres	Saint-Barnabé
r (probabilité de persistance durant l'intervalle)	0,52 [IC 80% : 0,46 – 0,57] (à $j+7$)
I (intervalle moyen entre 2 visites)	6,7 jours
n (nombre de passage)	30
Sk (surface prospectée moyenne)	51%

modélisations opérées par GenEst afin d'ajuster au mieux les estimations au jeu de données brutes du parc.

Résultats des estimations de la mortalité réelle obtenus avec GenEst

		Période	Mortalité brute	Médiane	[IC 10 - 90%]	Médiane	[IC 10 - 90%]	Ensemble du suivi	
GenEst	Chiroptères	Période 1	0	0,0	0,0			48,2 [IC 80 % : 29,1 - 71,2]	
	Oiseaux	Période 1	5	33,5	16,0	53,9			
		Période 2	4				14,2	7,3	24,6

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** : pas de mortalité estimée, aucun cadavre n'ayant été découvert lors du suivi ;
 - Quelques biais peuvent expliquer l'absence de découverte de cadavres de chiroptères : la surface de prospection moyenne (comprise entre 46% et 63 % de la surface globale suivant les éoliennes) et un taux de persistance assez faible des cadavres. Il convient toutefois de rappeler une bonne efficacité de l'observateur lors des tests.
- **Oiseaux** : mortalité estimée de **48 oiseaux [IC 80 % : 29,1 - 72,2]** entre début avril et fin octobre ; les tests d'efficacité des observateurs sont bons et permettent des estimations présentant peu d'incertitudes, à l'exception d'un léger biais induit par la persistance et les surfaces prospectées modérées ;
 - Faibles biais, **estimations robustes** avec un assez faible intervalle de confiance ;
 - **Mortalité globale** : la mortalité globale concerne seulement les oiseaux, aucun cadavre de chiroptère n'ayant été trouvé au cours du suivi.

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

Pour le parc de Saint-Barnabé et au cours du suivi mené en 2022, les estimations de la mortalité réelle avec GenEst donnent une valeur médiane de la mortalité d'environ 48 oiseaux **[IC 80 % : 29,1 - 71,2]**. Les estimations concernant la période suivie (avril - octobre) peuvent être considérées assez fiables statistiquement et présentent peu d'incertitudes.

5.4 CONCLUSION SUR LE SUIVI DE MORTALITE

Ce second suivi réalisé sur le parc de Saint-Barnabé a fait l'objet de **30 passages répartis entre le 8 avril et le 25 octobre 2022, avec un intervalle entre les passages de 6,7 j tout au long du suivi**. Les **6 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 51 % sur l'intégralité du suivi**. Les tests de détection réalisés montrent une **détectabilité bonne de 87 % en période 1 et 80 % en période 2**. Les tests de persistance réalisés à partir de 57 leurres montrent **un taux de persistance de 18 %** durant l'intervalle (7 j).



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 Saint-Barnabé (6 éoliennes, suivies du 8 avril au 25 octobre 2022). La distinction par groupe impacté a également été réalisée.

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 obtenus avec l'application EolApp

EolApp	Mortalité brute	Huso		Jones		Erickson	
		Médiane	[IC 10 - 90%]	Médiane	[IC 10 - 90%]	Médiane	[IC 10 - 90%]
Oiseaux	9	58.26	32.85 - 90.52	69.06	38.22 - 111.58	50.21	27.73 - 80.45

Le modèle d'Huso donne une valeur médiane de la mortalité d'environ **58 oiseaux [IC 80 % : 32,85 - 90,52] 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 **69 oiseaux [IC 80 % : 38,22 - 111,58] impactés sur l'ensemble du parc sur l'ensemble du suivi** (avril à fin octobre, sur 30 passages).

Aucune estimation de la mortalité n'a pu être réalisée pour les chiroptères car aucun cadavre n'a été trouvé lors du suivi.

Les intervalles de confiance obtenus pour Jones et Huso sont assez resserrés, mais une certaine imprécision de l'estimation statistique persiste. 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 prospectées entre les éoliennes étant le principal) conduisent à des estimations moins précises et probablement surestimées dans le cas présent. 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 Saint-Barnabé (6 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

9 cadavres ont été découverts, parmi lesquels :

- **9 oiseaux appartenant à 3 espèces** : 4 Faucons crécerelles [locaux], 1 Faucon hobereau [local probable], 4 Pigeons ramiers [locaux] ;
- Aucun chiroptère n'a été découvert lors des suivis.

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 **48 oiseaux [IC 80 % : 29,1 - 71,2] sur l'ensemble du suivi** (avril - octobre). **Pour les chiroptères, aucune estimation n'a pu être réalisée car aucun cadavre n'a été découvert lors du suivi. Il n'est cependant pas à exclure que le parc engendre une incidence sur les chauves-souris.**

Les estimations obtenues pour les oiseaux présentent peu de biais (hormis la persistance assez faible) et peuvent être considérées comme fiables.



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

84 espèces d'oiseaux ont été recensées toutes périodes confondues lors du suivi menée en 2022.

6.1 COMPORTEMENT DES ESPECES NICHEUSES

49 espèces ont été recensées durant le printemps/été 2022 dont :

- 32 espèces nichent sur le territoire du parc éolien (rayon de 300 mètres autour des éoliennes).
- 17 autres espèces nichent dans un rayon de 300 mètres à 2 kilomètres ou plus du parc éolien.

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

32 espèces se reproduisent sur le territoire du parc éolien et dans un rayon de 300 mètres autour de ce dernier. Les milieux sont majoritairement composés de parcelles agricoles cultivées composées de maïs, de blé et de pommes de terre longées pour la plupart par des haies de feuillus plus ou moins denses. Au nord, se trouve une zone de stockage de fumier avec une petite retenue en eau (situés à une centaine de mètres du pied de l'éolienne E1). Au sud du périmètre, une zone de friche composée majoritairement de ronciers ainsi que de prairies pâturées par des chevaux (une dizaine d'équidés présents tout au long du suivi) sont également présentes. Le cortège d'oiseaux nicheurs se compose majoritairement d'espèces affectionnant les milieux cultivés et ouverts à semi-ouverts (Alouette des champs, Alouette lulu ou encore Fauvette grisette, etc.). Des espèces affectionnant le bocage ont également été observées : Chardonneret élégant, Pouillot véloce, etc. (observées majoritairement dans les haies et la friche au sud). La petite partie du boisement au nord-ouest offre un cortège d'espèces qui affectionne les milieux boisés : le Gobemouche gris, la Mésange huppée et le Roitelet huppé. Les espèces anthropophiles sont représentées par la Bergeronnette grise ou encore le Moineau domestique. Ce cortège d'espèces a été observé en grande partie dans les prairies au sud qui offrent également quelques bâtiments favorables à la reproduction de ces individus.

Rappelons que la méthode d'attribution de l'enjeu spécifique régional est précisée dans la partie méthodologie.

Sensibilité spécifique de l'avifaune nicheuse du parc éolien et ses abords immédiats (300 mètres)

Habitat	Espèce	Sensibilité	Nicheur Bretagne			Justificatifs (Réévaluation de l'ESR/ESS)
			LRR [2]	ESR (Enjeu Spécifique Régional)	ESS (Enjeu Spécifique Stationnel)	
Milieux cultivés	Alouette des champs	0	LC	Faible	Moyen	Bien présente sur le parc avec des individus chantant juste en dessous des pales

Habitat	Espèce	Sensibilité	Nicheur Bretagne			Justificatifs (Réévaluation de l'ESR/ESS)
			LRR [2]	ESR (Enjeu Spécifique Régional)	ESS (Enjeu Spécifique Stationnel)	
	Alouette lulu	1	LC	Faible	Moyen	Bien présente sur le parc avec des individus chantant juste en dessous des pales
	Perdrix grise	2	LC	Faible	Faible	-
Milieux ouverts à semi-ouverts	Tarier pâtre	0	LC	Faible	Faible	-
	Bruant jaune	0	NT	Moyen	Faible	-
	Bruant zizi	0	LC	Faible	Faible	-
	Fauvette grisette	0	LC	Faible	Faible	-
	Linotte mélodieuse	0	LC	Faible	Faible	-
Milieux arbustifs à arborés	Accenteur mouchet	0	LC	Faible	Faible	-
	Pinson des arbres	0	LC	Faible	Faible	-
	Pouillot véloce	0	LC	Faible	Faible	-
	Merle noir	0	LC	Faible	Faible	-
	Rougegorge familier	0	LC	Faible	Faible	-
	Troglodyte mignon	0	LC	Faible	Faible	-
	Chardonneret élégant	0	LC	Faible	Faible	-
	Mésange bleue	0	LC	Faible	Faible	-
	Mésange charbonnière	0	LC	Faible	Faible	-
	Fauvette à tête noire	0	LC	Faible	Faible	-
Milieux boisés	Etourneau sansonnet	0	LC	Faible	Faible	-
	Geai des chênes	0	LC	Faible	Faible	-
	Gobemouche gris	0	LC	Faible	Faible	-
	Grimpereau des jardins	0	LC	Faible	Faible	-
	Grive draine	1	LC	Faible	Faible	-
	Pic épeiche	0	LC	Faible	Faible	-
	Grive musicienne	0	LC	Faible	Faible	-
	Mésange huppée	0	LC	Faible	Faible	-
	Pigeon ramier	1	LC	Faible	Faible	-
	Roitelet huppé	1	LC	Faible	Faible	-
Milieux anthropiques	Roitelet à triple bandea	1	LC	Faible	Faible	-
	Bergeronnette grise	0	LC	Faible	Faible	-
	Moineau domestique	0	LC	Faible	Faible	-

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

A minima, 17 espèces nichent aux abords du parc ou utilisent celui-ci pour du transit régulier. Il s'agit essentiellement de passereaux aux territoires restreints et cantonnés (Bouvreuil pivoine, Hypolaïs

polyglotte, mésanges, etc.) mais aussi des espèces nichant dans les milieux forestiers et/ou bocagers (Epervier d'Europe, Buse variable, Faucon crécerelle, Tourterelle des bois) observées ou entendues à l'extérieur de la bande des 300 mètres ou ne passant sur le parc que pour s'y nourrir et non pour y nicher. D'autres taxons comme l'Hirondelle rustique, le Martinet noir et le Canard colvert fréquentent également les abords du parc. Quelques Goélands argentés ont également été observés en période de nidification réalisant probablement des allers-retours entre la côte et le CET de Gueltas (espèce ne nichant pas dans les abords proches du parc mais passant régulièrement pour du transit en période de reproduction).

La majorité des espèces nichant aux abords du parc présente une sensibilité variable à l'éolien : Buse variable, Faucon crécerelle, Canard colvert, Epervier d'Europe, Héron cendré, Martinet noir, Pic vert, Pigeon colombin, Tourterelle des bois, Corneille noire (classe 1, 2 et 3). Le Goéland argenté, utilisant le site et les abords seulement pour du transit, présente une sensibilité très forte à l'éolien (classe 4). Toutefois, le risque de collision n'est pas susceptible de remettre en cause le maintien en bon état de conservation de ses populations à l'échelle européenne. Il est à noter tout de même que la Buse variable et le Faucon crécerelle (classe 3) utilisent très régulièrement le parc pour de la recherche de nourriture.

