



# Parc éolien de Saint-Alban (22)

## Suivi post-implantation 2022

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

25/04/2023



## INFORMATIONS & CONTACTS ●●●

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

Étude réalisée pour : BETA RENEWABLES France - Saint-Alban



25 Quai Panhard et Levassor 75013 PARIS

Contact client :



Solène Dehillerin



[Solene.dehillerin@edpr.com](mailto:Solene.dehillerin@edpr.com)

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



2 Rue de Suède - 56400 Auray



02 97 56 12 90

#### Coordination

Michaël ROCHE  
*Chargé de projets faune*

#### Suivi de mortalité

Guillaume LE GUEN/Michaël ROCHE  
*Chargés d'études/de projets faune*

#### Analyses faunistiques

Michaël ROCHE/Jean Courtin/Valentin GUIHO  
*Chargés de projets/d'études faune*

Ségolène ANTOINE-HOUY

Technicienne Faune (Analyses des sons des SM4Bat)

Elise ANDRE  
*Chargée d'étude faune de l'agence Centre-Bourgogne*

#### SIG et cartographie

Mireille LECOEUVE  
*Géomaticienne*

#### Contrôle qualité

Manon ACQUEBERGE  
*Chargée de projets faune de l'agence Centre-Bourgogne*

## CONTEXTE ●●●

Le parc éolien de Saint-Alban est constitué de 5 éoliennes de 2 MW chacune, de type Vestas 90. Il a été mis en service en 2009. Ce parc se situe sur la commune de Saint-Alban, au nord de la ville de Saint-Brieuc, 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-Alban 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 MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX .....	11
3.2	SUIVI DE L’ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE .....	17
3.3	SUIVI COMPORTEMENTAL DE L’AVIFAUNE .....	20
3.4	METHODE D’EVALUATION DES ESPECES FREQUENTANT LE PARC.....	21
3.5	METHODE DE DEFINITION DES IMPACTS ET DES MESURES DE REDUCTION ADAPTEES AU PARC .....	25

**4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI DE MORTALITE 27**

4.1	RESULTATS BRUTS .....	27
4.2	VARIABLES SERVANT A L’ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE .....	30
4.3	ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE .....	33
4.4	CONCLUSION SUR LE SUIVI DE MORTALITE .....	34

**5. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE 35**

5.1	VALIDITE DU MATERIEL UTILISE .....	35
5.2	DESCRIPTION DES ACTIVITES ENREGISTREES .....	35
5.3	SYNTHESE ET EVALUATION DES ACTIVITES.....	38
5.4	REPARTITION DE L’ACTIVITE SELON L’HEURE DE LA NUIT .....	39
5.5	DISTRIBUTION DE L’ACTIVITE SELON LES VITESSES DE VENT.....	40
5.6	DISTRIBUTION DE L’ACTIVITE SELON LA TEMPERATURE .....	40
5.7	CONCLUSION DU SUIVI ACOUSTIQUE A HAUTEUR DE NACELLE .....	40

**6. RESULTATS ET INTERPRETATION DU SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS AU SOL 42**

**7. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI COMPORTEMENTAL DE L’AVIFAUNE 52**

7.1	COMPORTEMENT DES ESPECES NICHEUSES .....	52
7.2	COMPORTEMENT DES ESPECES MIGRATRICES.....	56
7.3	COMPORTEMENT DES ESPECES HIVERNANTES .....	58

**8. EVALUATION DES IMPACTS PAR COLLISION ET BAROTRAUMATISME 60**

8.1	OISEAUX .....	60
8.2	CHAUVES-SOURIS .....	60
8.3	ELEMENTS DE COMPARAISON AVEC LE PREMIER SUIVI DE MORTALITE (2014-2015) .....	62

**9. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION 63**

9.1	PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FREQUENTANT LE PARC PAR UN BRIDAGE NOCTURNE DIFFERENCIE .....	63
9.2	CONTROLE DE L’ECLAIRAGE NOCTURNE .....	63
9.3	GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES.....	64

**10. MESURES DE SUIVI 64**

**11. BIBLIOGRAPHIE 65**

**ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITE ET DES TESTS ASSOCIES70**

**ANNEXE 2 : SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNE AU COURS DU SUIVI 71**

**ANNEXE 3 : SYNTHESE DES CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE 72**

**ANNEXE 4 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR D’EOLAPP 73**

**ANNEXE 5 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITE REELLE OBTENUES A PARTIR DE GENEST 74**

**ANNEXE 6 : PARAMETRES SERVANT A L’ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE AVEC « GENEST » 76**

**ANNEXE 7 : DEMANDE DE DEROGATION POUR LA CAPTURE OU L’ENLEVEMENT DE CADAVRES DE CHIROPTERES PROTEGES 77**

**ANNEXE 8 : LISTE DES OISEAUX OBSERVES SUR LE PARC DE SAINT-ALBAN 82**

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

### ❖ Présentation du parc éolien suivi

Le parc éolien de Saint-Alban est situé sur la commune de Saint-Alban, situé au Nord de la ville de Saint-Brieuc, dans le département des Côtes d'Armor (22) en Bretagne.

Le parc est constitué de 5 éoliennes implantées en cultures et bocage.

### ❖ Contexte du suivi post-implantation de 2022

Le parc de Saint-Alban a été mis en service en 2009. Un premier suivi post-implantation a été réalisé en 2014-2015. Ce dernier était composé d'un suivi de la mortalité (32 passages répartis entre octobre 2014 et octobre 2015 en fonction des périodes de sensibilités pour les espèces), d'un suivi comportemental de l'avifaune (3 passages pour l'avifaune migratrice et 2 en période de reproduction) et d'un suivi de la fréquentation des chauves-souris au sol (3 sessions d'écoute active entre mai et août). Celui-ci a conclu que le parc de Saint-Alban 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-Alban 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.

#### *Mortalité*

Les 5 éoliennes du parc, se trouvant au sein d'un territoire agricole et bocager, dominé par des espaces cultivés, des prairies et des boisements de taille variée, 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 07 avril et le 26 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.

**Deux tests de persistance** ont été réalisés sur le parc de Saint-Alban. La pose des leurres a été réalisé pour le premier test le 07/06/2022 et le second le 13/09/2022, avec un suivi de la persistance des leurres répartis sur les éoliennes à J+1, J+3, J+7, J+10 et J+14. **Les tests d'efficacité** des observateurs, réalisé le 01/06/2022 et le 05/10/2022, ont consisté en la dépose de 108 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 du suivi de la mortalité

#### *Résultats bruts*

La mortalité constatée entre avril et octobre 2022 se compose de **14 individus** :

- **3 oiseaux appartenant à 3 espèces** : Goéland argenté [local], Martinet noir [local] et Pouillot véloce [migrateur] ;
- **11 chiroptères appartenant à au moins 3 espèces** : 7 Pipistrelles communes [locales], 1 Sérotine commune [locale], 2 Pipistrelles de Kuhl [locales], 1 Pipistrelle indéterminée [statut indéterminé].

Les cadavres découverts sont majoritairement concentrés sous les éoliennes 1 et 2 (9 cadavres au total). Les autres cadavres sont dispersés de manière plus homogène (E3, E4, E5). Sous chaque éolienne a été retrouvé au moins un cadavre.

Date de découverte	Chiroptères	Oiseaux
11/05/2022	-	Goéland argenté (E3)
25/05/2022	-	Martinet noir (E1)
13/07/2022	Sérotine commune (E4)	-
27/07/2022	Pipistrelle commune (E5)	-
10/08/2022	Pipistrelle de Kuhl (E1)	-
24/08/2022	Pipistrelle commune (E2)	-
24/08/2022	Pipistrelle commune (E2)	-
24/08/2022	Pipistrelle commune (E2)	-
14/09/2022	Pipistrelle commune (E1)	-
14/09/2022	Pipistrelle commune (E1)	-
28/09/2022	-	Pouillot véloce (E3)
11/10/2022	Pipistrelle de Kuhl (E1)	-
11/10/2022	Pipistrelle commune (E1)	-
11/10/2022	Pipistrelle indéterminée (E4)	-

#### *Persistance des cadavres*

Les tests de persistance réalisés à partir de 56 leurres montrent **un taux de persistance de 4 %** durant l'intervalle (7 j).

**La persistance est 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 les collisions. **L'intervalle important entre les passages (un passage tous les 7 j) ne permet pas de réduire les biais liés à la disparition relativement rapide des cadavres** (4 % des cadavres sont toujours en place au bout de 7 j). **On constate donc un fort degré d'imprécision.**

### *Détectabilité (efficacité de l'observateur)*

Le taux moyen de détection est considéré comme bon, avec 76 % de leurres découverts sur l'ensemble de la période de prospection. Ce taux est équivalent pour les deux intervenants ayant effectué des prospections régulières sur le parc de Saint Alban en 2022.

### *Surface prospectée*

La surface moyenne de prospection est de 62 % sur l'intégralité du suivi, avec peu de variabilité entre les éoliennes. Elle est modérée (période 1) à bonne (période 2). Elle est assez hétérogène entre les éoliennes, avec 49 à 91 % 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).

### *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 estimations de la mortalité réelle avec GenEst donnent une valeur médiane de la mortalité d'environ 50,8 chauves-souris [IC 80% : 32,9 - 74,4] et 35,72 oiseaux [IC 80 % : 4,2 - 77,9].

Les estimations concernant la période suivie (avril - octobre) sont assez fiables statistiquement et présentent peu d'incertitudes pour les chauves-souris, mais sont nettement surévaluées pour les oiseaux.

### ❖ Résultats du suivi chiroptérologique à hauteur de nacelle

Au total, durant ce suivi 2022, 626 contacts de chauves-souris ont été enregistrés par le Batmode S+ placé au niveau de l'éolienne E3. Sur cette année de suivi, on constate que l'espèce la plus contactée est la Pipistrelle commune avec un pic de fréquentation en octobre, ce qui en fait le mois avec le plus de contacts enregistrés. Les autres espèces contactées sont la Pipistrelle de Kuhl, la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius et l'Oreillard gris. De manière générale et pour toutes les espèces, les activités enregistrées sont faibles sur ce parc. Cette faible quantité de contacts peut correspondre à une réalité écologique ou être liée au biais de sensibilité du micro, non optimale au cours de ce suivi.

### ❖ Résultats du suivi chiroptérologique 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) 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 et en octobre). Ces écoutes passives ont permis d'identifier 17 espèces de chiroptères parmi lesquelles la Pipistrelle commune domine largement le peuplement chiroptérologique avec 75 % des contacts totaux (12 775 signaux sur les 16 951 enregistrés). 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, leur émancipation, la période de « swarming » (accouplement) et de retour au gîte d'hibernation. Il s'agit d'un résultat classiquement rencontré dans ce type d'habitats « naturels » bretons.

### ❖ Résultats du suivi comportemental de l'avifaune

Sur l'ensemble du suivi, 67 espèces d'oiseaux ont été relevées.

#### *Avifaune nicheuse*

34 espèces nicheuses ont été identifiées dans un rayon de 300 mètres autour des éoliennes avec, pour certaines, une sensibilité moyenne à assez forte au risque de collision. Les enjeux stationnels de conservation sont **moyens pour 5 espèces** (l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, la Bondrée apivore, la Buse variable et le Faucon crécerelle). Aux abords proches, **7 espèces nicheuses** fréquentent régulièrement le parc éolien. Parmi elles, figurent **1 espèce à sensibilité forte à la collision : le Goéland argenté (abondant localement) et 1 espèce à sensibilité faible : le Grand Cormoran.**

Les mouvements locaux révèlent que les espèces nicheuses adoptent des comportements globalement peu risqués vis-à-vis des éoliennes du parc. Les espèces les plus abondantes s'adaptent au parc éolien en privilégiant les abords est et ouest ainsi que les trouées entre éoliennes. La plupart des espèces évoluent dans l'espace de garde au sol des éoliennes. Il convient toutefois de rappeler la découverte d'un cadavre de Goéland argenté en mai par suite d'une collision avec une pale.

#### *Avifaune migratrice*

**67 espèces ont été identifiées sur les deux périodes de migration (prénuptiale/postnuptiale) dont 8 en migration active.** 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 en faibles effectifs. **Les flux migratoires sont globalement diffus** au niveau du parc éolien. Toutefois, il semblerait qu'une voie soit empruntée par les passereaux et les laridés entre les éoliennes E2 et E3. L'observation des comportements en vol ne révèle pas de perturbation nette des trajectoires. Des adaptations de vol sont néanmoins envisageables pour plusieurs espèces puisqu'une majorité des oiseaux observés à proximité du parc se déplacent sous la garde au sol des éoliennes.

#### *Avifaune hivernante*

**44 espèces ont été identifiées à cette période de l'année.** L'activité du parc ne semble pas jouer un rôle particulier sur l'utilisation spatiale de ce groupe d'espèce. Nous retrouvons cependant quelques parcelles agricoles qui accueillent des chiffres intéressants **de passereaux en stationnement, notamment de Pinson des arbres et d'Alouette lulu.** La plupart des espèces qui traversent le parc sont des laridés avec une majorité de Mouette rieuse suivie par le Goéland argenté. Les autres espèces de laridés sont représentées plus anecdotiquement (Goéland brun, Goéland cendré). Les individus traversent le parc pour rejoindre le littoral ou s'alimenter dans les terres (labours, étangs intérieurs, etc.). **Il est toutefois à noter que le groupe des laridés est réputé sensible aux collisions avec les éoliennes. En effet, certains individus observés ont des comportements à risque face aux éoliennes (vol à hauteur de pâle ou traversée du parc sans bifurcation...).** Les passereaux préfèrent évoluer dans les boisements et les réseaux de haies, les exposant moins à un risque de collision.

### ❖ Evaluation des impacts par collision

Pour les oiseaux, le niveau d'impact avéré est **faible pour le Goéland argenté** et négligeable pour le Pouillot véloce et le Martinet noir. Le niveau d'impact global pour l'avifaune est faible toute l'année pour le Goéland argenté et négligeable pour les autres.

Pour les chauves-souris, le niveau d’impact avéré est **moyen pour la Pipistrelle commune et négligeable pour la Sérotine commune et la Pipistrelle de Kuhl**. Ce niveau d’impact est faible en juin-juillet, **moyen d’aout à octobre** et négligeable le reste de l’année pour l’ensemble des chiroptères.

❖ **Mesures de réduction des risques de collision et de suivi**

*Bridage nocturne*

La mortalité résiduelle constatée en 2022 est significative, avec un total de 11 chiroptères découverts appartenant à au moins trois espèces différentes. La mise en place d’un bridage sur le parc de Saint-Alban est donc préconisée.

Les suivis chiroptérologiques à hauteur de nacelle et au sol permettent d’obtenir les meilleures préconisations de bridage en fonction des mois. En effet, ces suivis permettent d’utiliser la méthode d’Ecosphère, appelée Altisphère, pour protéger un taux maximal de contacts de chauves-souris. Pour ce bridage, le taux de protection visé est de 95%.

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

Préconisations de bridage pour réduire les risques de collision des chiroptères issues du suivi de 2022  
(en vert : bridage conseillé)

	Bridages possibles	
Janvier à Mars	Pas de bridage	
Avril à mai	≤ 4 m/s Pendant les 5 premières heures de la nuit > 10°C  Protection estimée toutes espèces : 95 % (58/61)	≤ 4,5 m/s Pendant les 5 premières heures de la nuit > 10°C  Protection estimée toutes espèces : 97 % (59/61)
Juin à juillet	≤ 8 m/s Toute la nuit > 15°C  Protection estimée toutes espèces : 94 % (150/160)	≤ 8,5 m/s Toute la nuit > 15°C  Protection estimée toutes espèces : 96 % (153/160)
Août à octobre	≤ 3,5 m/s Toute la nuit > 15°C  Protection estimée toutes espèces : 87 % (354/405)	≤ 4 m/s Toute la nuit > 15°C  Protection estimée toutes espèces : 97 % (391/405)
Novembre à décembre	Pas de bridage	

Les paramètres de bridage préconisés cette année s’appliquent à l’ensemble des éoliennes du parc de Saint-Alban.

*Contrôle de l’éclairage nocturne*

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

**La durée pendant laquelle la lampe reste allumée ne devra pas dépasser les deux minutes afin de limiter les risques de pollution lumineuse.**

*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 (mars à octobre en général).**

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

*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.**

Au vu des risques de collision pour les chauves-souris qui persistent sur le parc de Saint-Alban, **nous estimons qu’il est nécessaire de vérifier l’efficacité des mesures correctives préconisées en fin de suivi par un autre suivi de mortalité entre avril et octobre 2023, couplé à un suivi chiroptérologique à hauteur de nacelle, afin, le cas échéant, d’ajuster au mieux les paramètres du bridage.**

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

## 1.1 CADRE REGLEMENTAIRE

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

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

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

« - La décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution du projet mentionne :  
1° Les mesures à la charge du pétitionnaire ou du maître d'ouvrage, destinées à éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine, réduire les effets n'ayant pu être évités et, lorsque cela est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits ;  
2° Les modalités du suivi des effets du projet sur l'environnement ou la santé humaine ;  
3° Les modalités du suivi de la réalisation des mesures prévues au 1° ainsi que du suivi de leurs effets sur l'environnement, qui font l'objet d'un ou plusieurs bilans réalisés selon un calendrier que l'autorité compétente pour autoriser ou approuver détermine. Ce ou ces bilans sont transmis pour information par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution à l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement. »

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

## 1.2 DEFINITION DU PROTOCOLE NATIONAL

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

Entre 2016 et 2017, ce protocole national s'est avéré inadapté à l'usage et généralisait des mesures qui n'avaient en fait de sens que pour certains parcs. Des travaux associant les administrations, les professionnels de l'éolien (FEE & SER), les associations de protection de la biodiversité (LPO & SFEPM)

et le Muséum National d'Histoire Naturelle ont alors permis d'aboutir à un nouveau consensus. Sur cette base, une décision ministérielle a été publiée le 5 avril 2018<sup>1</sup> 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-Alban, 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 (32 passages répartis entre octobre 2014 et octobre 2015 en fonction des périodes de sensibilités pour les espèces), d'un suivi comportemental de l'avifaune (3 passages pour l'avifaune migratrice et 2 en période de reproduction) et d'un suivi de la fréquentation des chauves-souris au sol (3 sessions d'écoute active entre mai et août). Celui-ci a conclu que le parc de Saint-Alban 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-Alban pour se mettre en conformité avec le « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018 ».

<sup>1</sup> 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-Alban est situé sur la commune de Saint-Alban, au nord-est du département des Côtes d’Armor (22) en région Bretagne. Il se trouve à une vingtaine de kilomètres au nord-est de Saint-Brieuc. Le parc est constitué de 5 éoliennes implantées au sein d’un territoire agricole bocager, dominé par des espaces cultivés, des prairies et des boisements de taille variée.



Vue du parc aux abords de l’éolienne E2 (V. GUIHO - TBM environnement)



Vue du parc aux abords de l’éolienne E4 (V. GUIHO - TBM environnement)

2.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES EOLIENNES

Le parc éolien de Saint-Alban est composé de 5 éoliennes. Leurs caractéristiques techniques sont résumées dans les tableaux suivants.

Caractéristiques du parc de « Saint-Alban »

Date de mise en service	2009
Modèle	Vestas 90
Nombre d’éoliennes	5
Exploitant	EDPR Renewables
Puissance cumulée	10 MW

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 m²
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 1



Eolienne 2



Eolienne 3



Eolienne 4



Eolienne 5

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 réalisé en amont de la construction du parc ont pu être consultées. Une analyse de ce contenu de l'étude d'impact écologique datant de 2004 est réalisée conformément aux objectifs du suivi afin de pouvoir mesurer la conformité ou l'éventuel écart avec la situation écologique actuelle.

### 2.3.1 ETUDE D'IMPACT ECOLOGIQUE (EIE)

L'EIE, réalisée par Ouest Aménagement, se base sur des inventaires de terrain réalisés entre septembre 2003 et avril 2004.

#### 2.3.1.1 L'avifaune

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

La proximité du Bois de Coron et les nombreux taillis et bosquets qui parsèment cette région agricole (Mauny, le Bois Normand, la Chouanière...) expliquent en grande partie la forte densité de deux espèces omniprésentes, la Buse variable et l'Epervier d'Europe. Mais sur l'aire d'étude proprement dite, seule la zone boisée à l'est des Cinq Chemins présente d'incontestables potentialités de nidification pour ces rapaces, surtout sensibles à la collision lors des parades nuptiales (acrobaties aériennes alors peu attentives aux dangers de l'environnement) et de l'apprentissage des jeunes au moment de leur émancipation. L'avifaune apparaît globalement d'une grande banalité.

Pendant les périodes pré et post-nuptiales, les principales voies de migration sont côtières : l'aire d'étude, en situation largement continentale, n'est pas située sur cette veine littorale et aucun échange, transit ou mouvement régulier et périodique d'oiseaux n'a été noté et identifié au niveau de l'aire d'étude. Les observations réalisées par Ouest Aménagement rendent assez bien compte du caractère « classique » et commun de l'avifaune sur le plan spécifique. Le secteur concerné par le projet éolien est désormais très agricole et son taux de boisement bocager est trop faible pour correspondre aux exigences d'un peuplement diversifié.

Seuls les boisements à l'est des Cinq Chemins sont potentiellement sensibles en raison de leur configuration et de leur physionomie propice à deux rapaces ici bien implantés, la Buse variable et l'Epervier.

#### 2.3.1.2 Les chiroptères

Sur le plan chiroptérologique, les quelques contacts établis lors des soirées et premières parties de nuits des 26 septembre et 3 octobre 2003 (détecteur D240X Pettersson Elektronik) à partir de 5 points d'écoute localisés aux principaux chemins et routes de l'aire d'étude, ne concernent que 3 espèces : la Noctule commune, la Sérotine commune et la Pipistrelle commune.

#### 2.3.1.3 Enjeux fonctionnels

Le secteur écologiquement sensible pour l'implantation des éoliennes est celui des boisements et prairies à l'est des Cinq Chemins, et de leurs alentours immédiats. Les risques de collision avec avifaune et chiroptérofaune seront a priori limités à quelques périodes de l'année et à quelques espèces régionalement et localement communes à très communes.

### 2.3.2 ARRETE PREFECTORAL D'AUTORISATION D'EXPLOITER

L'arrêté préfectoral du 18 janvier 2005 ne stipule aucune mesure relative aux chiroptères et aux oiseaux en phase d'exploitation sur le parc éolien de Saint-Alban.

### 2.3.3 SUIVI POST-IMPLANTATION 2014-2015

Le suivi réalisé en 2014-2015 sur le parc de Saint-Alban était constitué de **32 passages répartis entre le 31/10/2014 et le 13/10/2015 avec :**

- 1 contrôle toutes les 2 semaines du 15/01 au 15/02 ;
- 1 contrôle durant la période 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 5 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 mat.

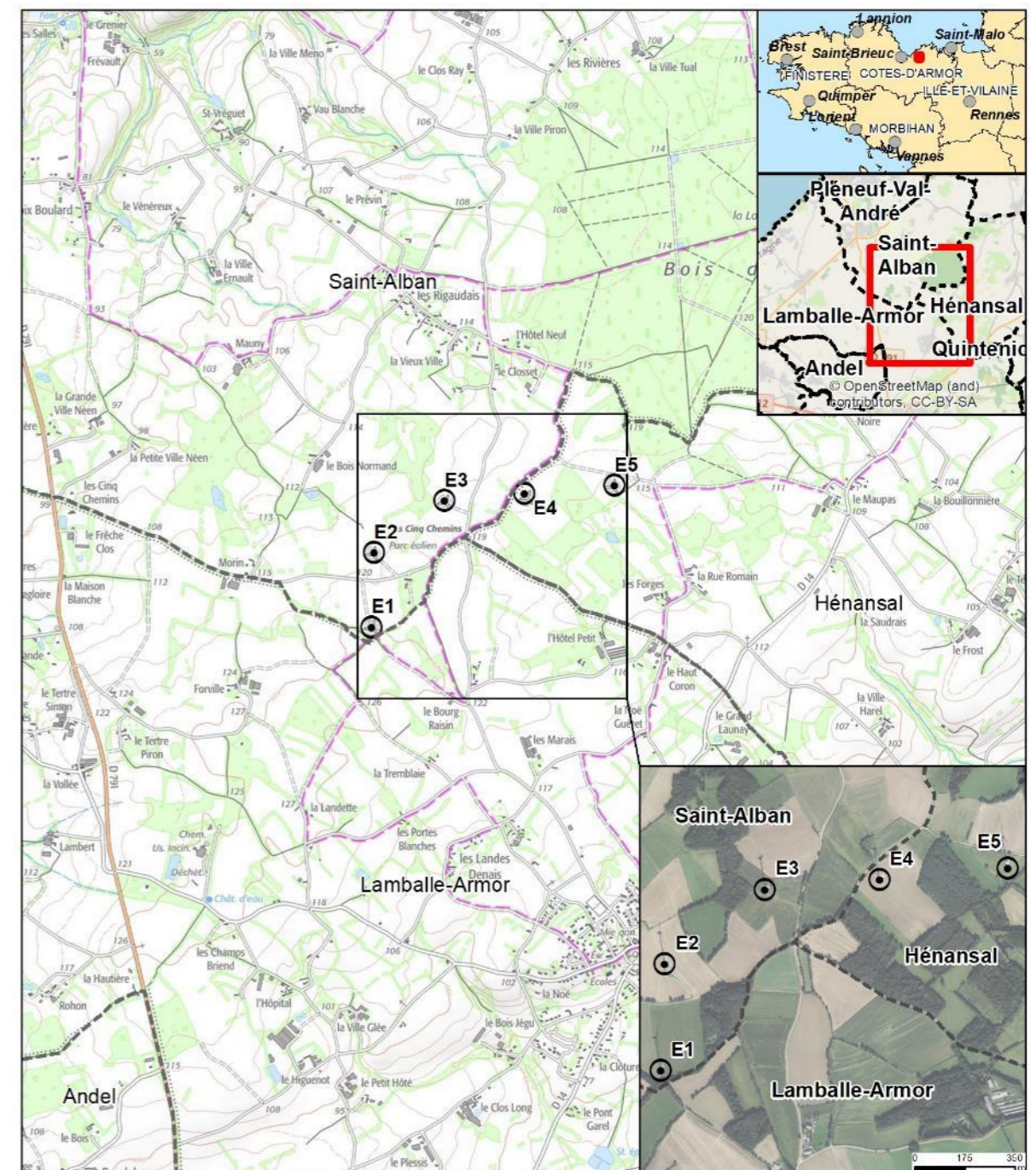
**4 cadavres ont été découverts tout au long du suivi :**

- **1 cadavre de laridé :** Goéland argenté [local].
- **1 cadavre de phasianidé :** Faisan de Colchide [local].
- **2 cadavres de rapaces appartenant à 2 espèces :** Faucon crécerelle [local] et un Epervier d'Europe [local].

Au total, 2 cas de mortalité par collision sont avérés (Faucon crécerelle, Epervier d'Europe). L'examen visuel des deux autres cadavres n'a pas mis en évidence de lésion externe permettant d'affirmer un impact avec les pâles.

**Pour les chiroptères,** aucune mortalité n'a été constatée. Cette absence peut être liée à une prédation des cadavres tombés au sol (qui peut passer inaperçue), à la difficulté du repérage visuel des chauves-souris, ou à une éventuelle projection des animaux après collision en dehors de l'aire de prospection.