Sensibilité spécifique de l'avifaune nicheuse des abords et fréquentant régulièrement le parc éolien

Espèces	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	NICHEURS BRETAGNE	
		LRR	Enjeu spécifique Régional
Faucon crécerelle	3	LC	Faible
Bouvreuil pivoine	?	VU	Assez-fort
Buse variable	3	LC	Faible
Canard colvert	2	LC	Faible
Corneille noire	1	LC	Faible
Epervier d'Europe	2	LC	Faible
Héron cendré	2	LC	Faible
Hirondelle rustique	0	LC	Faible
Hypolaius polyglotte	0	LC	Faible
Martinet noir	1	LC	Faible
Mésange à longue queue	0	LC	Faible
Pic vert	1	LC	Faible
Pie bavarde	0	LC	Faible
Pigeon colombin	1	LC	Faible
Pigeon domestique/Biset	NA	LC	Faible
Tourterelle des bois	2	LC	Faible

Sensibilité spécifique du Goéland argenté fréquentant le parc uniquement pour du transit

Espèces	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	NICHEURS BRETAGNE	
		LRR	Enjeu spécifique Régional
Goéland argenté	4	VU	Très fort

Il ressort du tableau précédent que :

- **1 espèce à sensibilité Très forte (classe 4)** fréquente régulièrement le parc et présente un enjeu de conservation assez fort : le Goéland argenté, avec une colonie connue sur certains toits de la ville de Pontivy à environ 19 km du parc de Saint-Barnabé. Il est également à noter la présence du CET (Centre d'Enfouissement technique) de Gueltas, implanté à 8 km du parc. Les mouvements observés pour cette espèce sont majoritairement des individus venant probablement de la côte Nord et descendant pour aller se nourrir sur le CET de Gueltas. Il est peu probable, que des individus nicheurs de Pontivy viennent fréquenter l'aire d'étude car les ressources de nourriture sont abondantes dans la ville et le CET de Gueltas est situé en amont de Saint-Barnabé.
- **2 espèces à sensibilité forte (classe 3)** : le Faucon crécerelle, bien représenté sur le parc avec au minimum deux couples qui fréquentent le site pour de la recherche de nourriture. Aucun nid n'a été observé dans le rayon des 300 mètres mais de nombreux habitats sont favorables à sa reproduction aux abords du parc (fermes, bâtiments en pierre, nids de Corneille...). Pour rappel, 4 cadavres de cette espèce ont été découverts lors du suivi de mortalité réalisé en 2022. La Buse variable, présente sur le parc, mais aucune aire de reproduction n'a été observée. Cependant, au vu de la fréquentation de l'espèce sur Saint-Barnabé et des habitats favorables à sa reproduction aux abords du parc, il est très probable que des couples se reproduisent non loin des éoliennes. Le parc est utilisé pour de la recherche de nourriture et du transit.
- **4 espèces à sensibilité moyenne (classe 2)** fréquentent le parc dont l'Epervier d'Europe, observé en chasse le long du boisement au sud. Il est probable que cette espèce niche aux abords du parc. Un groupe de Canards colverts et la Tourterelle des bois ont également été contactés en vol. Enfin, nous pouvons noter la présence de quelques Hérons cendrés en transit au niveau du parc mais n'utilisant pas celui-ci ni ses abords pour nidifier.

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 49 espèces nicheuses du parc et de ses abords plus ou moins proches, 32 fréquentent le territoire du parc comme zone de nidification et 17 autres pour de la recherche de nourriture et/ou du transit. Le comportement et les effectifs de l'ensemble de ces espèces ont été observés afin d'évaluer si le parc éolien entraîne des conséquences sur leurs mouvements ou leur alimentation.

Les fréquences de traversée du parc sont différentes selon les espèces (Faucon crécerelle bien représenté alors que l'Epervier d'Europe est beaucoup moins présent). 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, Perdrix grise, Pinson des arbres, Roitelet huppé, Rougegorge familier, Troglodyte mignon. Il s'agit d'espèces nichant au sein de la friche localisée au sud du parc ainsi que dans les haies bordant les éoliennes. Pour ces dernières, aucun changement de 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, susceptibles de monter en altitude : Alouette des champs, Bergeronnette grise, Etourneau sansonnet, Linotte mélodieuse, pigeons. Les espèces les plus abondantes sont celles liées aux milieux cultivés : Alouette des champs et Alouette lulu. Il semble que les individus

nicheurs se préoccupent très peu des éoliennes. Certains postes de chant sont situés juste à côté voire juste en dessous des pales. Les vols s'effectuent en majorité en dessous du rayon d'action des pales mise à part pour l'Alouette des champs qui, lors de ses vols territoriaux, monte à hauteur de pale sans pour autant que d'éventuelles réactions aient été observées. Les comportements les plus dangereux observés pour ces espèces concernent quasiment systématiquement les éoliennes 1 et 2. Des comportements d'anticipations ont pu être observés, notamment de certains groupes d'Etourneaux sansonnets évitant les éoliennes en passant entre celles-ci. Il est donc possible que certains groupes anticipent en amont leur arrivée sur le parc.

- Les espèces qui utilisent un large domaine vital : Le parc éolien est localisé à proximité du CET de Gueltas. Des laridés venant de la côte gagnent ainsi leurs territoires d'alimentation (CET, cultures). La majorité des mouvements suit un axe est/ouest. Les comportements de vol sont les mêmes durant la journée. Lors de nos observations, quasiment aucun individu n'a été observé traversant directement le parc. Les Goélands passent majoritairement à côté du parc en volant au-dessus de la vallée au nord et/ou au-dessus du boisement au sud. Ces derniers semblent s'adapter à la localisation du parc. Le parc n'est donc pas de nature à remettre en cause le flux des Goélands se dirigeant vers leurs zones alimentaires. Plusieurs individus de corvidés comme la Corneille noire ont également été observés. Les comportements de vol sont équivalents à ceux des Goélands. Les extrémités du parc sont recherchées. Nous pouvons toutefois noter un comportement d'évitement réalisé par une Corneille noire. En effet, une fois arrivée devant l'éolienne 6, celle-ci a réalisé une plongée juste devant les pales afin de passer en dessous.
- Quelques unités à une dizaine d'individus : 3 rapaces (Buse variable, Faucon crécerelle et Epervier d'Europe) et l'Hirondelle rustique sont concernés. Aucun comportement d'évitement particulier n'a été observé. Leur activité alimentaire semble se produire indépendamment de l'activité des pales des éoliennes. Certaines observations de Faucon crécerelle concernent même des individus en chasse juste en dessous des pales ou posés sur les rampes d'escaliers.

6.1.4 SYNTHESE

Parmi les 32 espèces nicheuses au sein du parc et de ses abords immédiats recensées en 2022 :

- 1 espèce présente une sensibilité moyenne au risque de collision : la Perdrix grise ;
- 2 espèces présentent un enjeu stationnel de conservation « moyen » : l'Alouette des champs et l'Alouette lulu.

Aux abords, 17 espèces nicheuses fréquentent le parc éolien. Parmi elles, figurent :

- 1 espèce à sensibilité très forte à la collision : le Goéland argenté (plusieurs dizaines d'individus) ;
- 2 espèces à sensibilité forte à la collision : le Faucon crécerelle et la Buse variable ;
- 4 espèces à sensibilité moyenne à la collision : le Canard colvert, l'Epervier d'Europe, le Héron cendré et la Tourterelle des bois.

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 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, Alouettes lulus et Faucons crécerelles présentent des comportements risqués en période de reproduction lors de la phase de chant pour les Alouettes et lors des phases de

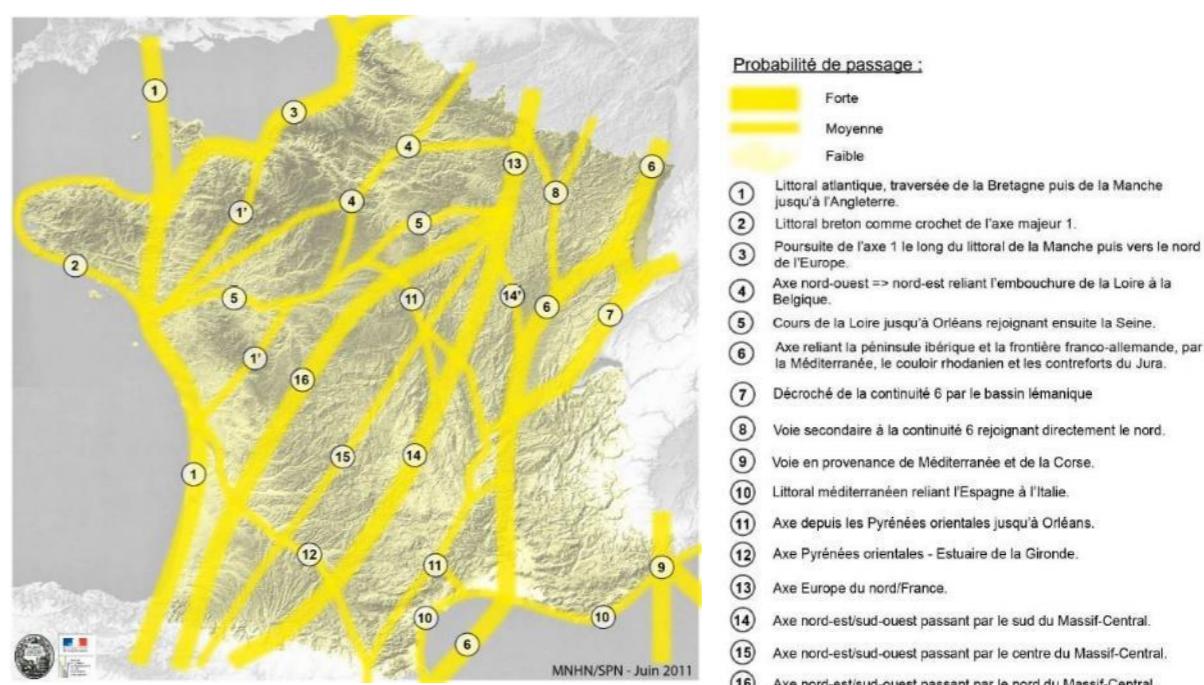
chasse pour le Faucon crécerelle. Le risque de collision est donc élevé pour ces trois espèces en période de nidification.

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 en été en Europe pour se reproduire. Une partie des flux migratoires passe ainsi 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 migration, elles semblent cependant secondaires vis-à-vis des flux identifiés sur la Carte ci-dessous.

La prise en compte des oiseaux migrateurs 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) vis-à-vis de notre secteur d'étude (en rouge)

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 hiverné dans le sud de l'Europe et/ou en Afrique vers leurs sites de reproduction), le chemin emprunté par l'ensemble des espèces aviaires 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 migrateurs 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 qu'au printemps (jeunes individus, forte mortalité au cours de la migration postnuptiale, mortalité hivernale...).

D'après la carte précédente, le parc de Saint-Barnabé est situé au centre de la voie numéro 2 "Littoral Breton comme crochet de l'axe majeur 1" et de l'Axe 1 " Littoral atlantique, Traversée de la Bretagne puis de la Manche jusqu'à l'Angleterre".

La probabilité de passage est considérée comme moyenne. En effet, le parc, situé au centre de la Bretagne, est susceptible d'être influencé par les voies principales, constituant des points de passages « secondaires » privilégiés par les oiseaux.

Nos prospections de terrain viennent confirmer l'intégration en marge de cette voie de migration considérée comme « principale ». L'axe emprunté par les oiseaux en migration postnuptiale correspond globalement à l'axe théorique : nord/sud à nord-est/sud-ouest.

6.2.2 CORTEGES/EFFECTIFS/SENSIBILITES

6.2.2.1 Migration prénuptiale

40 espèces ont été recensées lors des quatre sorties dédiées à la migration prénuptiale sur le parc et ses abords proches les 16/03/2022, 12/04/2022, 28/04/2022 et 06/05/2022. Parmi celles-ci, 13 ont été observées en migration active : Alouette des champs (13), Alouette lulu (4), Bergeronnette grise (3), Busard Saint-Martin (1), Grosbec casse-noyaux (6), Hirondelle rustique (2), Martinet noir (1), Mésange noire (3), Pinson des arbres (386), Pinson du Nord (122), Pipit farlouse (28), Pluvier doré (33), Verdier d'Europe (10). Au total, 612 individus ont été comptabilisés en migration durant la période prénuptiale. La plupart des individus, notamment les Pinsons, utilisent les réseaux de haies et les boisements pour se déplacer.

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 et proportions des espèces migratrices les plus abondamment observées en période prénuptiale (N=612 individus ; 4 passages)

Espèces	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total prénuptial	LRE**
Alouette des champs	0	13	LC
Alouette lulu	1	4	LC
Bergeronnette grise	0	3	LC
Busard Saint-Martin	3	1	LC
Grosbec casse-noyaux	0	6	LC
Hirondelle rustique	0	2	LC
Martinet noir	1	1	LC
Mésange noire	0	3	LC
Pinson des arbres	0	386	LC
Pinson du Nord	?	122	LC
Pipit farlouse	0	27	LC
Pluvier doré	1	33	LC

Espèces	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total prénuptial	LRE**
Verdier d'Europe	0	10	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 prise pour l'Europe des 27 (EU27 : BirdLife International, 2015), 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. Il faut toutefois noter que les populations européennes de Pipit farlouse ont décliné de 30 à 50% en près de 12 ans (BirdLife International, 2015).

Espèce migratrice ayant traversé le parc en période prénuptiale et caractérisée par les sensibilités les plus élevées

Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	LRE**
Busard Saint-Martin	Assez forte (classe 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 prise pour l'Europe des 27 (EU27 : BirdLife International, 2015), en conformité avec le protocole national précité.

Le Busard Saint-Martin n'est pas menacé à l'échelle de ses populations européennes mais présente une sensibilité assez forte à l'éolien. En Europe, 17 cas de collision d'individus avec une éolienne ont été recensés. De plus, cette espèce a subi une baisse de ses effectifs évalués à hauteur de 37 % ces dix dernières années en France. Quelques cas de passages isolés d'un Busard Saint-Martin sur le parc de Saint-Barnabé ont été observés.

La majorité des individus migrant sur le parc de Saint-Barnabé a été observée en faible effectif (Alouettes, Bergeronnettes, Hirondelles, Martinets). Ces espèces ne privilégient pas d'axe migratoire et traversent directement le parc pour la plupart. Cependant, les flux migratoires de Pinson des arbres et de Pinson du Nord, plus importants, montrent des axes privilégiés. Les groupes de fringilles ont tendance à utiliser les réseaux de haies et les boisements aux alentours pour réaliser leur migration. Quasiment aucun groupe de Fringilles n'a été observé traversant directement le parc.

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. En effet, le parc n'est pas localisé sous une voie de migration privilégiée par ces espèces. Par conséquent, le risque local apparaît faible. De plus, ces espèces ne sont pas menacées à l'échelle européenne (BirdLife International, 2015). Néanmoins, les réseaux de haies et les boisements alentours du parc constituent des points de passage privilégiés localement pour les oiseaux en migration.

La carte présentée en fin de chapitre matérialise les principaux axes empruntés par l'avifaune en migration prénuptiale.

6.2.2.2 Migration postnuptiale

68 espèces ont été recensées en migration postnuptiale active sur le parc et ses abords lors des 8 sorties dédiées le 30/08/2022, le 14/09/2022, le 20/09/2022, le 11/10/2022, le 18/10/2022, le 25/10/2022, le 03/11/2022 et le 08/11/2022. Parmi celles-ci, 34 ont été observées en migration active pour un total de 4 704 individus. La majorité des passereaux suit les boisements et les réseaux de haies pour migrer.

Au regard de la taille des populations de chacune de ces espèces, les effectifs sont globalement faibles et ne permettent pas une analyse poussée pouvant conduire à des généralités à l'échelle du parc.

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 et proportions des espèces migratrices observées en période postnuptiale (N=4 049 ind. ; 8 passages)

Espèces	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total postnuptial	LRE**
Alouette des champs	0	166	LC
Alouette lulu	1	31	LC
Bécassine des marais	0	1	VU
Bergeronnette des ruisseaux	?	1	LC
Bergeronnette grise	0	11	LC
Bergeronnette printanière	0	1	LC
Bernache cravant	1	51	LC
Bondrée apivore	2	1	LC
Bouscarle de Cetti	?	1	LC
Bruant des roseaux	0	7	LC
Bruant jaune	0	18	LC
Busard des roseaux	2	1	LC
Chardonneret élégant	0	25	LC
Chevalier culblanc	?	1	LC
Goéland brun	2	14	LC
Etourneau sansonnet	0	375	LC
Fauvette des jardins	0	1	LC
Grive litorne	0	28	LC
Grive mauvis	0	170	LC
Grive musicienne	0	153	LC
Hirondelle rustique	0	1	LC
Pigeon colombin	1	12	LC
Pigeon ramier	1	190	LC
Pinson des arbres	0	2278	LC
Pinson du Nord	?	16	LC
Pipit des arbres	0	1	LC
Pipit farlouse	0	384	LC
Pluvier doré	1	16	LC
Pouillot fitis	0	4	LC
Serin cini	0	3	LC
Tarier des prés	0	1	VU
Tarin des aulnes	0	15	LC
Traquet motteux	0	2	LC
Verdier d'Europe	0	69	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 prise pour l'Europe des 27 (EU27 : BirdLife International, 2015), en conformité avec le protocole national précité.

Quatre 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 mis à part le Pipit farlouse dont les populations européennes ont décliné de 30 à 50% en près de 12 ans (BirdLife International, 2015) ;

- Les espèces avec la sensibilité la plus forte sont les rapaces avec deux espèces observées et un laridé : le Goéland brun. Les effectifs observés pour ces espèces les plus sensibles sont cependant faibles ;
- Les espèces traversant le parc sont caractérisées par des sensibilités « moyennes » pour trois espèces : Busard des roseaux, Goéland brun, Bondrée apivore à « faibles » pour les autres.

Espèces migratrices ayant traversé le parc en période postnuptiale et caractérisées par les sensibilités les plus élevées

Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	LRE**
Bondrée apivore	Classe 2	LC
		LC
		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 prise pour l'Europe des 27 (EU27 : BirdLife International, 2015), en conformité avec le protocole national précité.

Deux des espèces avec une sensibilité moyenne de classe (2) ont été observées seulement une fois en migration sur le site (Busard des roseaux et Bondrée apivore). 14 individus de Goélands brun ont toutefois été notés. Le parc n'est pas localisé sous une voie de migration privilégiée par ces espèces. Par conséquent, le risque local apparaît faible.

D'après les observations réalisées au cours des comptages, les flux migratoires constatés en période postnuptiale sont relativement faibles avec cependant des effectifs intéressants pour certaines espèces comme l'Alouette des champs (166), le Pinson des arbres (2 278) et le Bruant jaune (18). Deux axes principaux de déplacement ont ainsi pu être observés au niveau du parc de Saint-Barnabé. Un premier axe qui correspond aux boisements et aux réseaux de haies que les fringilles aiment majoritairement suivre, ainsi qu'un deuxième axe, au centre du parc, qui passe entre les éoliennes 2 et 4.

6.2.3 REACTIONS DE L'AVIFAUNE MIGRATRICE

Durant la migration postnuptiale et malgré des effectifs réduits, les fonctionnalités locales des oiseaux migrateurs ont pu être précisées.

La majorité des flux postnuptiaux proviennent du nord et se dirigent vers le sud/sud-ouest. Les passereaux, notamment les fringilles (Pinsons des arbres, Pinsons du Nord, Verdier d'Europe) utilisent les réseaux de haies et de boisements pour se déplacer au sein et sur le pourtour du parc. Les oiseaux en migration bifurquent principalement vers l'est ou l'ouest pour suivre ce corridor avant de reprendre leur route vers le sud une fois le parc passé. Ces derniers sont par conséquent moins exposés que leurs congénères ou les autres espèces qui font face au parc. Les hauteurs de vol varient majoritairement entre 15 et 30 mètres de haut, en fonction de la hauteur des haies et des boisements.

Les autres espèces se déplacent en traversant le parc (Alouette des champs, Tarin des aulnes, Bruant jaune...) et préfèrent passer entre les éoliennes 2 et 3 ou entre les éoliennes 3 et 4.

Un groupe de 51 individus de Bernaches cravants en vol en direction du sud est passé entre les éoliennes 2 et 3 avec une hauteur de vol comprise entre 80 et 100 mètres.

Les Tarins des aulnes : différents groupes ont traversé le parc avec des hauteurs de vol variant entre 20 et 50 mètres. Les individus passaient majoritairement entre les éoliennes 2 et 3 mais quelques individus ont également suivi les boisements.

Un autre flux qui concerne majoritairement les laridés (Goéland argenté, Goéland brun), ardéidés (Héron cendré, Grande Aigrette) et les cormorans (Grand Cormoran) a été observé au nord du parc. Les individus se déplaçaient d'est en ouest dans la vallée et passaient donc à côté du parc. Quasiment aucun laridé n'a été noté traversant le parc.