La conclusion écrite dans le suivi de mortalité de 2014-2015 montre que la découverte de cadavres de rapaces peut être liée à la présence de bosquets et de haies bocagères, associés à un massif boisé de taille importante (bois de Coron), qui constituent un complexe de milieux particulièrement favorables à ces oiseaux (nombreux postes d'affûts, ressource alimentaire, zone refuge, etc.). Concernant les deux autres cadavres, il s'agit soit d'oiseaux volant régulièrement en altitude et pour lesquels la sensibilité aux éoliennes est reconnue (jeunes goélands), soit d'oiseaux à vol peu agile, limitant peut-être les possibilités d'anticipation du mouvement de rotation des pales (Faisan). Enfin, il est dit que le Faucon crécerelle, l'Épervier d'Europe, le Goéland argenté et le Faisan ne présentent pas de sensibilité particulière dans le contexte local.



--- Limites communales  
● Eoliennes du Parc de Saint-Alban

0 250 500 m  
N  
Carte réalisée par TBM, 2023  
Sources : Esosphère, BD Topo IGN  
Fond cartographique : Scan25 IGN  
BD Ortho 2019 IGN

Carte 1 : Localisation du parc éolien



## 3. METHODES DE TRAVAIL

### 3.1 SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX

#### 3.1.1 PRESSION D'ECHANTILLONNAGE

##### 3.1.1.1 Éoliennes suivies

Les 5 éoliennes du parc, se trouvant toutes dans un contexte agricole et bocager, ont été inspectées à chaque passage en appliquant la même méthodologie, selon un protocole standardisé conforme au protocole ministériel de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres en vigueur depuis avril 2018.

##### 3.1.1.2 Calendrier du suivi

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

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

Le suivi de la mortalité a ainsi été réalisé sur la quasi-totalité de la période de plus forte activité de la faune volante. En effet, l'étude d'impact ne fait état d'aucun enjeu ou impact particulier sur la période hivernale, cette période n'est donc pas étudiée au cours du suivi de 2021. Les 3 périodes d'activité faunistique couvertes sont les suivantes :

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

La fréquence des passages a été constante au cours du suivi, avec un **intervalle moyen entre chaque passage de 7j**.

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 fin juillet. Elle correspond principalement à la période de reproduction des oiseaux et à la parturition des chauves-souris.

- **La période 2** : ici, de début août à début novembre. Elle correspond principalement à la période de migration postnuptiale et aux dispersions des jeunes.

#### 3.1.2 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.

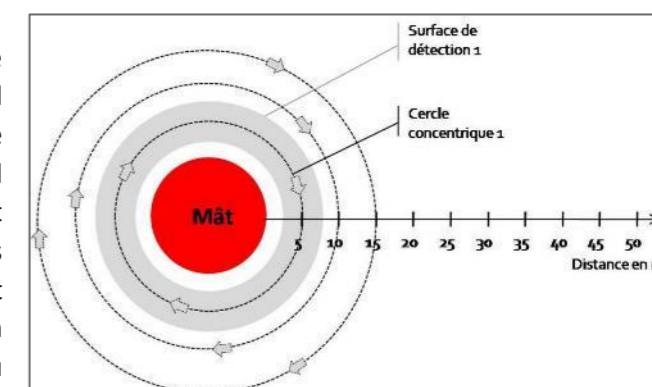
##### 3.1.2.1 Méthode pour la recherche des cadavres et surfaces prospectées

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-Alban, les prospections se sont donc effectuées dans un rayon de 50 mètres autour des mâts des machines.**

Cette surface a été prospectée en réalisant des transects autour des mâts des éoliennes suivies. Chaque transect est espacé de 5 mètres, ce qui permet à l'observateur de rechercher la présence de cadavre sur une largeur de 2,5 mètres de part et d'autre de sa ligne de déplacement. En effet, [Arnett et al., \(2005\)](#) ont démontré que l'efficacité chute fortement au-delà d'une distance de 3 mètres. De la sorte, l'observateur a réalisé **10 transects pour s'éloigner au maximum de 50 mètres des mâts**. Précisons que ces itinéraires ont été réalisés d'un pas lent et régulier pour une détectabilité optimale et au moins une heure après le lever du soleil, pour minimiser l'impact de la prédation diurne, et quand les conditions lumineuses sont suffisantes.

Si le suivi direct de la mortalité se révèle pertinent pour évaluer les effets d'un parc, il peut s'avérer extrêmement difficile voire impossible dans les cas où le couvert végétal est trop dense ([Cornut & Vincent, 2010](#)). Durant la période échantillonnée, les surfaces prospectables ont varié selon l'assolement autour des éoliennes (blé, colza, exploitant en activité dans les parcelles, ...). Le tableau suivant décrit les 3 classes de végétation



utilisées pour définir les niveaux de visibilité. A chaque passage le niveau de visibilité a été renseigné sur chaque parcelle ou habitat. **Une estimation de la surface prospectée autour des machines a ainsi été calculée pour chaque visite** à partir de la cartographie des habitats sous SIG. Ces données sont ensuite intégrées dans le calcul des taux de détection afin d'interpréter correctement les résultats.

Classes de végétation relevées sur le terrain

Classe de végétation	Type de végétation	Suivi de mortalité
Classe 1	Végétation haute et dense, sans visibilité au sol => cultures (oignons), friches	Visibilité nulle ou mauvaise = non prospectée
Classe 2	Végétation recouvrante mais de hauteur faible à moyenne ou végétation peu couvrante mais pouvant être haute => pelouses, bordure des plateformes	Visibilité moyenne = prospectée
Classe 3	Végétation de faible hauteur, peu couvrante à absence de végétation => plateformes, labours, chaumes	Visibilité bonne = prospectée

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



Classe de visibilité 3 (bonne) : 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).

3.1.2.2 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.

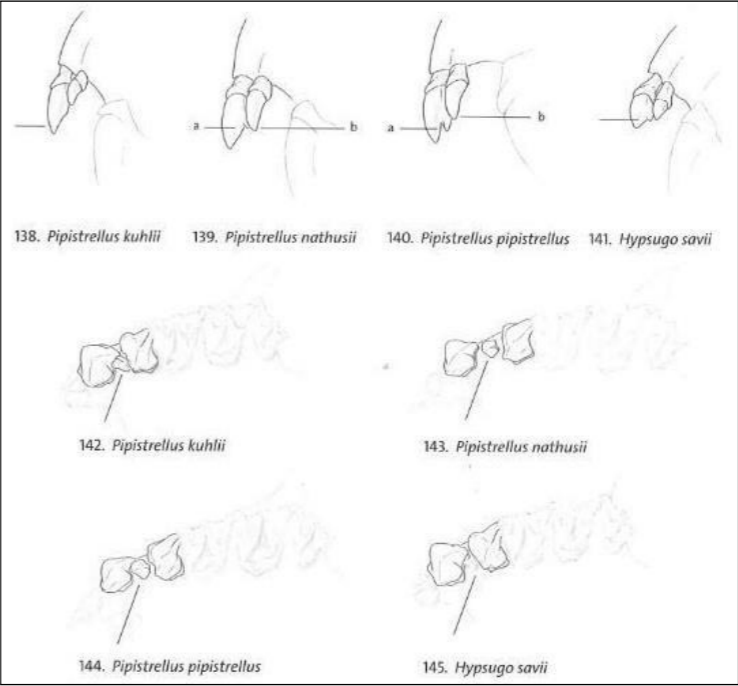
Dans ce cadre, la prise des différentes mesures biométriques nécessaires à l'identification n'est généralement possible qu'avec une manipulation du cadavre de chauve-souris, voire son prélèvement pour l'observation et les mesures de la dentition sous loupe binoculaire. S'agissant d'espèces protégées, 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 3ème molaire) et la distance entre la 1ère et la 3ème molaire, puis en vérifiant les autres critères, discriminants (présence/absence de protoconule, de métalophe/paralophe) et distinctifs (matrice présente dans la clé des crânes, Marchesi et al. (2011)).



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

Pour les oiseaux, les ouvrages suivants ont été consultés :

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

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

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

### 3.1.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE A PARTIR DES DONNEES BRUTES

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

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

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

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

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

Une deuxième méthode, dite d'Erickson, a mieux pris en compte à partir de l'année 2000 la fréquence des passages ainsi que la persistance des cadavres, mais elle sous-estimait légèrement la mortalité (sauf pour des temps de persistances longs ; [Korner-Nievergelt et al., 2011](#)) comparativement aux différentes méthodes les plus modernes présentées ci-dessous (Jones, Huso et Korner).

En fait, **l'utilisation d'une relation exponentielle (Jones, Huso) ou d'une relation statistique complexe (Korner) rendent l'analyse plus fine** avec en particulier un poids plus important donné à la probabilité de disparition des cadavres. La formule de [Korner-Nievergelt et al., \(2011\)](#) est en général la méthode la

plus fiable lorsque l'efficacité du chercheur et le taux d'enlèvement des cadavres par les prédateurs sont constants. Lorsque ces paramètres varient, les biais sont proches entre les différentes méthodes. Il n'existe à ce jour pas de modèle universel ([Bernardino et al., 2013](#)). En revanche, **quelle que soit la méthode utilisée, les estimations sont mal estimées pour des durées de persistances courtes et des intervalles de recherches supérieurs à 7 jours** ([Korner-Nievergelt et al., 2011](#)).

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

#### 3.1.3.1 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 »<sup>2</sup> et « GenEst<sup>3</sup> » (détaillées ci-après) se basent sur la moyenne des surfaces prospectées durant une période considérée.**

##### ❖ [Taux de persistance journalière des cadavres \(p\)](#)

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

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

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

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

Le taux d'enlèvement équivaut à la proportion de dépouilles qui demeurent durant l'intervalle compris entre deux recherches ([Cornut et Vincent, 2010](#)). Des tests de disparition de cadavres peuvent ainsi être effectués sur le terrain et pour chaque période tenir compte des variations de hauteur de végétation dans la zone contrôlée. Idéalement, chaque test dure 10 jours consécutifs<sup>4</sup>.

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

Le test a consisté à déposer 4 à 6 cadavres de souris, rats ou poussins fraîchement décongelés **autour de chacune des 5 éoliennes du parc** (soit 28 cadavres par session, 56 au total sur l'année pour le parc). Aussi, **les leurres ont été déposés aléatoirement sur l'emprise de la surface théorique à prospecter et répartis sur l'ensemble des types d'habitats présents.**

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

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



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 01/06/2022 et le 05/10/2022.** 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). **L'observateur principal a été testé sur l'ensemble des éoliennes pour les deux périodes. Un total de 108 leurres a été déposé.** Selon le nombre de leurres artificiels retrouvés, le taux d'efficacité a pu être calculé par le rapport entre le nombre de leurres découverts et le nombre de leurres déposés.

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

Cette efficacité dépend des classes de végétation définies par la combinaison de la hauteur de végétation, de la visibilité du site et de la topographie (Rodrigues et al., 2008). Sur les parcs étudiés, la proportion de chaque type de culture a été notée lors de chaque passage et associée à un niveau de visibilité : visibilité nulle ou mauvaise, moyenne, bonne.



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

### 3.1.3.2 Modèles statistiques

#### ❖ [Modèle d'Erickson \(2000\)](#)

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

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

Avec :

I : Intervalle moyen entre deux visites (en jours)

tm : durée moyenne de persistance (en jours)

d : efficacité de l'observateur

C : nombre de cadavres découverts

a : coefficient de correction surfacique

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

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

#### ❖ [Modèle de Jones \(2009\)](#)

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

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

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

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

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

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

Avec :

C : nombre de cadavres découverts

a : coefficient de correction surfacique

d : efficacité de l'observateur

tm : durée moyenne de persistance (en jours)

I : Intervalle moyen entre deux visites (en jours)

Î : Intervalle effectif moyen (en jours)

ê: coefficient correcteur moyen de l'intervalle équivalent à  $\frac{\text{Min}(I;I)}{I}$

Jones utilise la notion d' « intervalle effectif » pour calculer le coefficient correcteur ê 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, Î est donc égal à : - log(0,01) x tm. Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et Î, notée ê.

#### ❖ [Modèle de Huso \(2010\)](#)

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

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

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

D’où la formule :


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

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

3.1.3.3 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 serveur<sup>5</sup>. L’ensemble du code est dans le langage R, très utilisé aujourd’hui du fait de son caractère gratuit. Les applications ont été programmées par Aurélien Besnard et Cyril Bernard, chercheurs du Centre d’Écologie Fonctionnelle et Évolutive (UMR5175 Centre d’Écologie Fonctionnelle et Évolutive, Montpellier). L’utilisation de cette application permet notamment d’éviter les éventuelles erreurs d’applications des formules.