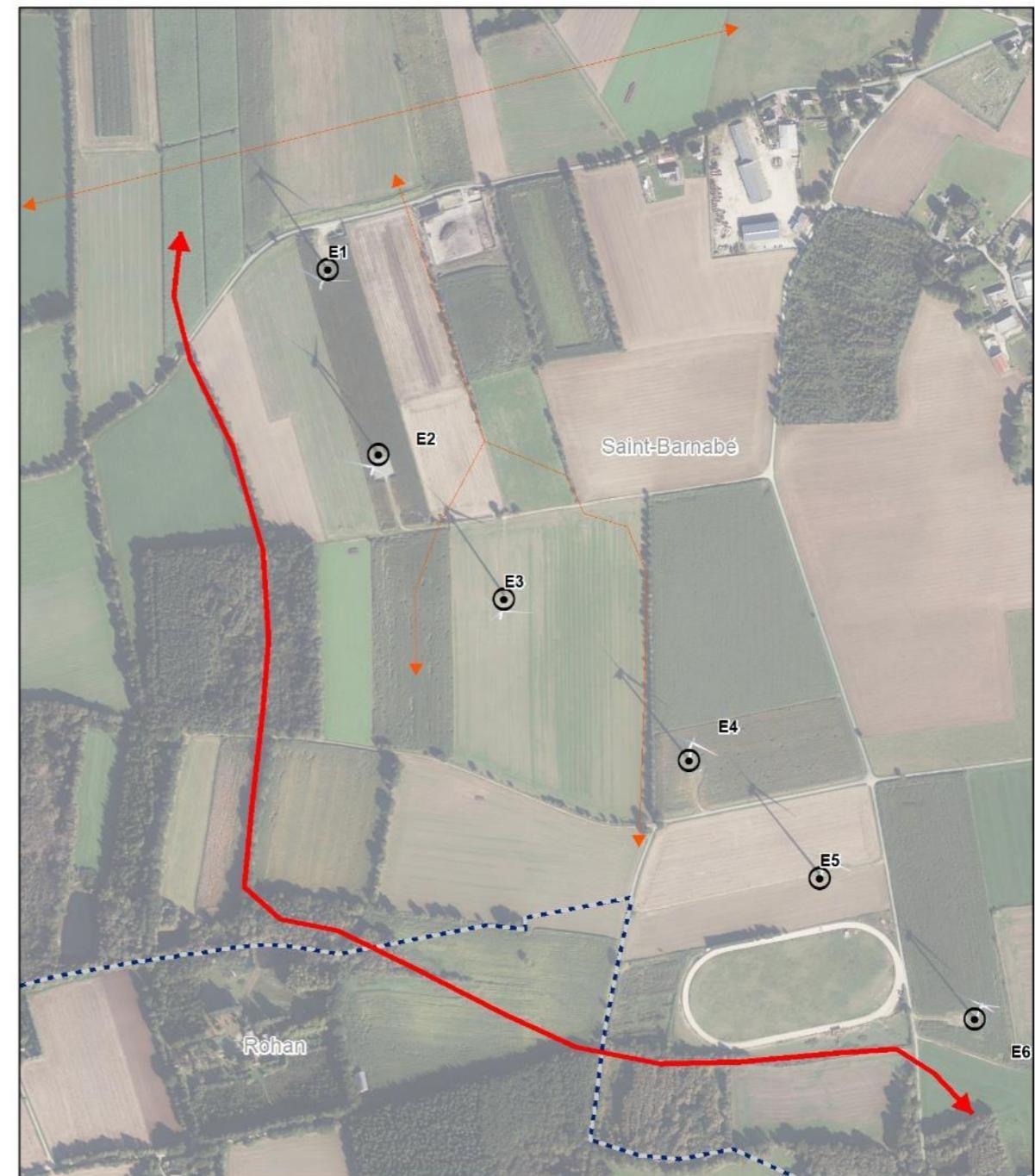
Ces comportements (vols au-dessus des boisements et haies, couloirs de vol majoritairement utilisés) peuvent montrer une anticipation des oiseaux vis-à-vis du parc éolien de Saint-Barnabé. Lors de la migration postnuptiale aucun comportement d'évitement vis-à-vis des éoliennes n'a été observé.

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

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

Pour les passereaux, le schéma est le même que pour la migration postnuptiale. Ils utilisent majoritairement les réseaux de haies et de boisements pour se déplacer (Pinson des arbres, Mésange noire, Grosbec casse-noyaux, grives). Il est à signaler que la plupart de ces espèces, en raison de leur petite taille, peuvent difficilement être repérées de loin et suivies 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.

D'autres espèces ont été observées traversant le parc comme un Busard Saint-Martin volant à quelques mètres du sol. La présence des éoliennes ne semble pas l'avoir perturbé car aucune modification de trajectoire n'a été observée. Cette absence de réaction face aux pales en mouvement est susceptible d'entrainer une collision. En outre, le Busard Saint-Martin fait partie des espèces sensibles à l'éolien à l'échelle européenne (classe 3) d'après les dernières statistiques (Dürr, 2022) et de par la taille de ses populations européennes (BirdLife International, 2015).



Limites départementales
Limites communales
Eoliennes du Parc de Saint-Barnabé

Axes de déplacements de l'avifaune
Axe mineur pour l'avifaune
Axe majeur pour l'avifaune

Carte réalisée par TBM, 2023
Sources : TBM2022, Ecosphère, BD Topo@IGN
Fond cartographique : BD Ortho 2021@IGN

Matérialisation des principaux axes empruntés par l'avifaune en migration post et pré nuptiale

6.2.4 SYNTHESE

La plupart des espèces migratrices observées en effectif important n'est pas menacée et se caractérise par des sensibilités faibles à la collision. Certaines espèces sensibles, non menacées à l'échelle européenne, fréquentent ponctuellement le parc mais les effectifs concernés sont faibles. Il faut prendre en compte les populations menacées ou quasiment menacées en Europe afin d'anticiper d'éventuels impacts directs et cumulatifs.

Les flux migratoires restent diffus sur le parc de Saint-Barnabé. Il ressort cependant une voie privilégiée par les fringilles (haies et boisements), qui contourne le parc par l'ouest, ainsi que deux passages entre les éoliennes 2 et 3 puis 3 et 4 utilisés de manière plus régulière.

L'observation des comportements en vol ne révèle pas de perturbation nette des trajectoires au voisinage des éoliennes. Des adaptations de vol sont néanmoins envisageables pour plusieurs espèces puisqu'une majorité des oiseaux observés à proximité du parc l'a longé ou traversé à des endroits stratégiques (boisements, espaces entre les éoliennes).

6.3 COMPORTEMENT DES ESPECES HIVERNANTES

6.3.1 CORTEGES/EFFECTIFS/SENSIBILITES

48 espèces hivernantes ont été recensées sur le parc et ses abords (dans les 2 km autour du parc). Des stationnements importants de limicoles ont été observés (plusieurs milliers) dans les champs qui jouxtent les éoliennes 4 et 5. Les effectifs comptabilisés sont importants. Ainsi, l'enjeu hivernal du parc éolien et de ses abords apparaît assez fort.

Parmi ces 48 espèces :

- Les passereaux : Globalement, les effectifs de passereaux restent constants sauf pour quelques espèces notamment pour les fringilles (Pinson du Nord, Pinson des arbres, Linotte mélodieuse) et les alaudidés (Alouette des champs et Alouette lulu). De fait, des regroupements de fringilles importants notamment au nord du parc au niveau de la stabulation et des champs ont été observés. Les fringilles réalisent des mouvements entre les réseaux de haies et les champs. Par ailleurs, des groupes importants d'alouettes ont également été observés notamment à l'ouest ou un groupe de plus de 100 Alouettes des champs a été noté. A l'est, dans le champ qui jouxte l'éolienne 2, il est à noter la présence d'un groupe d'une dizaine d'Alouettes lulu et d'une cinquantaine de Linottes mélodieuses. A l'échelle des populations européennes, aucune de ces espèces n'est menacée mis à part le Pipit farlouse, faiblement représenté localement en hiver (quelques dizaines d'individus). Les Etourneaux sansonnets ont également été observés en mouvement sur le site avec 1 200 individus traversant le parc en période hivernale. Les Bruants jaunes sont bien représentés également avec une cinquantaine d'individus recensés. Nous les retrouvons plus particulièrement dans les réseaux de haies le long des parcelles destinées à la pâture des chevaux au sud.
- Les limicoles : Des groupes très importants de Vanneaux huppés et de Pluviers dorés ont été observés au niveau des éoliennes 4 et 5 avec des chiffres allant jusqu'à plusieurs milliers d'individus notamment pour les pluviers. Les limicoles réalisent des mouvements entre les deux parcelles situées à l'est du parc (une prairie et un ancien champ de maïs). A l'échelle européenne, la sensibilité de ces espèces est considérée comme faible/moyenne à la collision mais les populations de Vanneau huppé sont menacées (Vulnérable - BirdLife International, 2015). Les individus ne semblaient pas se soucier des éoliennes, ce qui les expose à un risque de collision important.

- Les laridés : Comme lors des autres périodes, quelques Goélands argentés ont été observés en stationnement avec les limicoles mais cela reste anecdotique. La majorité du temps, les individus ont été observés en transit. Quelques Mouettes rieuses posées avec les Vanneaux huppés ont été notées lors du dernier passage hivernant en stationnement. Ces espèces sont sensibles à la collision (classe 4 et 3).

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

Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	LRE**
Goéland argenté	4	VU
Mouette rieuse	3	LC
Vanneau huppé	2	VU

* : 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 prise pour l'Europe des 27 (EU27 : BirdLife International, 2015), en conformité avec le protocole national précité.

- Autres espèces : Quelques Buses variables, un Epervier d'Europe et un Faucon crécerelle ont été observés en chasse sur le parc durant la période hivernale.

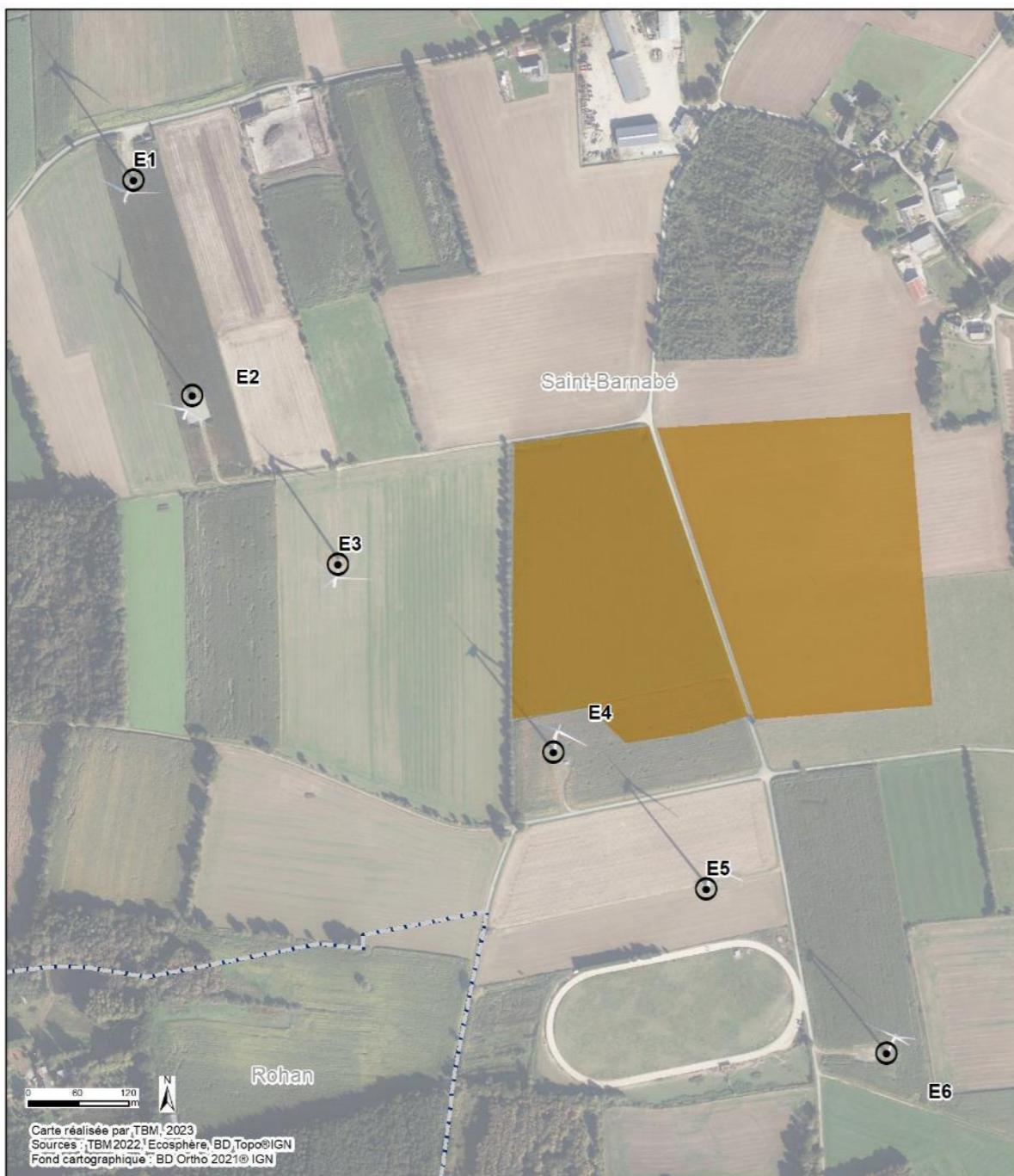
Lors de la sortie de décembre 2022, un Grand Corbeau a traversé le parc d'est en ouest avant de bifurquer en direction du sud après le parc. L'individu est passé entre les éoliennes 5 et 6. La trajectoire avait sûrement été anticipée en amont. L'espèce n'a pas été contactée en période de nidification mais la présence d'un couple nicheur sur la commune de Plémet qui jouxte Saint-Barnabé est probable. De fait, il a été noté un indice de reproduction "probable" en 2022 et un indice de reproduction "certain" en 2014 (Carte de synthèse faune-France). Les individus utilisent probablement la carrière située à l'ouest de la commune. Quelques individus de Hérons cendrés ont également été observés ponctuellement traversant le parc, posés dans les parcelles ou en vol à l'extérieur du parc.

6.3.2 REACTIONS DE L'AVIFAUNE HIVERNANTE

Les mouvements locaux quotidiens concernent majoritairement les fringilles dont les caractéristiques de déplacement sont équivalentes à celles évoquées en période de migration. Les mouvements sont également les mêmes avec quelques anticipations de la part des laridés et des changements de trajectoires de quelques Héron cendrés avant d'arriver sur les éoliennes. Quelques groupes de Pluviers dorés évitent les éoliennes en bifurquant (cas observé sur les éoliennes 1 et 5).

En conclusion, La majorité des espèces adapte leur trajectoire en s'approchant des éoliennes mais cela dépend des espèces et des groupes d'individus. Certaines espèces s'alimentent et se regroupent (alouettes, vanneaux, pluviers) au sein des cultures proches des éoliennes, allant jusqu'à s'alimenter à moins de 20 mètres des mâts.





Limites départementales
Limites communales
Eoliennes du Parc de Saint-Barnabé

Avifaune sensible à l'éolien en période d'hivernage
Pluvier doré - *Pluvialis apricaria*
(*) x Vanneau huppé - *Vanellus vanellus* (**)
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)

Secteurs appréciés par les Pluviers et les Vanneaux

6.3.3 SYNTHESE

Le parc éolien et ses abords sont intéressants et fonctionnels pour l'avifaune hivernante. Les parcelles notamment à l'est et au nord sont privilégiées par les espèces en termes de stationnement. Les espèces les plus abondantes sont le Pluvier doré et le Vanneau huppé, représentés à raison de milliers d'individus sur l'ensemble des suivis hivernants. Les autres espèces montrent des effectifs plus réduits mais intéressants : environ 350 Alouettes des champs et une quarantaine d'Alouettes lulu. Des groupes importants de fringilles en déplacement ont également été notés, environ 1 000 Pins des arbres et 1 000 Pins du Nord.

6.4 MISE EN RELATION ACTIVITE/MORTALITE/CARACTERISTIQUES DU PARC

L'activité ornithologique est ci-après mise en relation avec la mortalité brute constatée et avec les caractéristiques du parc.

6.4.1 MORTALITE, ACTIVITE ET EVALUATION DES IMPACTS RESIDUELS

6.4.1.1 A l'échelle du parc

Le suivi de la mortalité du parc a permis de détecter 9 cadavres d'oiseaux de 3 espèces différentes et répartis de la façon suivante :

Principaux résultats bruts issus du suivi mortalité 2022

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Nb passages	30	30	30	30	30	30
Nb cadavres d'oiseaux/éol	1	3	0	3	0	2
Détails mensuels						
Avril 2022 (4 passages)						
Mai 2022 (5 passages)						
Juin 2022 (4 passages)					1 Faucon crécerelle	
Juillet 2022 (4 passages)			1 Faucon crécerelle		1 Faucon crécerelle et 1 Pigeon ramier	1 Pigeon ramier
Août 2022 (5 passages)		1 Pigeon ramier		1 Faucon hobereau et 1 Pigeon ramier		
Septembre 2022 (4 passages)						
Octobre 2022 (4 passages)						1 Faucon crécerelle

Trois principaux résultats apparaissent :

- Deux éoliennes sont plus accidentogène (E2 et E4) que les autres ;
- La totalité des collisions concernent des oiseaux ;
- Les 3 espèces retrouvées sont des espèces nicheuses locales.

Les résultats du suivi de mortalité sont confrontés aux 84 espèces observées au sein du parc et dans un rayon de 2 km autour de ce dernier.

Espèces locales/nicheuses impactées (N=9 cadavres)

Espèce	NICHEURS BRETAGNE

	Nombre de cas de collision sur le parc éolien	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	LRR**	Enjeu spécifique régional
Faucon crécerelle	4	3	LC	Faible
Faucon hobereau	1	2	NT	Moyen
Pigeon ramier	4	1	LC	Faible

* : 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) ;

** : LRR = Liste Rouge Régionale des oiseaux nicheurs de Haute-Normandie (Debout, 2013) ;

*** : LRE = Liste Rouge Européenne prise pour l'Europe des 27 (EU27 : BirdLife International, 2015), en conformité avec le protocole national ;

**** : Indice de vulnérabilité : indice issu du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE & FEE, 2015).

Le parc éolien de Saint-Barnabé a donc un impact sur les oiseaux. Deux espèces sur trois (Faucon crécerelle et le Faucon hobereau) sont protégées en France et le Faucon hobereau est inscrit comme "Quasi-menacé" sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne. Le Pigeon ramier quant à lui n'est pas protégé.

La mortalité ornithologique annuelle est estimée entre 5,8 et 6,2 oiseaux impactés/éolienne/an, sur la base des chiffres bruts constatés entre août et octobre 2015 (Ecothème, 2017c).

Il convient ainsi d'analyser la situation des espèces :

- **Locales/nicheuses impactées ayant les indices de vulnérabilité les plus élevés : le Faucon crécerelle et le Faucon hobereau ;**
- **Locales/nicheuses impactées ayant un indice de vulnérabilité faible : le Pigeon ramier.**

6.4.1.2 Cas du Faucon crécerelle

Afin d'évaluer la situation locale du Faucon crécerelle vis-à-vis du risque éolien, il convient de rappeler les caractéristiques spécifiques suivantes :

- Espèce de sensibilité forte (classe 3) à la collision ;
- Espèce ayant un enjeu spécifique régional et stationnel faible (espèce non menacée, assez bien représentée localement, a minima 1 à 2 couples nicheurs autour du parc) ;
- Quelques individus fréquentent le parc de façon quotidienne allant jusqu'à stationner aux pieds des éoliennes ; les suivis ont révélé des temps de présence longs proche de la garde au sol des éoliennes ;
- Espèce évoluant dans l'espace du parc éolien sans appréhension particulière au risque de collision (absence de réaction) ;
- Existence de 4 cas de collision locale en période de reproduction (cf. Tableau 12).

La sensibilité de l'espèce est basée sur le nombre total de cas de collision recensé en Europe, soit 673 cas (Dürr, 2022). La répartition géographique des cas de collision est très hétérogène puisque la majorité des cas proviennent d'Espagne avec 273 collisions avérées. La France, arrive en deuxième position avec un nombre de collision avoisinant les 160 individus.

La situation locale du parc de Saint-Barnabé est intéressante pour les mouvements de Faucon crécerelle qui y retrouve des habitats favorables pour s'y nourrir comme les champs ouverts et les réseaux de haies qui bordent certaines parcelles. En conséquence, le parc est bien utilisé par l'espèce.

Le niveau d'impact résiduel du parc éolien sur les populations locales de Faucon crécerelle peut donc être évalué comme suit :

Evaluation de l'impact réel sur les populations de Faucon crécerelle

Paramètres	1 ^{re} étape	2 ^e étape	3 ^e étape
Portée d'impact	4 cas de collision = fort	Intensité d'impact (Portée x sensibilité) Populations abondantes et taux de collision fort = fort	Niveau d'impact résiduel => Fort => Moyen
Sensibilité à l'impact			
Enjeu spécifique stationnel	/		= Moyen

En tenant compte de l'échantillonnage de mortalité dans le temps et du taux de disparition local élevé des cadavres, ce niveau d'impact résiduel est estimé à « moyen ». En effet, la population locale de Faucon crécerelle autour du parc de Saint-Barnabé est estimée à minima à 2 couples. Les cadavres retrouvés montrent la mortalité de deux adultes (1 mâle et 1 femelle) ainsi que deux individus qui n'ont pu être âgés. Nous pouvons donc dire que le parc de Saint-Barnabé a impacté la moitié des couples reproducteurs du secteur.