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



Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse...

cadavres\_9.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 27

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

Browse...

persistence\_Pmoyenne.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 40

Méthode de calcul des intervalles de confiance

☒ Non-paramétrique

☐ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

4

Nombre de cadavres déposés pour étude de la détection =

20

Nombre de cadavres trouvés pour étude de la détection =

16

Pourcentage de la surface prospectée =

0.7

CALCULER

Données en entrée

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

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

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

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

Estimations avec leurs intervalles de confiance

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

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

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

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

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

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

Les limites de cette méthode sont les suivantes :

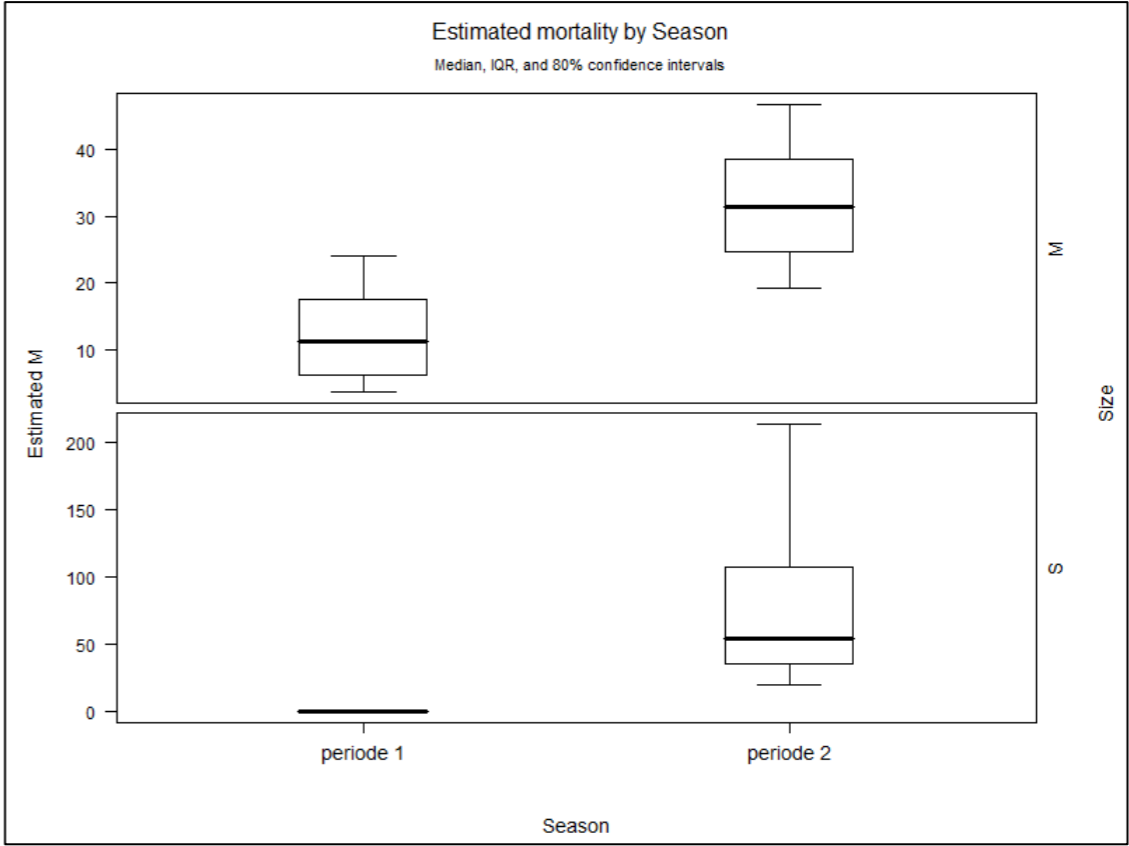
- La correction surfacique (les zones prospectées n’étant pas toujours égales à la surface théorique du protocole) se fait sur l’ensemble des éoliennes tout au long du suivi ou d’une sous-période. Cela a tendance à approximer et/ou lisser la réalité de terrain ;
- L’absence de prise en compte de la taille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

3.1.3.4 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 logiciel<sup>6</sup> open source R nommée « **GenEst** »<sup>7</sup>. Celle-ci permet d’imbriquer les différents paramètres pour modéliser finement la mortalité (persistance des cadavres, efficacité de la détection, correction surfacique) et **fournir des estimations ajustées selon les variables prises en compte (taille des cadavres, période de l’année, distinction oiseaux / chauves-souris...)**.

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

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



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

3.2 SUIVI DE L’ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE

3.2.1 SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS EN NACELLE

Un suivi d’activité chiroptérologique en altitude a été mené en continu depuis la nacelle de l’éolienne E3. Cette méthode permet d’enregistrer l’activité à hauteur de pales, soit dans la zone la plus à risque pour les chauves-souris.

<sup>6</sup><https://www.r-project.org/>

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



Batmode S+ installé dans la nacelle de l'éolienne E3 (Hugo Auclair - Écosphère)

L'éolienne E3 a été équipée d'un système de détection/enregistrement des ultrasons du 16 mars au 19 octobre 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 recueillies ont ainsi permis d'apprécier le peuplement chiroptérologique présent sur le site sur 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<sup>8</sup>. 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.

### 3.2.1.1 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** (prérégulée 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.

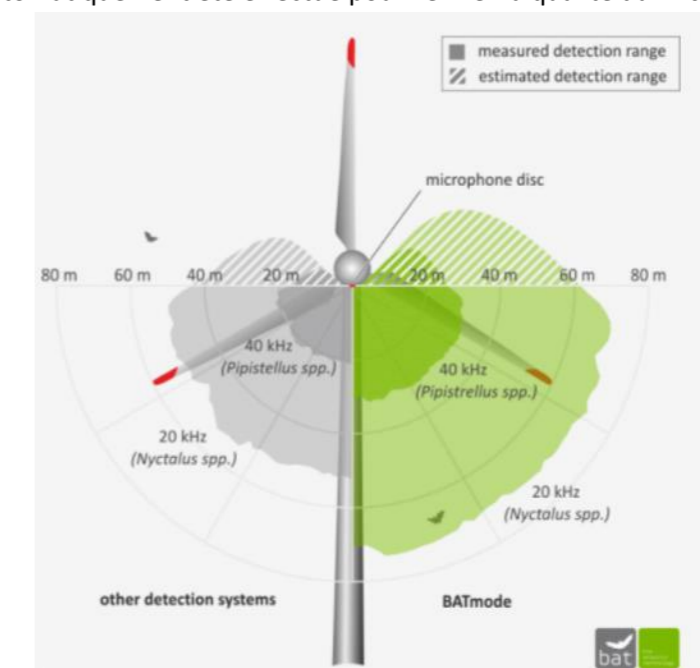


Figure 1. Variation du volume de captation du micro en fonction de la fréquence d'émission des signaux ultrasonores, de l'hygrométrie et de la température. Source : <http://www.bioacoustictechnology.de/nacelle-monitoring-of-bats-at-wind-turbines/?lang=en>

<sup>8</sup> [www.plume-de-naturalistes.fr/wp-content/uploads/2018/11/08\\_JAY\\_10-2018\\_Identification-chiropteres-SonoChiro\\_Plume2\\_99-118.pdf](http://www.plume-de-naturalistes.fr/wp-content/uploads/2018/11/08_JAY_10-2018_Identification-chiropteres-SonoChiro_Plume2_99-118.pdf)

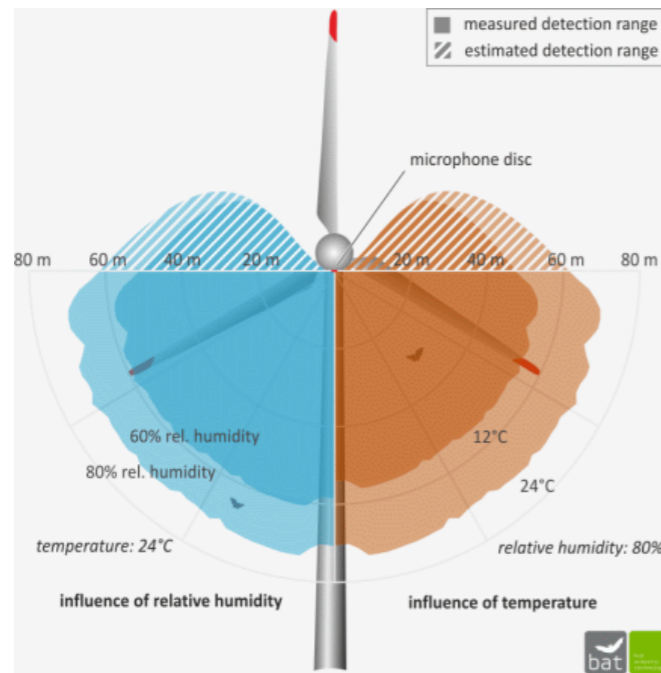


Figure 2. Schéma présentant les volumes de détection du micro « Ultrasoundgate » d'Avisoft Bioacoustics™ selon les conditions de température et d'humidité. Les couleurs foncées correspondent à la détection d'espèces émettant dans les 40 kHz (Pipistrelles), tandis que les couleurs plus claires correspondent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

### 3.2.2 SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS AU SOL

La technique employée est l'écoute dite « passive », basée sur l'enregistrement en continu de l'activité des chauves-souris en des points fixes. Des détecteurs/enregistreurs (SM4BAT) ont été programmés de telle sorte qu'ils enregistrent les ultrasons entre 60 minutes avant le coucher du soleil et 60 minutes après le lever du soleil, soit durant toute la période de vol nocturne des espèces. Les détecteurs ont été positionnés dans un rayon de 200 à 300 mètres autour des éoliennes. Ces détecteurs permettent de capter dans toute la bande d'émission des chauves-souris (10 à 120 kHz). Dès qu'un ultrason est détecté, il est automatiquement enregistré. Les sonagrammes ont ensuite été analysés à l'aide des logiciels Kaleidoscope pro 5.2.1, AnalookW 4.2 et Batsound 4.03. Ceci permet une bonne quantification de la fréquentation par les chiroptères et de l'activité des chauves-souris en un point donné. 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 a veillé à ce que les points d'échantillonnage soient représentatifs des habitats présents et placés auprès des éoliennes existantes.

Afin de pouvoir couvrir l'ensemble de la zone d'étude du parc éolien de Saint-Alban, 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 août ;
- 2 nuits passive en septembre ;

- 2 nuits passives en octobre.

### 3.2.3 LIMITES LIEES A L'IDENTIFICATION DES ESPECES

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

- « **Sérotule** » pour la Sérotine commune et les Noctules commune et de Leisler : ces trois espèces émettent des émissions sonores régulièrement similaires entre 20 et 30 kHz et sont, par conséquent, difficiles à discriminer. Pour certains cas, le terme « Noctule indéterminée » a été employé lorsque la Sérotine commune peut être écartée avec certitude ;
- « **Pipistrelle de Kuhl/Nathusius** » (PipKN) et « **Pipistrelle commune/de Nathusius** » (PipPN), associées aux Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, correspondent aux individus émettant des cris en fréquence modulée compris entre 35 et 44 kHz. Seules les séquences caractéristiques dans les extrêmes, les séquences présentant des cris avec une largeur de bande très faible (QFC) et les cris sociaux (servant à discriminer les Pipistrelles) ont généralement permis une distinction efficace des trois espèces.
- « **Murin indéterminé** » pour l'ensemble des espèces de murins présentes dans la région : Murins à moustaches, d'Alcathoe, de Daubenton, de Natterer, à oreilles échancrées, de Bechstein, Grand Murin. Selon l'environnement dans lequel elles se trouvent et selon leur comportement, une grande majorité des signaux présentent des types acoustiques relativement similaires. Les signaux sont souvent émis avec des fréquences maximales d'énergie comprises entre 20 et 80 kHz ne permettant pas de les différencier ;
- « **Oreillard indéterminé** » pour la majorité des contacts d'oreillard. En effet, comme pour les murins, les signaux doivent avoir une assez bonne définition afin d'effectuer une mesure fine des sonogrammes (non biaisée par l'éloignement de la chauve-souris, etc...). De plus, de nombreux chevauchements de mesures existent et rendent impossible la détermination à l'espèce.

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.**

### 3.3 SUIVI COMPORTEMENTAL DE L'AVIFAUNE

---

Lors du suivi mené en 2022, les espèces nicheuses sur la zone d'étude et aux abords ainsi que les espèces migratrices et hivernantes ont été recensées.

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

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

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

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

- 4 passages en période hivernale les 25/01, 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 2022 ;
- 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 européennes<sup>9</sup> 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 <sup>10</sup> 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 <sup>11</sup> 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 ;

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

- Le taux de fréquentation en nombre de contacts par heure sur l’heure la plus fréquentée de la nuit.

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

Il est à noter que les coefficients de détectabilité des espèces déterminés par Barataud (Barataud, 2015) ne seront pas ici utilisés pour les raisons suivantes. Ces coefficients ont pour objectif une comparaison interspécifique de l’activité. S’agissant d’un parc éolien, il est par exemple inopportun d’attribuer un coefficient réducteur de 0,25 au nombre de contacts de Noctule commune (très sensible à la collision) pour les proportionner avec les contacts d’espèces à « sonar court » (murins, rhinolophes, oreillards... globalement peu sensibles au risque éolien). Le nombre de contacts 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 (appliqué aux écoutes passives) : cette échelle repose sur une équivalence entre les contacts et le temps. Elle a été élaborée à dire d’expert à partir des données bancarisées à Écosphère mais elle reste subjective comme toute échelle. Des travaux sur les répliques temporels et spatiaux resteraient nécessaires pour affiner l’échelle dans une région donnée en fonction des probabilités d’occurrence et de détectabilité (Froideveaux, Zellweger, Bollmann, & Obrist, 2015).

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

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

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

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

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

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

### 3.4.3 ÉVALUATION DE LA SENSIBILITE DES ESPECES A L'EOLIEN

Pour les oiseaux, si de nombreuses descriptions de collisions sont présentées dans des synthèses ou des rapports multiples, il n'y a qu'une seule base de données en Europe avec suffisamment de données pour ce travail. Il s'agit de celle publiée par l'Institut Ornithologique de l'état de Brandenburg (Tobias Dürr)<sup>12</sup>. 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 données<sup>13</sup> (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'individus<sup>14</sup> 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 base 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).

<sup>12</sup> <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkte/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>

<sup>13</sup> C'est le principe des sciences participatives.  
<sup>14</sup> Considéré comme meilleur que le maximum ou la meilleure estimation en accord avec le principe de précaution.