Nous pouvons donc conclure que le parc a un impact non-négligeable (fort) sur les populations nicheuses locales de Faucon crécerelle.

6.4.1.3 Cas du Faucon hobereau

Afin d'évaluer la situation locale du Faucon hobereau vis-à-vis du risque éolien, il convient de rappeler les caractéristiques spécifiques suivantes :

- Espèce de sensibilité forte (classe 3) à la collision ;
- Espèce ayant un enjeu spécifique régional moyen, statut "Quasi-menacé" (espèce protégée qui subit un déclin de 34% sur les dix dernières années) ;
- Des nicheurs probables ont été notés dans les communes voisines mais aucune observation en dehors du cadavre retrouvé n'a été faite sur le parc ou sur la commune de Saint-Barnabé. Nous ne pouvons donc pas affirmer que le Faucon hobereau utilisait le parc régulièrement.
- Existence d'un cas de collision locale en période de reproduction (cf. Tableau 12).

La sensibilité de l'espèce est basée sur le nombre total de cas de collision recensé en Europe, soit 33 cas (Dürr, 2022). La répartition géographique des cas de collision est très hétérogène puisque la majorité des cas proviennent du Danemark suivi ensuite par la France.

Le niveau d'impact résiduel du parc éolien sur les populations locales de Faucon hobereau peut donc être évalué comme suit :

Evaluation de l'impact réel sur les populations de Faucon Hobereau

Paramètres	1 ^{re} étape	2 ^e étape	3 ^e étape
Portée d'impact	1 cas de collision = Moyen	Intensité d'impact (Portée x sensibilité) Populations abondantes et taux de collision moyen = faible	Niveau d'impact résiduel => Moyen => Faible
Sensibilité à l'impact			
Enjeu spécifique stationnel	/		= Faible

6.4.2 OCCUPATION DU SOL ET ACTIVITE

L'analyse de l'occupation du sol ne met pas en évidence qu'un type d'assoulement soit plus attractif qu'un autre pour l'avifaune nicheuse, migratrice et hivernante.

Cependant, il est à noter que les friches herbacées (herbes hautes) aux pieds des éoliennes constituent des habitats riches en proies pour diverses espèces notamment le Faucon crécerelle qui est sensible au risque de collision et qui chasse régulièrement au niveau des mâts ou des pales des éoliennes.





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 (Faucon crécerelle, Pigeon ramier). La mortalité constatée concerne également des individus migrateurs (Faucon hobereau, local probable).

Le tableau ci-dessous présente le niveau d'impact avéré du parc de Saint-Barnabé 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	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5	
					Sensibilité à l'impact (Dürr, 2022)	Portée de l'impact	Intensité d'impact	Enjeu spécifique sur le site	Niveau d'impact par espèce	
Faucon crécerelle <i>Falco tinnunculus</i>	LC	NT	NA	LC	Assez forte (673 cas en Europe, dont 160 en France)	Fort 1 cadavre (E2, 19/07/22) ; 2 cadavres (E4, 07/06/22 et 26/07/22) ; 1 cadavre (E6, 13/09/22) Population du secteur fortement impactée par le parc [Locaux]	Fort	Faible	Faible	
Faucon hobereau <i>Falco subbuteo</i>	LC	LC	NA	NT	Moyen (33 cas en Europe, dont 7 en France)	Faible 1 cadavre (E2, 03/08/22) [Local probable]	Faible	Moyen	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
Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i>	LC	LC	NA	LC	Faible (279 cas en Europe, dont 39 en France)	Faible (2 cadavres (E4 et E6, 19/07/22) ; 1 cadavre (E2, 03/08/22) ; 1 cadavre (E1, 16/08/22) [Locaux])	Faible	Faible	Négligeable

Le niveau d'impact constaté pour la mortalité est « moyen » pour le Faucon crécerelle et « négligeable » pour le Faucon hobereau. Pour rappel, ces deux espèces 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. Enfin, le Faucon hobereau est inscrit comme « Quasi-menacé » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne. Le Pigeon ramier, quant à lui, a un niveau d'impact considéré comme « négligeable ».

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. Le niveau d'impact avéré sur le Faucon crécerelle a été étendu sur l'ensemble de la période suivie car présent en permanence sur le site.

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
Janvier		-	Non suivi	
Février		-	Non suivi	
Mars		-	Non suivi	
Avril		-		
Mai		-		
Juin		1 Faucon crécerelle		
Juillet	En période de migration prénuptiale et postnuptiale, nous pouvons retenir un passage plus soutenu le long des boisements et réseaux de haies qui entourent le parc. Les oiseaux privilégient également leurs passages entre les éoliennes 2 et 3 et 3 et 4. Le reste des flux sont diffus au sein du parc de Saint-Barnabé.	2 Pigeons ramiers + 2 Faucons crécerelle	Période suivie : 48,2 [IC 80 % : 29,1 - 71,2]	Faible (Faucon crécerelle)
Août	En période de nidification, plusieurs individus de Faucons crécerelles et de busards variables ont été observés en chasse ou en transit sur le parc avec une proximité forte avec les éoliennes notamment pour les Faucons.	1 Faucon hobereau + 2 Pigeons ramiers		
Septembre		1 Faucon crécerelle		
Octobre		-		
Novembre		-	Non suivi	
Décembre		-	Non suivi	

7.2 CHAUVES-SOURIS

Aucun cadavre de chauves-souris n'ayant été trouvé sur le parc de Saint-Barnabé durant l'intégralité du suivi, il n'est pas possible d'évaluer un quelconque niveau d'impact avéré.

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

Le parc de Saint-Barnabé, mis en service en 2007 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.

Un cadavre de Pipistrelle commune avait été découvert le 25 juillet 2015 ainsi que deux cadavres d'oiseaux : 1 Roitelet à triple bandeau (04/09/2014), 1 Chardonneret élégant (24/03/2015), 4 plumées de Pigeon sp., une plumée de Pigeon ramier et deux de Goélands sp. (jeunes).

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

Les résultats bruts obtenus sont différents entre les deux suivis. En 2014-2015, un cadavre de chiroptère a été découvert mais aucun pour le suivi réalisé de 2022. Pour les oiseaux, les espèces retrouvées aux pieds des éoliennes sont différentes. Lors du suivi de 2014-2015, Des goélands, des pigeons, 1 Roitelet à triple bandeau et 1 Chardonneret élégant ont été retrouvés. Le suivi de 2022 montre quant à lui des collisions composées majoritairement de rapaces avec 4 Faucons crécerelles et 1 Faucon hobereau. La seule espèce commune aux deux suivis est le Pigeon ramier.

En termes de répartition des cadavres lors du suivi de 2014-2015, la majorité des cadavres et/ou plumées (4) ont été retrouvés au pied de l'éolienne 2. Lors du suivi de 2022, 3 cadavres ont été retrouvés sous l'éolienne 2 ce qui représente également une bonne partie des individus découverts. Ce constat peut s'expliquer au vu de l'emplacement de l'éolienne 2. En effet, elle se trouve entre une haie et un boisement. Les individus impactés réalisaient probablement un transit entre ces deux milieux. Les autres cadavres sont répartis de manière plus aléatoire entre les éoliennes 4 et 6. Au cours des deux suivis, aucun cadavre n'a été retrouvé sous les éoliennes 3 et 5. Ce constat peut en partie s'expliquer par le pourcentage de prospection, les plus faibles du parc pour ces deux éoliennes en 2022 (46% pour l'éolienne 3 et 44% pour l'éolienne 5).

Évaluation du niveau d'impact pour les chiroptères, contextualisée par mois sur la base des activités enregistrées et de la mortalité en 2014-2015

Mois	Critères d'évaluation	Niveau d'impact en 2014-2015
Avril	-	-
Mai	-	-
Juin	-	-
Juillet	1 Pipistrelle commune E6 (25/07/2015)	Négligeable
Août	-	-

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

En conclusion, le niveau d'impact pour chacune des espèces dont la mortalité a été constatée en 2022 sur le parc de Saint-Barnabé 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 « faible » à « négligeable » pour les oiseaux, et non évalué pour les chiroptères, aucun cadavre n'ayant été trouvé.**

Le niveau d'impact pour les oiseaux apparaît « faible » tout au long du suivi, soit de janvier à décembre (cas du Faucon crécerelle).

Pour les chauves-souris, il n'a pas été évalué mais peut être estimé de négligeable en l'état (aucun cadavre trouvé).

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

Évaluation du niveau d'impact pour les oiseaux, contextualisée par mois sur la base de la sensibilité des espèces et des cas de mortalité découverts en 2014 - 2015

Mois	Critères d'évaluation	Niveau d'impact en 2014-2015
Septembre	1 Roitelet à triple bandeau E2 (04/09/2014)	Faible
Octobre	-	-
Novembre	-	-
Décembre	-	-
Janvier	-	-
Février	1 Pigeon sp. E2 et 1 Pigeon ramier E4 (11/02/2015) 1 Goéland sp. E2 (25/02/2015)	Faible
Mars	1 Goéland sp. E2 (24/03/2015) 1 Chardonneret élégant E6 (24/03/2015)	Faible
Avril	-	-
Mai	-	-





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 prévoient 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

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**, aucun cadavre de chauves-souris ayant été découvert en 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, il est prévu 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 Saint-Barnabé, le suivi acoustique à hauteur de nacelle, réalisé en 2022 sur l'éolienne E4, n'a pas permis de suivre l'activité chiroptérologique. En effet, l'appareil a été déconnecté le 14 juillet lors d'une maintenance nécessitant de brancher des outils sur prise secteurs, il n'a pas été relancé. Pendant ce temps réduit de fonctionnement, seuls 43 sons enregistrés correspondent à des contacts de chiroptères. Il n'est donc pas possible d'évaluer le pourcentage de l'activité chiroptérologique globale protégé par augmentation de la « *cut-in speed* ».

Le tableau ci-après détermine pour chaque mois les paramètres de limitation du « Free wheeling » 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

Les paramètres préconisés ci-dessus s'appliquent à l'ensemble des éoliennes du parc de Saint-Barnabé. **Il est ainsi prévu 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 sera aussi bénéfique, indirectement, aux oiseaux migrateurs, certaines de ces espèces étant des victimes suspectées du parc de Saint-Barnabé (Faucon hobereau ?).

8.2 CONTROLE DE L'ECLAIRAGE NOCTURNE

Chaque éolienne est équipée d'une lampe 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 se réunissant 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, cette dernière espèce ayant été impacté au cours du suivi 2022 (4 cadavres). **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).** 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 permettra la mise en œuvre de cette mesure.

Il est à noter que les plateformes du parc éolien de Saint-Barnabé 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 audiois (11). Présentation lors du colloque éolien à Reims les 15, 16 et 17 septembre 2010. ADEME, MEEDM, 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.
- Alcada J.T. 2003.** Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos – 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.
- Arnett E. 2005.** Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia : An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. Final report prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative. 187p.
- Arnett E., 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.** Fledermaus 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 sensoring 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. & Rodriguez 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. & Cabral 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-Westfalen. Windenergie und vogel : Ausmass und bewältigung 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 wind farms: a practical 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 conflicts 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

- Bougey 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-Weissbach H. 2002.** Welche Auswirkungen haben Windenergieanlagen auf Fledermäuse? *Der Flattermann* 14(2): 31-32
- Brinkman R., Schauer-Weissbach 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. & Körner-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. 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 Rhônes 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.crfp.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.** Suivi 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., Bonacorso 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.
- Dodelin 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., Olioso 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. 2021.** 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 : mai 2021.
- Écosphère. 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 Détriot (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., Kroner 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. *Natur. Oriolus* 69(4) : 145-155.
- Everaert J., Devos K. & Kuijken E. 2002.** 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/Cepesc 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.
- Grajetzki 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. DIEDERICHS, B. STAHL, D. DÖRTE & G. NEHLS. 2005.** Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisions-risikos von Vögeln an Windenergieanlagen. 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 Northern 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 mètres 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 mortality 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, Bergenshusen.
- 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. & Shepherd 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 development at 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., Lorilliere 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. & Niermann. 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. NVK 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 Rahmen-bedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In : BRINKMANN R., BEHR O., NIERMANN I. & REICH M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. *Umwelt und Raum* Bd. 4, 40-115, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- 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. & Usgeard 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 vindmøelles invirkning pa fuglelivet. Fugles reaktioner pa opfoerelse og ideftsaettelsen af tjaereborgmoellen 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-Sauvage M.-J., Karapanda B., Kovac D., Kervyn T., Dekker J., Kepel A., Bach P., Collins J., Harbusch C., Park K., Micevli B. and Minderman J.** 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014. *EUROBATS Publication Series No. 6* (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany. 133p.
- Roelleke 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., Carvalho 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'Etude 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'Etude 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 Montbeliard. 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.
- IUCN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS. 2016.** La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.
- IUCN FRANCE, MNHN, SFEPM & ONCFS. 2017.** La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
- IUCN FRANCE. 2012.** Liste rouge des chiroptères de la région Centre (validation CSRPN de 11/2013)
- IUCN 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.
- Winkelmann 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.
- Winkelmann 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.

ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES

Date	Tâche	Intervenant	Intervalle (j)
08/04/2022	Suivi mortalité	Maxime Leroy	
15/04/2022	Suivi mortalité	Maxime Leroy	7
21/04/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	6
27/04/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	6
06/05/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	9
10/05/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	4
17/05/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
23/05/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	6
31/05/2022	Suivi mortalité Tests efficacité	Valentin Guiho et Yves Dubois	8
07/06/2022	Test de persistance (dépôt) + Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
08/06/2022	Test de persistance (J+1)	Valentin Guiho	
10/06/2022	Test de persistance (J+3)	Valentin Guiho	
14/06/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Valentin Guiho	7
17/06/2022	Test de persistance (J+10)	Valentin Guiho	
21/06/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Valentin Guiho	7
28/06/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
05/07/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
12/07/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
19/07/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
26/07/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
03/08/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	8
09/08/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	6
16/08/2022	Suivi mortalité	Jean Courtin	7
23/08/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
30/08/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
06/09/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
13/09/2022	Test de persistance (dépôt) + Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
14/09/2022	Test de persistance (J+1)	Valentin Guiho	
16/09/2022	Test de persistance (J+3)	Valentin Guiho	
20/09/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Valentin Guiho	7
23/09/2022	Test de persistance (J+10)	Quentin Le Bayon	

Date	Tâche	Intervenant	Intervalle (j)
27/09/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Valentin Guiho	7
04/10/2022	Suivi mortalité Test de performance	Valentin Guiho et Quentin Le Bayon	7
11/10/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
18/10/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7
25/10/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7



ANNEXE 2 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI

Période	Sous-période	Nbr de passages	EOL1			EOL2			EOL3			EOL4			EOL5			EOL6			% moyen de surface prospectée sur SBN :
			Prospecté	Non prospecté	% prospecté																
1 (avril à juillet)	Avril	4	2905	4919	37%	3423	4402	44%	7825	0	100%	2541	5286	32%	3511	4313	45%	6066	1759	77%	56%
	Mai	4	1898	5926	24%	1935	5890	25%	7825	0	100%	758	7067	10%	4654	3170	59%	1036	6788	13%	39%
	Juin	5	1535	6288	20%	3684	4142	47%	408	7418	5%	756	7065	10%	4655	3170	59%	1037	6789	13%	26%
	Juillet	4	3954	3871	50%	6307	1518	81%	408	7417	5%	4269	3556	54%	2368	5456	30%	4389	3436	56%	46%
2 (août à octobre)	Août	5	6917	907	88%	6307	1518	81%	408	7417	5%	7780	45	99%	3953	3871	50%	7741	83	99%	70%
	Septembre	4	6917	907	88%	6307	1518	81%	2058	5767	26%	7780	45	99%	3953	3871	50%	7741	83	99%	74%
	Octobre	4	5868	0	75%	6263	1562	80%	7825	0	100%	861	6963	11%	783	7041	10%	1036	6789	13%	48%
Moyenne :				55%			63%			46%			46%			44%			53%	51%	-

ANEXE 3 : SYNTHESE DES CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE

Ordre	Nom_français	Nom_scientifique	Sexe	Date_ramassage	Coord_X_L93	Coord_Y_L93	Distance_mat	Num_eolienne	Nbre_eol_parc	Dcouvreur	Identificateur	Etat	Occupation du sol	Visibilité
Falconiformes	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Femelle	07/06/2022	274045	6795697	10 mètres	E4	6	Valentin Guiho	Valentin Guiho	Frais	Culture	Bonne
Colimbiformes	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	?	19/07/2022	274849	6794945	35 mètres	E6	6	Valentin Guiho	Valentin Guiho	Moyen	Culture	Bonne
Colimbiformes	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	?	19/07/2022	274464	6795267	20 mètres	E4	6	Valentin Guiho	Valentin Guiho	Plumée	Culture	Bonne
Falconiformes	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	?	19/07/2022	274059	6795688	20 mètres	E2	6	Valentin Guiho	Valentin Guiho	Sec	Plateforme	Bonne
Falconiformes	Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	?	03/08/2022	274044	6795689	10 mètres	E2	6	Valentin Guiho	Valentin Guiho	Frais	Plateforme/culture	Bonne
Colimbiformes	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	?	03/08/2022	274073	6795678	40 mètres	E2	6	Valentin Guiho	Valentin Guiho	Plumée	Culture	Bonne
Falconiformes	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	?	13/09/2022	274909	6794933	40 mètres	E6	6	Valentin Guiho	Valentin Guiho	Frais	Culture	Bonne
Falconiformes	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Mâle	26/07/2022	274479	6795238	40 mètres	E4	6	Valentin Guiho	Valentin Guiho	Sec	Culture	Bonne
Colimbiformes	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	?	16/08/2022	273973	6795944	15 mètres	E1	6	Jean Courtin	Jean Courtin	Plumée	Culture	Bonne

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... Saint-Barnabé 2022 _cadavres_tot.csv
Upload complete

Nb lignes lues = 30

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

Browse... Saint-Barnabé_persistence_2022.csv
Upload complete

Nombre de lignes lues = 57

Méthode de calcul des intervalles de confiance

Non-paramétrique
 Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

6.7

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

150

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

127

Pourcentage de la surface prospectée =

0.51

CALCULER

Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Données en entrée

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

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

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

3, 3, 1, 0, 1, ..., 14, 1, 1, 1, 1

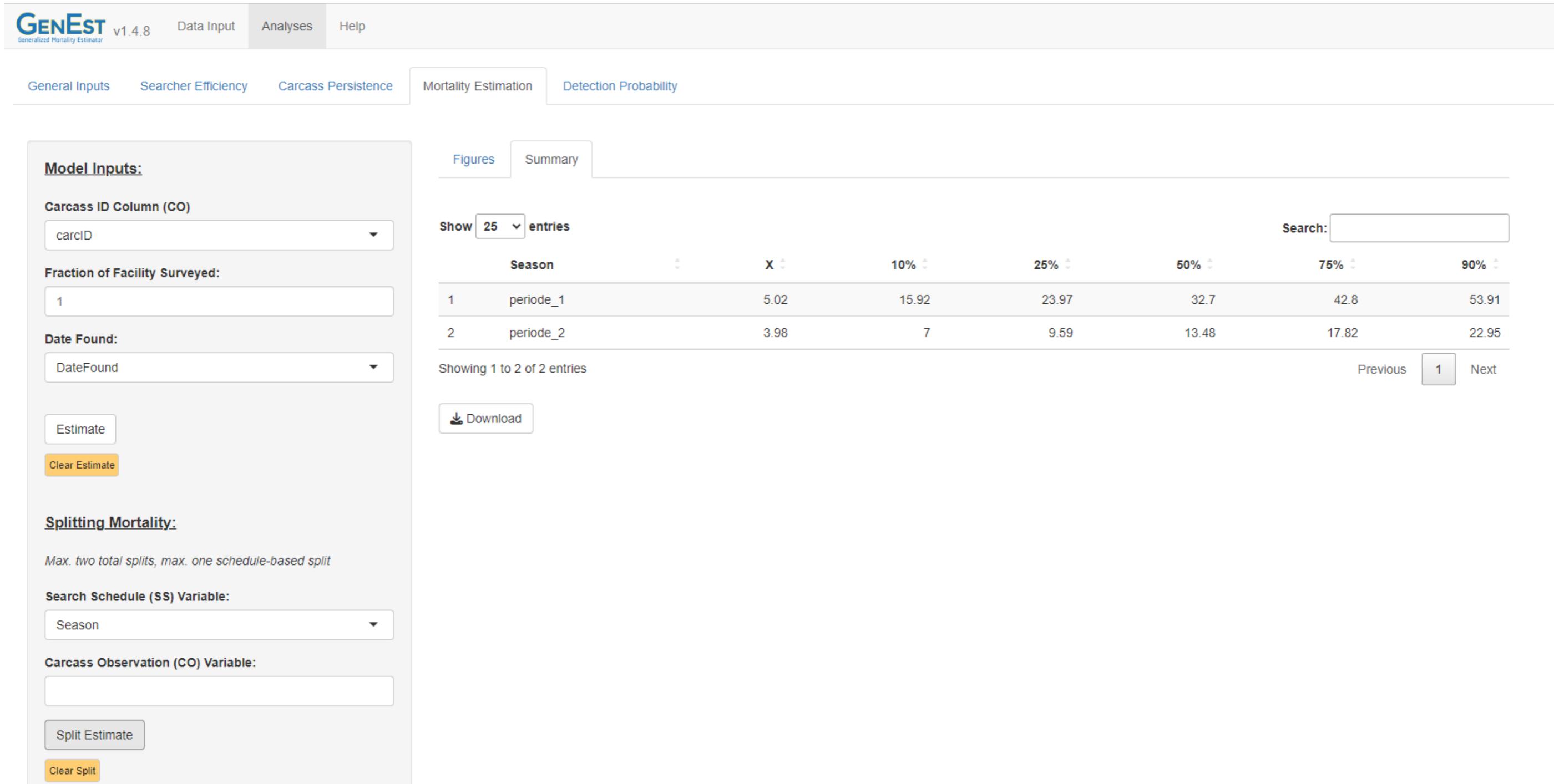
Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	50.21	18.93	100.34	27.73	80.45
Huso	58.26	22.52	111.44	32.85	90.52
Winkelmann	144.07	50.42	368.22	75.77	264.01
Jones	69.06	26.08	141.61	38.22	111.58

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.