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

Espèce sensible - classe 4		Espèce sensible - classe 3	
Aigle impérial	<i>Aquila heliaca</i>	Vautour moine	<i>Aegypius monachus</i>
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	Aigle royal	<i>Aquila chrysaetos</i>
Gypaète barbu	<i>Gypaetus barbatus</i>	Tournepierre à collier	<i>Arenaria interpres</i>
Vautour fauve	<i>Gyps fulvus</i>	Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>
Pygargue à queue blanche	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	Buse pattue	<i>Buteo lagopus</i>
Vautour percnoptère	<i>Neophron percnopterus</i>	Sirli de Dupont	<i>Chersophilus duponti</i>
Faisan de Colchide <sup>15</sup>	<i>Phasianus colchicus</i>	Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>
		Busard Saint-Martin	<i>Cirque cyaneus</i>
		Cygne siffleur	<i>Cygnus columbianus</i>
		Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>
		Faucon crécerellette	<i>Falco naumanni</i>
		Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>
		Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
		Huitrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>
		Aigle de Bonelli	<i>Hieraetus fasciatus</i>
		Aigle botté	<i>Hieraetus pennatus</i>
		Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>
		Balbuzard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>
		Ganga unibande	<i>Pterocles orientalis</i>

Quelques précisions concernant cette liste :

- Sur les 82 espèces (9 en classe 4, 21 en classe 3 et 50 en classe 2), on trouve de nombreux rapaces et oiseaux d'eau ;
- Tous les vautours européens de la liste sont parfois concernés par une compétition à un niveau local entre les zones de nourrissage artificielles et la construction de parcs éoliens ;
- Quelques espèces sensibles peuvent ne pas être présentes parce que leur population est principalement incluse dans des sites Natura 2000 avec un faible nombre d'éoliennes (par exemple les outardes) d'où une absence de collisions ;
- Concernant les rapaces, la période de migration est une période de collision avec des trajets migratoires régulièrement dispersées 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 4<sup>16</sup>. 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>

<sup>15</sup> Espèce faisant l'objet de nombreux programmes de relâcher pour la chasse.

<sup>16</sup> 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			
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>
Cigogne noire	<i>Ciconia nigra</i>	Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Ganga cata	<i>Pterocles alchata</i>
Coucou geai	<i>Clamator glandarius</i>	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>
Aigle pomarin	<i>Clanga pomarina</i>	Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>
Cygne chanteur	<i>Cygnus cygnus</i>	Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	Sterne naine	<i>Sternula albifrons</i>
Elanion blanc	<i>Elanus caeruleus</i>	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>
Faucon kobez	<i>Falco vespertinus</i>	Outarde canepetière	<i>Tetrax tetrax</i>
Cochevis de Thekla	<i>Galerida theklae</i>	Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>
Glaréole à collier	<i>Glareola pratincola</i>	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>
Lagopède des saules	<i>Lagopus lagopus</i>	Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Niveaux de sensibilité à l'éolien des chiroptères européens

Classe 4		Classe 3		Classe 2	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>			Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>			Noctule des Açores	<i>Nyctalus azoreum</i>
				Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>
				Pipistrelle de Madère	<i>Pipistrellus maderensis</i>
				Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>
				Oreillard de Ténérife	<i>Plecotus teneriffae</i>
				Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>

3.4.4 EVALUATION DE LA PORTEE DE L'IMPACT

La portée de l'impact correspond à l'ampleur de l'impact sur une composante des populations locales ou européennes (impact cumulé) dans le temps et dans l'espace. Elle est d'autant plus forte que l'impact du projet s'inscrit dans la durée et concerne une proportion importante de la population locale de l'espèce concernée, ou du flux migratoire en altitude. D'une façon générale, elle dépend notamment de la durée, de la fréquence, de la réversibilité ou de l'irréversibilité de l'impact, de la période de survenue de cet impact, ainsi que du nombre d'individus ou de la surface impactés, en tenant compte des éventuels cumuls d'impacts.

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

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

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

locales est impactée de façon marginale (nombre de cas de collision avéré et estimé faible, par espèce ou par groupe d'espèces).

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

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

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

3.4.5 ÉVALUATION DES NIVEAUX D'IMPACTS

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

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

Définition des niveaux d'intensité de l'effet négatif

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

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

Définition des niveaux d'impacts

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

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

La sensibilité des espèces présentes, les activités enregistrées à hauteur de nacelle et le nombre de cadavres recensés sur le parc permettent, *in fine*, d'aboutir à une évaluation des impacts avérés (collision et barotraumatisme) et à la définition de mesures de réduction (arrêt programmé des

éoliennes en périodes sensibles, modification de l'assolement...). L'arrêt programmé des machines (ou bridage) des éoliennes est la principale mesure de réduction de l'impact de collision des chauves-souris et des oiseaux.

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



## 4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI DE MORTALITE

### 4.1 RESULTATS BRUTS

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

Sur les 5 éoliennes du parc de Saint-Alban, dans un rayon de 50 m autour des mâts et au cours de 30 passages, un total de 14 cadavres a été découvert, dont **3 oiseaux** et **11 chiroptères**.

#### 4.1.1 REPARTITION SPATIALE

Voir la carte « Localisation des cadavres ».

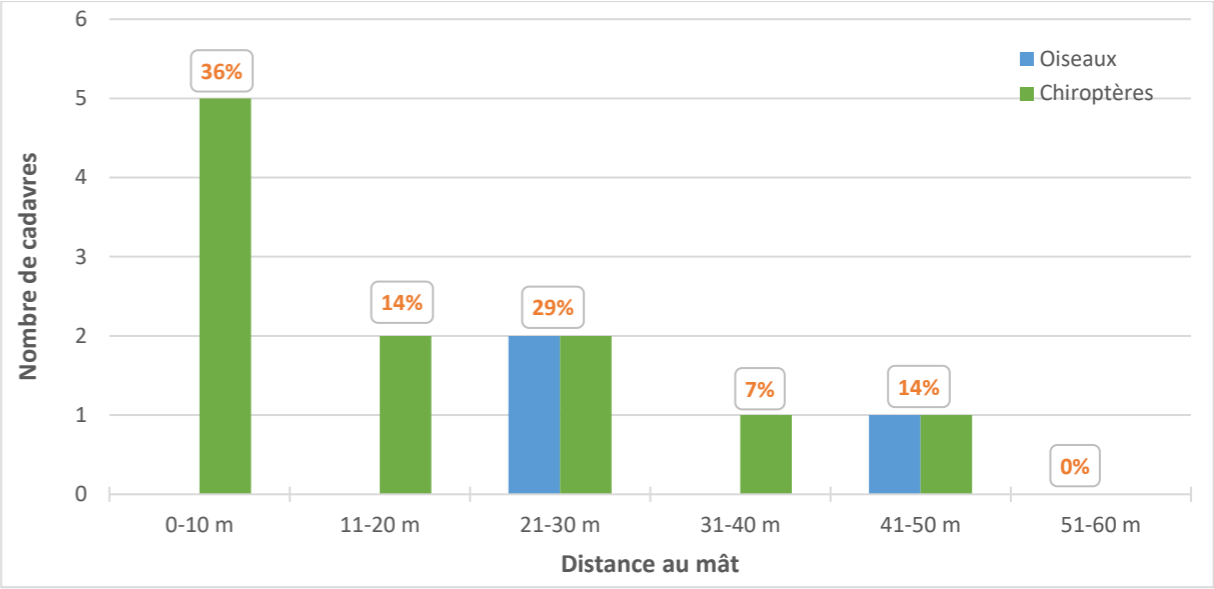
Les cadavres découverts sur le parc de Saint-Alban sont globalement distribués de manière hétérogène entre les éoliennes. Ainsi, entre 1 et 6 cadavres ont été découverts autour des éoliennes du parc. Les oiseaux et les chauves-souris sont également répartis de façon irrégulière sur le parc, avec une mortalité constatée de 1 ou 2 oiseaux et de 0 à 5 chiroptères par éolienne.

Le contexte paysager est homogène sur le parc, avec une topographie et une occupation du sol similaires entre les différentes machines, ce qui explique en partie les résultats obtenus.

Répartition des cadavres découverts en 2022 (n = 13)

Éolienne n°	Nombre de cadavres découverts	Chiroptères	Oiseaux
E1	6	5	1
E2	3	3	-
E3	2	-	2
E4	2	2	-
E5	1	1	-
Total	14	11	3

**Par rapport à la distance au mât**, les cadavres sont principalement disposés dans les 30 premiers mètres avec près de 79 % des cadavres découverts. Les chiroptères sont répartis de manière plus homogène, avec 1 à 5 cadavres observés dans chacune des tranches de 10 mètres entre 0 et 50 mètres. Les oiseaux ont été retrouvés soit dans les 20-30 mètres autour du mât, soit à plus de 40 mètres, mais le faible nombre de données interdit tout raisonnement statistique.



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

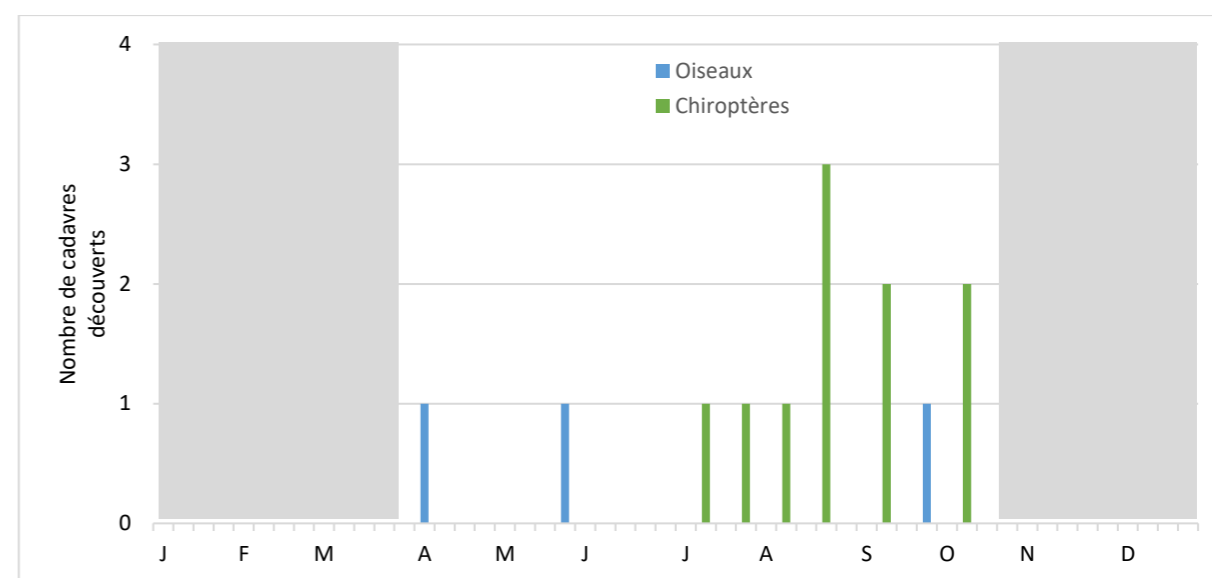
#### 4.1.2 REPARTITION TEMPORELLE ET ESPECES CONCERNEES

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

Répartition temporelle de la mortalité (n = 16)

Période	Semaine	Date	Chiroptères		Oiseaux		Total
1	14	07/04/2022	0		1	Goéland argenté (E3)	1
	15	12/04/2022	0		0		0
	16	20/04/2022	0		0		0
	17	26/04/2022	0		0		0
	18	03/05/2022	0		0		0
	19	10/05/2022	0		0		0
	20	17/05/2022	0		0		0
	21	25/05/2022	0		1	Martinet noir (E1)	1
	22	01/06/2022	0		0		0
	23	08/06/2022	0		0		0
	24	14/06/2022	0		0		0
	25	22/06/2022	0		0		0
	26	28/06/2022	0		0		0
	27	05/07/2022	0		0		0
	28	12/07/2022	1	Sérotine commune (E4)	0		1
	29	20/07/2022	0		0		0
	30	27/07/2022	1	Pipistrelle commune (E5)	0		1
2	31	03/08/2022	0		0		0
	32	10/08/2022	1	Pipistrelle de Kuhl (E1)	0		1
	33	18/08/2022	0		0		0

Période	Semaine	Date	Chiroptères		Oiseaux		Total
	34	24/08/2022	3	Pipistrelle commune (E2)	0		3
	35	31/08/2022	0		0		0
	36	07/09/2022	0		0		0
	37	14/09/2022	2	Pipistrelle commune (E1)	0		2
	38	21/09/2022	0		0		0
	39	28/09/2022	0		1	Pouillot véloce (E3)	1
	40	05/10/2022	0		0		0
	41	11/10/2022	3	Pipistrelle de Kuhl (E1) ; Pipistrelle commune (E1) ; Pipistrelle indéterminée (E1)	0		3
	42	19/10/2022	0		0		0
	43	26/10/2022	0		0		0



Répartition de la mortalité au cours de l'année 2022 (n=14). La période non suivie apparaît grisée.



Sérotine commune, sous E4 le 12 juillet 2022 (M. Roche - TBM environnement)



Pipistrelle commune, sous E1 le 14 septembre 2022 (G. Le Guen - TBM environnement)



Goéland argenté, sous E3 le 07 avril 2022 (M. Roche - TBM environnement)



Martinet noir, sous E1 le 25 mai 2022 (M. Roche - TBM environnement)

**Des cadavres ont été trouvés durant la majorité du suivi, entre le 07 avril et le 26 octobre 2022.**

Les oiseaux ont été détectés durant toute cette période. Les statuts des espèces trouvées sont variables, avec des individus locaux (le Goéland argenté, le Martinet noir) et des migrateurs (le Pouillot véloce).

Les chauves-souris ont été impactées sur une période plus restreinte, entre fin-juillet et octobre. Les individus concernent exclusivement des populations locales (Sérotine commune, Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl).

La mortalité constatée entre avril et octobre 2022 se compose de **14 individus** :

- **3 oiseaux appartenant à 3 espèces** : Goéland argenté [local], Martinet noir [local], Pouillot véloce [migrateur] ;
- **11 chiroptères appartenant à au moins 3 espèces** : 7 Pipistrelles communes [locales], 1 Sérotine commune [locale], 2 Pipistrelle de Kuhl [locales], 1 Pipistrelle indéterminée [locale].

Les cadavres découverts sont majoritairement concentrés sous les éoliennes 1 et 2 (9 cadavres au total). Les autres cadavres sont dispersés de manière plus homogène (E3, E4, E5). Sous chaque éolienne a été retrouvé au moins un cadavre.



--- Limites communales

⊖ Rayon de 50 m autour de l'éolienne

⊙ Eoliennes du Parc de Saint-Alban

## Avifaune

● Goéland argenté - *Larus argentatus*

● Martinet noir - *Apus apus*

● Pouillot véloce - *Phylloscopus collybita*

## Chiroptères

● Pipistrelle commune - *Pipistrellus pipistrellus*

● Pipistrelle de Kuhl - *Pipistrellus Kuhl*

● *Pipistrellus ind.*

● Sérotine commune - *Eptesicus serotinus*

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

Localisation des cadavres autour des éoliennes

4.2 VARIABLES SERVANT A L’ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

4.2.1 PERSISTANCE DES CADAVRES (VARIABLE P)

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

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

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

Taux de persistance des leurres déposés au pied des éoliennes.											
		J+1		J+3		J+7		J+10		J+14	
		p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm	p	Tm
Moyenne (56 leurres)	P1	0,82	0,9 j	0,32	1,6 j	0,04	1,7 j	0,04	1,8 j	0,04	1,9 j
	P2	1,00	1 j	0,20	1,4 j	0,20	2,2 j	0,00	2,2 j	0,00	2,2 j
	Moy.	0,86	0,9 j	0,20	1,3 j	0,04	1,5 j	0,02	1,5 j	0,02	1,6 j

Tm j+7 = temps moyen de persistance (en jours) durant un intervalle de 7 jours  
p j+7 = taux de persistance durant l'intervalle (proportion de cadavres présents après 7 jours)

Les résultats bruts des tests de persistance ont également été implémentés dans l’application GenEst, en indiquant pour chaque faux-cadavre utilisé le dernier jour d’observation et le premier jour où il a été noté disparu/prédaté. Une probabilité de persistance « r » a ensuite été modélisée à partir de modèles statistiques dits d’« analyse de survie » et basés sur la méthode du maximum de vraisemblance<sup>17</sup>. Cette variable « r » correspond à la probabilité estimée qu'un cadavre qui arrive à un instant aléatoire et uniforme dans l’intervalle de x jours persiste jusqu'à la fin de cet intervalle. Ces valeurs sont ensuite utilisées par l’application pour les estimations globales présentées au chapitre 4.3.2. La persistance a été modélisée sur GenEst à partir des leurres déposés sur le parc de Saint-Alban.

GenEst	Probabilité de persistance r calculée avec GenEst			
	Période 1		Période 2	
	Médiane	[IC 10 - 90%]	Médiane	[IC 10 - 90%]
Probabilité de persistance à j+7	0,37	0,31 0,44	0,26	0,23 0,31

- Dans le cadre de ce suivi, les valeurs moyennes de persistance des cadavres « non naturels » sont :
- Temps moyen de persistance (Tm) = 1,5 j
  - Taux de persistance (p) = 4 % à j+7
  - Probabilité de persistance (r) = 0,37 [IC 80 % : 0,31 - 0,44] (j+7) en période 1 et 0,26 [IC 80 % : 0,23 - 0,31] en période 2.

La persistance est 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 les collisions. L'intervalle important entre les passages (un passage tous les 7 j) ne permet pas de réduire les biais liés à la disparition relativement rapide des cadavres (4 % des cadavres sont toujours en place au bout de 7 j). On constate donc un fort degré d'imprécision.

4.2.2 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 échantillonnées appartenant à la classe de visibilité nulle.

Ainsi, dans des conditions normales de recherche, 82 leurres ont été retrouvés par les observateurs sur les 108 disposés en deux sessions au sein des différents types de végétation.

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

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

L’efficacité de l’observateur a été modélisée selon les deux tailles de leurres utilisées. Habituellement, cette modélisation est effectuée pour les différentes classes de visibilité prospectables (bonne et moyenne), lorsque ces différentes classes existent, ce qui n’était pas le cas en période 2 (visibilité moyenne sous-représentée).

<sup>17</sup> 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>.

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

Visibilité	Période 1			Période 2		
	Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]	
Bonne	0,93	0,84	0,97	-	-	-
Moyenne	0,71	0,57	0,82	-	-	-
Toutes visibilité	-	-	-	0,67	0,59	0,75

Cependant, la classe de végétation de moyenne visibilité représentait une très faible surface sur le terrain en période 2, l’efficacité de l’observateur n’a donc pas pu être évaluée selon les niveaux de visibilité.

En moyenne, il en ressort **un taux d’efficacité (ou de détection) de 0,71 à 0,94 en période 1 fonction de la visibilité et de 0,67 en période 2.**

**Le taux moyen de détection est considéré comme bon, avec 76 % de leurres découverts sur l’ensemble de la période de prospection.**

4.2.3 AJUSTEMENT DE LA SURFACE REELLEMENT CONTROLEE (VARIABLE A)

Les surfaces de prospection ont été variables au cours de l’année ainsi que d’une éolienne à l’autre, 2 périodes distinctes ont donc été définies pour l’analyse.

Le tableau ci-dessous synthétise ces résultats par éolienne.

Surface moyenne prospectée (%) par éolienne en 2022

Éolienne	Moyenne sur la période 1 (avril-juillet)	Moyenne sur la période 2 (août-septembre)	Moyenne sur l’ensemble du suivi :
E1	90 %	93 %	91 %
E2	19 %	93 %	51 %
E3	11 %	98 %	49 %
E4	52 %	70 %	60 %
E5	75 %	40 %	59 %
Moyenne sur l’ensemble du parc :	49 %	79 %	62 %

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 **62 %**. C’est cette surface moyennée à l’ensemble du parc pour l’ensemble de la période suivie qui est renseignée dans l’application EolApp. L’application GenEst, quant à elle, différencie la surface moyenne prospectée pour chaque éolienne.

**La surface de prospection sur l’ensemble du parc est modérée (période 1) à bonne (période 2).** Elle est assez **hétérogène entre les éoliennes, avec 49 à 91 % 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).

4.2.4 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 analyse la robustesse de ces paramètres au regard des nombreuses données internes disponibles (suivis de parcs dans des conditions équivalentes et avec des méthodologies proches) et vis-à-vis des conséquences des potentiels biais des variables calculées.

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

**Sur le parc de Saint Alban, le nombre de cadavres est suffisamment important pour lancer des estimations globales. La distinction par groupe est réalisable mais présentera des incertitudes à considérer pour les oiseaux** (3 cadavres uniquement, contre 11 chauves-souris). **La distinction des deux périodes sans séparation par groupes est également faisable** (4 individus en période 1 contre 7 en période 2). Néanmoins, distinguer à la fois le groupe et la période implique une faiblesse statistique avec uniquement 2 cadavres d’oiseau et 2 de chauve-souris en période 1, ainsi qu’un cadavre d’oiseau et 6 de chauve-souris en période 2. Seule l’estimation pour les chauves-souris en période 2 pourra être considérée comme fiable.

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 les différentes estimations par groupe impacté. Dans le cas du parc de Saint-Alban, la persistance est faible. Associé à l’intervalle assez élevé entre les passages (7 j), cela entraîne une incertitude importante dans les modélisations, induisant un biais dans les estimations.

Enfin, s’agissant des **surfaces prospectées**, les biais sont limités. En effet, la surface de prospection moyenne est de 62 %, ce qui est relativement bon et permet des estimations suffisamment robustes. Exception faite des éoliennes 2 et 3 en période 1, l’ensemble des éoliennes suivies présente une surface prospectée importante.

**En conséquence de tous ces éléments, des estimations statistiques ont été poursuivies en scindant les estimations oiseaux de celles des chiroptères sur les deux périodes de suivi.** La fiabilité limitée des résultats des estimations obtenues pour les oiseaux à chacune des périodes et pour les chauves-souris en période 1 devra être prise en compte.

4.2.5 CORRECTIF LIE A LA PERIODE D’ETUDE

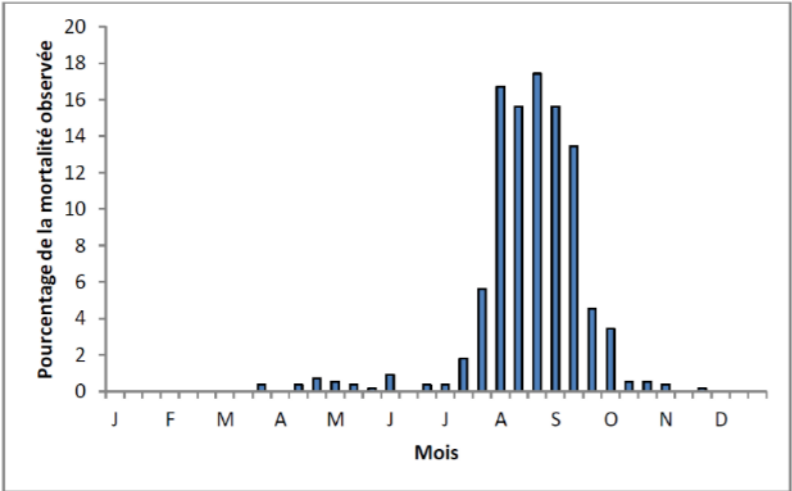
Les estimations de la mortalité ont été réalisées sur la base des 30 passages compris entre le 08/04 et le 25/10/2022 pour l’ensemble des éoliennes. Cette période correspond à la migration vers les quartiers d’estive pour la reproduction puis à la période de migration vers les quartiers d’hivernage de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

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

Répartition annuelle de la mortalité chiroptérologique selon différentes sources bibliographiques

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

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

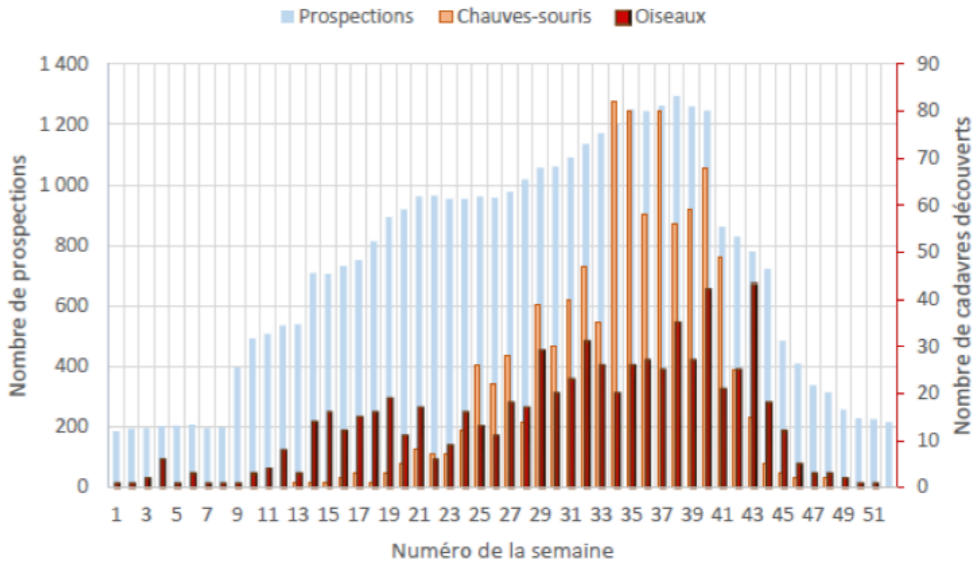


Répartition temporelle des cadavres de chauves-souris récoltés (données Dürr, 2007, in Jones & al., 2009 ; graphique Heitz & Jung, 2017)

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

Semaine de découverte des cadavres

Données : 710 cadavres d'oiseaux et 916 cadavres de chauves-souris retrouvés sous les éoliennes françaises et pour lesquelles la date de découverte est connue



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

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

Répartition temporelle de la mortalité selon la bibliographie (1<sup>ère</sup> colonne) et les cadavres découverts en 2022 (2<sup>nde</sup> colonne)

Pourcentage de mortalité (toutes espèces)	Chiroptères		Oiseaux	
Mi-mai à juillet (semaines 20 à 30) => période de reproduction	20 %	2 cadavres entre mi-mai et juillet	25 %	2 cadavres entre mi-mai et juillet
Août à octobre (semaines 31 à 43) => migration postnuptiale, mouvements locaux	75 %	9 cadavres entre août et octobre	50 %	1 cadavre entre août et octobre
Reste de l’année	5 %	Pas de données entre novembre et mi-mai	25 %	Pas de données entre novembre et mi-mai

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

Le suivi couvre une période correspondant théoriquement à :

- 95 % de la mortalité des chiroptères ;
- 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 (correspondant à la période concernée par la vérification de l’efficacité du bridage<sup>18</sup>). 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.

4.3 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

Les estimations de la mortalité du parc ont été calculées avec les formules de **Jones, Huso et Erickson** par le biais de l’application **EolApp (Besnard & Bernard)**. L’utilisation conjointe de ces trois formules permet de comparer les résultats obtenus. En effet, bien que les modèles utilisés soient identiques, quelques différences existent. En situation de persistance courte (moins de 4 jours), le modèle d’Erickson étant connu pour sous-estimer la mortalité par rapport aux modèles plus récents d’Huso et Jones (cf. partie Méthodes de travail 3.1.3.2), ce dernier est seulement présenté à titre informatif.