The screenshot shows the GENEST software interface, version v1.4.8, with the 'Analyses' tab selected. The 'Mortality Estimation' sub-tab is active. The 'Model Inputs' section on the left includes fields for 'Carcass ID Column (CO)' (set to 'carcID'), 'Fraction of Facility Surveyed' (set to '1'), 'Date Found' (set to 'DateFound'), and buttons for 'Estimate' and 'Clear Estimate'. The 'Summary' tab is selected in the top navigation bar. The main area displays a table of mortality estimation results. The table has columns for 'Season' (with entries 'periode_1' and 'periode_2'), 'X' (5.02 and 3.98), and '10%', '25%', '50%', '75%', and '90%' quantiles (15.92, 23.97, 32.7, 42.8, 53.91, 7, 9.59, 13.48, 17.82, 22.95). The table includes a 'Show 25 entries' dropdown, a 'Search' input field, and navigation buttons for 'Previous' (1) and 'Next'. A 'Download' button is also present. The 'Splitting Mortality' section on the left includes fields for 'Search Schedule (SS) Variable' (set to 'Season') and 'Carcass Observation (CO) Variable', and buttons for 'Split Estimate' and 'Clear Split'.

Season	X	10%	25%	50%	75%	90%
periode_1	5.02	15.92	23.97	32.7	42.8	53.91
periode_2	3.98	7	9.59	13.48	17.82	22.95

- Résultats obtenus pour l'ensemble des cadavres sur l'ensemble du suivi. 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)
carcID

Fraction of Facility Surveyed:
1

Date Found:
DateFound

Splitting Mortality:

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

Search Schedule (SS) Variable:

Carcass Observation (CO) Variable:

Figures Summary

Show 25 entries Search:

	X	10%	25%	50%	75%	90%
1	9	26.63	35.03	45.22	57.42	69.52

Showing 1 to 1 of 1 entries Previous Next



ANNEXE 6 : PARAMETRES SERVANT A L'ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE AVEC « GENEST

Test 1	
DATAFILES INPUTS :	DWP_par période
<i>Model inputs</i>	
Number of iteration	1000
Confidence level	0,8
Carcass Class Column	Season
<i>Model inputs</i>	
Observations	Efficacité1
Predictor variables	Visibility
Fixed k	0,75
<i>Selection</i>	
p model /p ~	Constant période_1 et période_2
k model	0,75
<i>Model inputs</i>	
Last time present	LastPresent
First time absent	FirstAbsent
Predictor variables	-
Distributions	Loglogistic période_1 et Lognormal période_2
<i>Selection</i>	
Distribution	Lognormal période_1 et période_2
Location ~	constant
Scale ~	constant
<i>Model inputs</i>	
Carcass ID	carID
Fraction of Facility Surveyed	1
DWP	-
Date found	DateFound
<i>Split mortality</i>	
Search Schedule (SS) Variable	Season
Carcass Observation (CO) Variable	IdEolienne
Search interval	Aucun
Total span	<i>Season</i>



ANNEXE 7 : DEMANDE DE DEROGATION POUR LA CAPTURE OU L'ENLEVEMENT DE CADAVRES DE CHIROPTERES ET D'OISEAUX PROTEGES



PRÉFET
DES CôTES-
D'ARMOR

Liberté
Égalité
Fraternité

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 SAINT-BARNABÉ

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^e 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
Prefet22

1/9

Vu la demande en date du 22 février 2022 portée par M. Sylvain CHAUVAUD, directeur de l'Agence Ouest d'Écosphère 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 SAINT-BARNABÉ (22600) ;

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 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^e: Bénéficiaire et nature de la dérogation

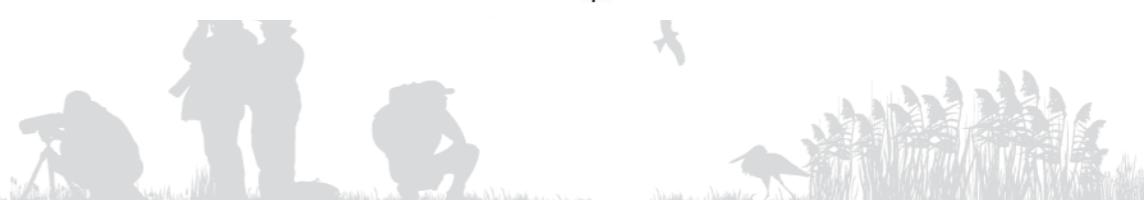
M. Sylvain CHAUVAUD, directeur de l'Agence Ouest Écosphère – TBM environnement, situé 2 rue de Suède à AURAY (56400), désigné dans le présent arrêté comme le bénéficiaire, est autorisé, conformément au contenu du dossier de demande de dérogation et sous réserve des dispositions définies dans le présent 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 SAINT-BARNABÉ (22600).

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 à minima pour chaque espèce : le nombre d'individus, les dates et lieux de prélèvement (cartographie), le sexe (si identifiable) et 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.

12 JUIN 2022
Saint-Brieuc, le
Pour le Préfet et par délibération
Le Directeur d'Aménagement
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 SAINT-BARNABÉ

Liste des espèces de la dérogation :

Nom vernaculaire	Nom latin
Avifaune	
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>
Alouette hausscol	<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 sandreling	<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</i>
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>
Bondrée aipivore	<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 cirrus</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>
Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucus</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 babillard	<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>

5/9

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>Mergus 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>
Hypolais polyglotte	<i>Hippolais 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>
Martinet 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>Ichthyaetus melanocephalus</i>
Mouette pygmée	<i>Hydrocoloeus minutus</i>
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>
Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>
Mésange à moustaches	<i>Panurus 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, Pivot	<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 effarvatte	<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>
Tadorne 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>
Tournepieire 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'Alcathoé	<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>Vesptilio murinus</i>
Nocture de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>

9/9



ANNEXE 8 : LISTE DES OISEAUX OBSERVÉS SUR LE PARC DE SAINT-BARNABÉ

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut biologique Bretagne	Législation national	Liste rouge Bretagne		Sensibilité aux éoliennes Dürr 2022
				Nicheur	Migrateur	
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	NS M H	Art. 3	LC	-	0
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	N M H	Art. 3	NT	DD	1
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	N M H	-	LC	DD	0
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	1
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	NR M H	-		DD	1
Bergeronnette de Yarrell	<i>Motacilla alba yarrellii</i>	NR M H	Art. 3	LC	DD	-
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	NS M H	Art. 3	LC	DD	-
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	0
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	N M	Art. 3	NT	DD	0
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>	M H	Art. 3	-	LC	1
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	N M	Art. 3	LC	NA	2
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	NS	Art. 3	LC	-	-
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	NS	Art. 3	VU	NA	-
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	N M H	Art. 3	VU	DD	0
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	NS	Art. 3	NT	NA	0
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	NS	Art. 3	LC	NA	0
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	N M H	Art. 3	EN	DD	2
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	N M H	Art. 3	EN	DD	3
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	3
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	NS M H	-	LC	LC	2
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	0
Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>	M H	Art. 3	-	DD	-
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	NS	Art. 3	LC	LC	-
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	NS	-	LC	-	1

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut biologique Bretagne	Législation national	Liste rouge Bretagne		Sensibilité aux éoliennes Dürr 2022
				Nicheur	Migrateur	
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	2
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	N M H	-	LC	LC	0
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	N M H	Art. 3	LC	-	3
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	0
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	N M	Art. 3	LC	DD	0
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	N M	Art. 3	LC	DD	0
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	NS M H	-	LC	-	0
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	N M	Art. 3	LC	DD	0
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	N M H	Art. 3	LC	LC	2
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	N M H	Art. 3	VU	NA	4
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	N M H	Art. 3	VU	LC	1
Grande Aigrette	<i>Casmerodius albus</i>	M H	Art. 3	NA	EN	1
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	NS	Art. 3	LC	-	0
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	NS M H	-	LC	DD	1
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	M H	-	-	DD	0
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	M H	-	-	DD	0
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	N M H	-	LC	DD	0
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	NR M H	Art. 3	VU	DD	0
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	2
Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis</i>	N M H	Art. 3	EN	NT	3
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	N M HR	Art. 3	LC	DD	0
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolais polyglotta</i>	N M	Art. 3	LC	NA	0
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	0
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	N M	Art. 3	LC	DD	1
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	NS M H	-	LC	DD	0
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	NS	Art. 3	LC	DD	0

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut biologique Bretagne	Législation national	Liste rouge Bretagne		Sensibilité aux éoliennes Dürr 2022
				Nicheur	Migrateur	
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	NS M H	Art. 3	LC	LC	0
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	NS	Art. 3	LC	NA	0
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i>	NS	Art. 3	LC	-	-
Mésange noire	<i>Periparus ater</i>	N M H	Art. 3	NT	NA	0
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	NS M	Art. 3	LC	-	0
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	NS	-	DD	-	2
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	NS	Art. 3	LC	NA	0
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	NS	Art. 3	LC	-	-
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	NS	Art. 3	LC	-	1
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	NS	-	LC	-	0
Pigeon biset domestique	<i>Columba livia</i>	NS	-	-	-	NA
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	N M H	-	LC	DD	1
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	N M H	-	LC	DD	1
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	0
Pinson du Nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	M H	Art. 3	-	DD	-
Pipit des arbres	<i>Anthus Trivialis</i>	N M	Art. 3	LC	DD	0
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	N M H	Art. 3	VU	DD	0
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	M H	-	-	LC	1
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	N M	Art. 3	EN	DD	0
Pouillot vêloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	N M H	Art. 3	LC	-	0
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	1
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	1
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	0
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	NS M H	Art. 3	LC	NA	0
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	N M	Art. 3	CR	DD	1
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	NS M H	Art. 3	LC	NA	0

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut biologique Bretagne	Législation national	Liste rouge Bretagne		Sensibilité aux éoliennes Dürr 2022
				Nicheur	Migrateur	
Tarin des aulnes	<i>Spinus spinus</i>	N (couple 2022) M H	Art. 3	-	DD	0
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	N M	-	LC	DD	2
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	NS M H	-	LC	NA	0
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	N M	Art. 3	EN	DD	0
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	NS	Art. 3	LC	-	0
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	N M H	-	VU	DD	2
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	-