La mortalité a également été estimée à partir de l’application « **GenEst** », nouvelle méthode développée par une équipe internationale (Huso & Dalthorp (USGS) et Korner-Nievergelt (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-Alban
Période du suivi	Avril-Octobre 2022
Nbre d'éoliennes suivies	5
C (nombre de cadavres brut découverts sous les éoliennes dans un rayon de 50 m)	14 (3 oiseaux et 11 chauves-souris)
d (taux de détection moyen)	0,76
p (taux de persistance durant l'intervalle)	0,04
Tm (durée moyenne de persistance)	1,5 j
r (probabilité de persistance)	0,368 [IC 80 % : 0,31 - 0,436] (j+7)
l (intervalle moyen entre 2 visites)	7 j
n (nombre de passage)	30

Paramètres	Saint-Alban
Sk (surface prospectée moyenne)	62 %

4.3.1 ESTIMATIONS DE LA MORTALITE AVEC EOLAPP

Les tableaux suivants présentent les résultats des estimations de la mortalité réelle pour le parc de Saint-Alban (5 éoliennes, du 7 avril au 26 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 obtenues avec l’application EolApp

Estimation avec EolApp	Mortalité brute	Erickson			Huso			Jones		
		Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]	
Chauves-souris et Oiseaux (période totale)	14	136,4	78,0	213,6	145,9	81,4	254,7	304,5	147,1	657,7

Le modèle d’Huso donne une valeur médiane de la mortalité d’environ **132,8 individus [IC 80 % : 76 - 229,5] impactés sur l’ensemble du parc sur l’ensemble du suivi** (début avril à fin octobre, sur 30 passages).

Le modèle Jones donne une valeur médiane de la mortalité d’environ **274,5 cadavres de chauves-souris et oiseaux [IC 80 % : 137 - 603,3] impactés sur l’ensemble du parc sur l’ensemble du suivi** (d’avril à fin octobre, sur 30 passages).

Les intervalles de confiance obtenus pour Jones et Huso sont très écartés avec une forte imprécision de l’estimation statistique. 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 - cas de E2) 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.

4.3.2 ESTIMATIONS DE LA MORTALITE AVEC GENEST

Les tableaux suivants présentent les résultats des estimations de la mortalité réelle pour le parc de Saint-Alban (5 éoliennes, du 7 avril au 26 octobre 2022) obtenus à partir des modélisations faites avec GenEst (Huso & Dalthorp). En annexe 5, est précisé le détail des choix retenus pour les modélisations opérées par GenEst afin d’ajuster au mieux les estimations au jeu de données bruts du parc.

<sup>18</sup> Pour rappel, le premier suivi post-implantation réalisé dans le cadre du suivi ICPE a couvert une plus large période correspondant à une année complète.

Résultats des estimations de la mortalité réelle obtenus avec GenEst (en gris, les résultats avec une fiabilité statistique réduite)

		Période	Mortalité brute	Médiane	[IC 10 - 90%]		Ensemble du suivi
GenEst	Chiroptères	Période 1	2	8,9	2,0	18,0	50,8 [IC 80% : 32,9 - 74,4]
		Période 2	9	42,0	24,5	63,7	
	Oiseaux	Période 1	2	29,6	2,0	73,3	35,7 [IC 80% : 4,2 - 77,9]
		Période 2	1	4,0	1,0	9,2	
	Chiroptères et oiseaux	Période 1	4	37,3	9,2	82,6	86,6 [IC 80% : 47,8 - 136,9]
		Période 2	10	46,5	27,6	69,7	

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

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

- Chiroptères : mortalité estimée de **50,8 chauves-souris [IC 80 % : 32,9 - 74,4]** entre début avril et fin octobre ;
  - Biais modérés, principalement dus à une faible persistance, **estimations néanmoins fiables** présentant en particulier un intervalle de confiance correct ;
- Oiseaux : mortalité estimée de **35,7 oiseaux [IC 80 % : 4,2 - 77,9]** entre début avril et fin octobre. Avec 3 cadavres bruts, cette estimation paraît fortement surévaluée. La cause est probablement liée à la présence d'un cadavre sur E3 en période 1, lorsque la surface de prospection est très faible (11 %), ce qui donne beaucoup de poids à ce cadavre et tend à maximiser l'estimation. ;
  - Biais modérés, **estimations probablement surévaluées** caractérisées par un intervalle de confiance particulièrement large ;
- Mortalité globale : mortalité estimée de **86,6 cadavres [IC 80 % : 47,8 - 136,9]** entre début avril et fin octobre. **La surestimation propre aux oiseaux se retrouve dans l'estimation globale.** ;
  - Estimations globales surévaluées en lien direct avec les résultats obtenus pour les oiseaux.

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

Pour le parc de Saint-Alban et au cours du suivi de 2022, les estimations de la mortalité réelle avec GenEst donnent une valeur médiane de la mortalité d'environ **50,8 chauves-souris [IC 80% : 32,9 - 74,4]** et **35,72 oiseaux [IC 80 % : 4,2 - 77,9]**.

Les estimations concernant la période suivie (avril - octobre) sont assez fiables statistiquement et présentent peu d'incertitudes pour les chauves-souris, mais sont nettement surévaluées pour les oiseaux.

4.4 CONCLUSION SUR LE SUIVI DE MORTALITE

Ce second suivi réalisé sur le parc de Saint-Alban a fait l'objet de **30 passages répartis entre le 8 avril et le 25 octobre 2022, avec un intervalle entre les passages de 7 j tout au long du suivi**. Ces passages ont été réalisés sur la période de migration pré-nuptiale, de nidification et post-nuptiale des oiseaux et des

chauves-souris, période sur laquelle des mesures de réduction des impacts doivent être vérifiées. Les 5 **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 62 % sur l'intégralité du suivi**. Les tests de détection réalisés montrent une **détectabilité moyenne de 76 %**. Les tests de persistance réalisés à partir de 56 leurres montrent un **taux de persistance de 4 %** durant l'intervalle (J+7).

**14 cadavres ont été découverts**, parmi lesquels :

- 3 oiseaux appartenant à 3 espèces** : Goéland argenté [local], Martinet noir [local] et Pouillot véloce [migrateur] ;
- 11 chiroptères appartenant à au moins 3 espèces** : 7 Pipistrelles communes [locales], 1 Sérotine commune [locale], 2 Pipistrelles de Kuhl [locales], 1 Pipistrelle indéterminée [statut indéterminé].

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 **50,8 chauves-souris [IC 80 % : 32,9 - 74,4]** et **35,7 oiseaux [IC 80 % : 4,2 - 77,9]** sur la période de suivi avril-octobre. Les estimations concernant la période suivie (avril - octobre) sont assez fiables statistiquement et présentent peu d'incertitudes pour les chauves-souris, mais sont nettement surévaluées pour les oiseaux.

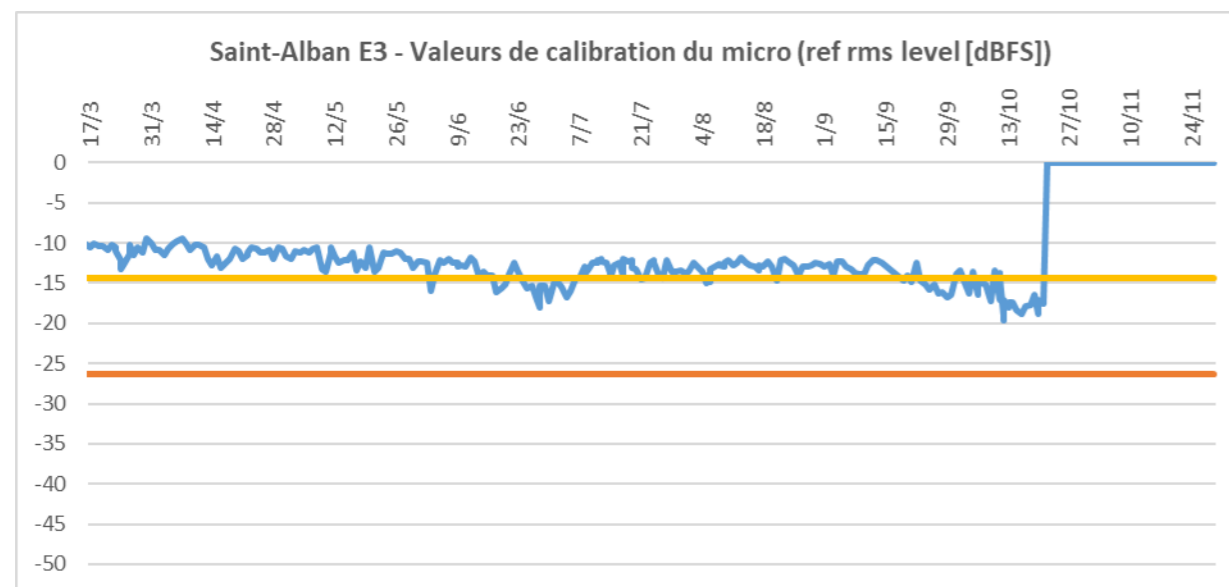


## 5.RESULTATS ET INTERPRETATIONS DU SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

### 5.1 VALIDITE DU MATERIEL UTILISE

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

Dans l'ensemble, pour le suivi acoustique sur l'éolienne E3, le micro a été opérationnel durant le suivi, mais n'était pas dans les valeurs recommandées par le constructeur. En effet, la sensibilité du micro était légèrement trop élevée (supérieure à -14,3). Il a tout de même été dans les normes de mi-juin à mi-juillet et à partir de mi-septembre.



Valeurs de calibration quotidienne du micro du Batmode S+ placé dans E3 (ref rms level [dBFS])

### 5.2 DESCRIPTION DES ACTIVITES ENREGISTREES

#### 5.2.1 BILAN PAR MOIS ET PAR ESPECE

Le tableau suivant compile les totaux de contacts par mois pour chaque espèce ou groupe d'espèces enregistrés au niveau de la nacelle de l'éolienne E3.

Activités mensuelles enregistrées du 17 mars au 29 novembre 2022 depuis la nacelle de E3

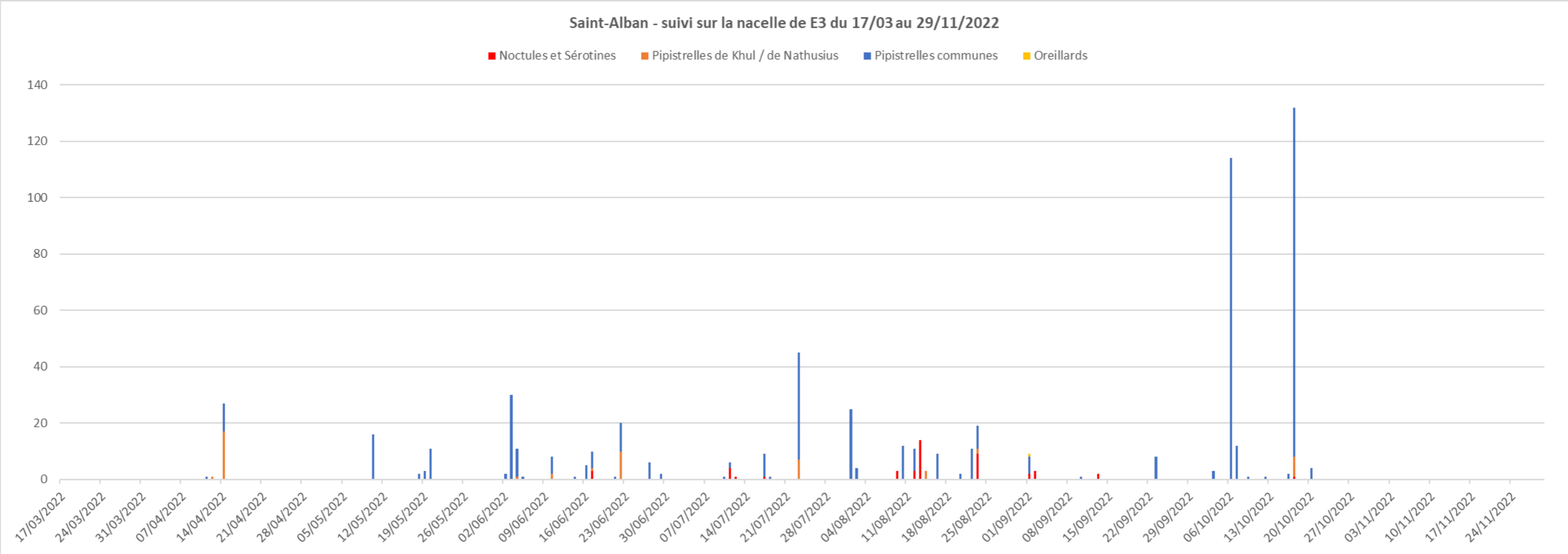
Mois	Noctule de Leisler	Noctule commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle commune	Oreillard gris	Sérotules	Total
Mars (17 nuits)	-	-	-	-	-	-	-	0
Avril (30 nuits)	-	-	17	1	11	-	-	29
Mai (31 nuits)	-	-	-	-	32	-	-	32
Juin (30 nuits)	-	-	14	-	80	-	3	97
Juillet (31 nuits)	1	-	6	1	50	-	5	63
Août (31 nuits)	13	13	5	-	79	-	3	113
Septembre (30 nuits)	7	-	-	-	15	1	-	23
Octobre (31 nuits)	1	-	7	-	261	-	-	269
Novembre (28 nuits)	-	-	-	-	-	-	-	0
Total général	22	13	49	2	528	1	11	626

Au total, durant ce suivi 2022, 626 contacts de chauves-souris ont été enregistrés par le Batmode S+ placé au niveau de l'éolienne E3.

Sur cette année de suivi, on constate que l'espèce la plus contactée est la Pipistrelle commune avec 528 contacts, répartis sur l'année. Il y a un pic de fréquentation en octobre, ce qui en fait le mois avec le plus de contacts enregistrés (269 contacts). Les autres espèces contactées sont la Pipistrelle de Kuhl (49 contacts), la Noctule de Leisler (22 contacts), la Noctule commune (13 contacts), la Pipistrelle de Nathusius (2 contacts) et l'Oreillard gris (1 contact). Les deux espèces de noctules sont majoritairement contactées au mois d'août, correspondant à la période de migration pour ces espèces. La Pipistrelle de Nathusius, également migratrice de haut vol, a été contactée de manière anecdotique en avril et juillet (2 contacts). Les oreillards (ici l'Oreillard gris avec un unique contact) sont des espèces contactées de manière exceptionnelles à ces hauteurs. De manière générale et pour toutes les espèces, les activités enregistrées sont faibles sur ce parc.

5.2.2 CHRONOLOGIE DE L'ACTIVITE

Le graphique suivant présente la chronologie quotidienne du suivi. La plupart des nuits du suivi reste sous la barre de la cinquantaine de contacts par nuit. On notera néanmoins un pic aux alentours de 50 contacts le 23 juillet et **deux nuits présentant un nombre de contacts plus important : le 6 octobre avec 114 contacts et le 17 octobre avec 124 contacts**. Ces pics d'activité correspondent généralement à des espèces migratrices car le mois d'octobre correspond à une période de migration pour certaines chauves-souris. Cependant, cela ne semble pas le cas ici. En effet, l'espèce majoritairement contactée à ces deux dates est la Pipistrelle commune, qui est une espèce sédentaire. Il s'agit plus probablement d'un transit entre ses gîtes d'été et ses gîtes d'hiver, car celui-ci intervient au même moment que la migration.

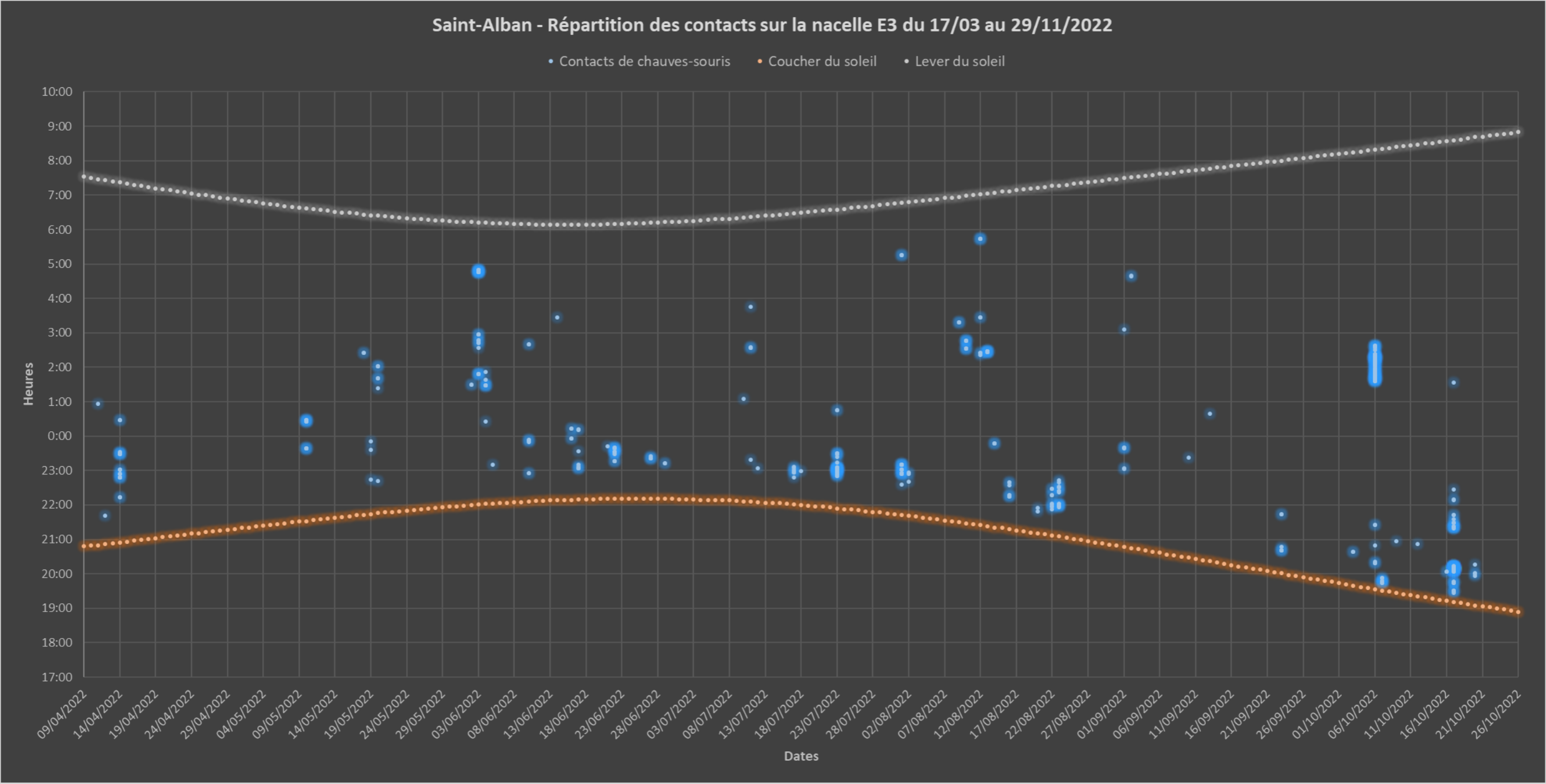


E3 : Chronologie de l'activité quotidienne du suivi acoustique depuis la nacelle

5.2.3 DISTRIBUTION DES CONTACTS DE CHAQUE ESPECE SELON LA DATE ET L'HEURE

Le graphique ci-dessous présente la distribution de tous les contacts en fonction de l'heure après le coucher du soleil.

Aucune tendance particulière ne peut être extraite du graphique. Les pics d'activité évoqués précédemment apparaissent sur ce graphique : le 6 octobre, le pic d'activité a lieu entre 1h et 3h du matin alors que le 17 octobre, l'activité est concentrée en début de nuit, dans les deux heures après le coucher du soleil. Cela va également dans le sens d'un transit des Pipistrelles communes entre leurs gîtes d'été et leurs gîtes d'hiver, comme évoqué précédemment. Aucun contact n'a été enregistré avant le coucher du soleil ou après le lever du soleil.



E3 : Distribution des contacts en fonction de la date et de l'heure après le coucher du soleil

5.3 SYNTHÈSE ET ÉVALUATION DES ACTIVITÉS

5.3.1 INDICATEURS DE LA FREQUENTATION

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

Le graphique ci-après présente les données du référentiel d'Ecosphère (601 nuits d'écoute recueillies de 2016 à 2019 sur 9 sites différents) classés en ordre croissant, et les valeurs correspondant aux quantiles 25 %, 50 % (= médiane), 75 % et 95 %. Différentes valeurs ont par conséquent été obtenues pour les seuils des quantiles 25 %, 50 %, 75 % et 95 %. **Ces 4 seuils permettent ainsi d'établir 5 classes d'activités pour chaque espèce allant de faible (nombre de contacts inférieurs au nombre défini pour le quantile 25 %) à très forte (nombre de contacts supérieurs au quantile 95 %).**

La même logique peut alors être appliquée par espèce, ce qui a l'avantage de prendre en compte de manière empirique les différences de détectabilité et de comportement de vol de chacune.

Référentiel d'activité pour les suivis en nacelle dans le quart Nord-Ouest de la France en milieu ouvert 2016-2019 (contacts/nuite)

NACELLE >50 m Nord-Ouest/Centre France				
Espèce	Seuils de nombre de contacts par nuit			
	Q25 %	Q50 %	Q75 %	Q90 %
TOUTES ESPECES	2	4	10	28
Noctule commune	2	4	9	34
Noctule de Leisler	1	3	5	12
Sérotine / Noctules	2	3	7	21
Pipistrelle commune	1	3	7	15
Pipistrelle de Kuhl	1	3	7	15
Pipistrelle de Nathusius	1	1	4	4
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	1	2	4	8

Dans notre secteur géographique (Nord-Ouest de la France) et pour les milieux ouverts (plaine agricole) :

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

La méthode d'Altisphère présente tout de même des limites liées au secteur géographique, **la base de données étant alimentée de trop peu de données provenant de Bretagne**. La méthode peut tout de même être utilisée ici car le parc de Saint-Alban est situé à l'est de la Bretagne et donc assez proche des parcs référencés dans la base d'Altisphère.

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

5.3.2 ÉVALUATION DE LA FREQUENTATION DU PARC DE SAINT-ALBAN

Le tableau suivant synthétise l'ensemble de ces résultats à l'aide de plusieurs indicateurs qui seront analysés dans les chapitres suivants :

- le nombre de nuits où le suivi a été opérationnel ;
- le nombre de nuits avec au moins 1 contact enregistré (nuit positive) ;
- la moyenne par nuit des contacts (toutes espèces confondues) sur toutes les nuits suivies ;
- la moyenne par nuit des contacts des espèces dites migratrices\* (noctules et Pipistrelle de Nathusius) sur toutes les nuits suivies ;
- le nombre de nuits avec plus de 20 ou 100 contacts (pics d'activité) ;
- le maximum de contact par nuit obtenu sur le mois.

Bilan du suivi de E3 entre le 17 mars et le 29 novembre 2022

Mois	Nuits suivies	Nuits "positives" avec au moins un contact	Moyenne de contacts par nuit suivie	Moyenne de contacts d'espèces migratrices de haut vol par nuit suivie	Maximum de contacts en une nuit
Mars	14	0	0,0	0,0	0
Avril	30	4	1,0	0,0	27
Mai	31	5	1,0	0,0	16
Juin	30	13	3,2	0,1	30
Juillet	31	7	2,0	0,2	45
Août	31	11	3,6	0,9	25
Septembre	30	6	0,8	0,2	9
Octobre	31	10	8,7	0,0	132
Novembre	28	0	0,0	0,0	0

On constate que le nombre de nuits « positives » est très faible : seulement 22 % des nuits suivies ont permis de capter au moins un contact. Lors de ce suivi, le mois d'octobre est le mois avec la densité de contacts la plus forte, avec une moyenne de 8,7 contacts par nuit suivie. Il faut toutefois noter que cela peut être liée aux valeurs de calibration du micro, les plus conformes du suivi pour ce mois. Ce sont ensuite les mois de juin, juillet et août qui sont les mois avec les densités de contacts les plus fortes, avec des moyennes de contacts par nuit suivie de respectivement 3,2, 2,0 et 3,6, ce qui démontre une activité moyenne. La moyenne de contacts d'espèces migratrices de haut vol par nuit suivie la plus haute est classiquement celle du mois d'août, avec 0,9 contact moyen par nuit. Il s'agit néanmoins d'une faible valeur, cohérente au regard de la faible présence des espèces concernées.

Dans le tableau ci-dessous, les résultats de ce suivi ont ainsi été **classés mois par mois sur la base des contacts toutes espèces confondues**. Le nombre de nuits « positives » supérieures au quantile 75 % est indicateur d'une activité particulièrement forte et remarquable.

On notera que le nombre de nuit avec une forte activité est très faible. Les mois de mars, mai, septembre et novembre ne présentent pas d’activité forte. A l’inverse, le mois d’août comprend 6 nuits à forte activité, à savoir environ la moitié des nuits positives de ce mois.

E3 : Évaluation des résultats du suivi (toutes espèces) en fonction du référentiel d’activité des suivis nacelles en milieu ouvert dans le quart Nord-Ouest de la France (Ecosphère, 2016-2019)

Saint-Alban E3	Q1-25	Q25-50	Q50-75	Q75-90	Q90-100
Mars	-	-	-	-	-
Avril	3	-	-	1	-
Mai	-	2	3	-	-
Juin	5	2	3	2	1
Juillet	4	-	2	-	1
Août	1	3	1	6	-
Septembre	3	1	2	-	-
Octobre	4	2	1	1	2
Novembre	-	-	-	-	-

Le tableau suivant résume le nombre de nuits « positives » par classe d’activité et par espèce. **Les cas d’activité forte sont dominés par les Pipistrelles communes avec un cumul de 18 nuits supérieures au quantile 75 %**. Elles sont suivies par les Pipistrelles de Kuhl, avec un cumul de 4 nuits. Globalement, il y a peu de nuits avec une activité importante.

E3 : Évaluation des résultats du suivi pour chaque espèce en fonction du référentiel d’activité des suivis nacelles en milieu ouvert dans le quart Nord-Ouest de la France (Ecosphère, 2016-2019)

Saint-Alban E3	Q1-25	Q25-50	Q50-75	Q75-90	Q90-100
Noctule de Leisler	3	4	0	1	0
Noctule commune	0	0	0	1	0
Sérotule	1	2	1	0	0
Pipistrelle commune	9	12	9	13	5
Pipistrelle de Kuhl	2	3	0	2	2
Pipistrelle de Nathusius	0	2	0	0	0
Oreillard gris	0	0	0	0	1
TOUTES	20	10	12	10	4

Le suivi a permis de recenser peu de nuits positives, c’est pourquoi peu de nuits présentent de bonnes activités. **Le mois d’août présente malgré tout des niveaux d’activité importants sur 6 nuits, classées dans les quantiles 75 à 100.**

La Pipistrelle commune est l’espèce la plus présente et avec le plus fort niveau d’activité par nuit. L’espèce arrivant ensuite est la Pipistrelle de Kuhl, à des niveaux bien inférieurs. Les Noctules sont peu présentes.

Il est important de rappeler :

- que le raisonnement porte sur des nombres de contacts, et non sur des nombres d’individus. De fait, des contacts enregistrés en début et fin de nuit peuvent potentiellement correspondre aux mêmes individus transitant dans le parc éolien ;
- **que des variations interannuelles peuvent survenir** (conditions météorologiques, activité des chauves-souris…) et que le principe de précaution est de mise quant aux conclusions de l’étude.

A ces niveaux de fréquentation détaillés, il faut ensuite analyser quelles conditions météorologiques locales ont été favorables à l’activité chiroptérologique à hauteur de nacelle.

5.4 REPARTITION DE L’ACTIVITE SELON L’HEURE DE LA NUIT

Le tableau ci-dessous montre que **64 % des contacts ont lieu les 3 premières heures de la nuit et 72 % les cinq premières heures. L’heure la plus fréquentée est celle entre la première heure et deuxième heure qui suit le coucher du soleil**. Aucun contact n’a été enregistré avant le coucher du soleil.

E3 : Nombre de contacts en fonction de l’heure après le coucher du soleil pour toute la période du suivi

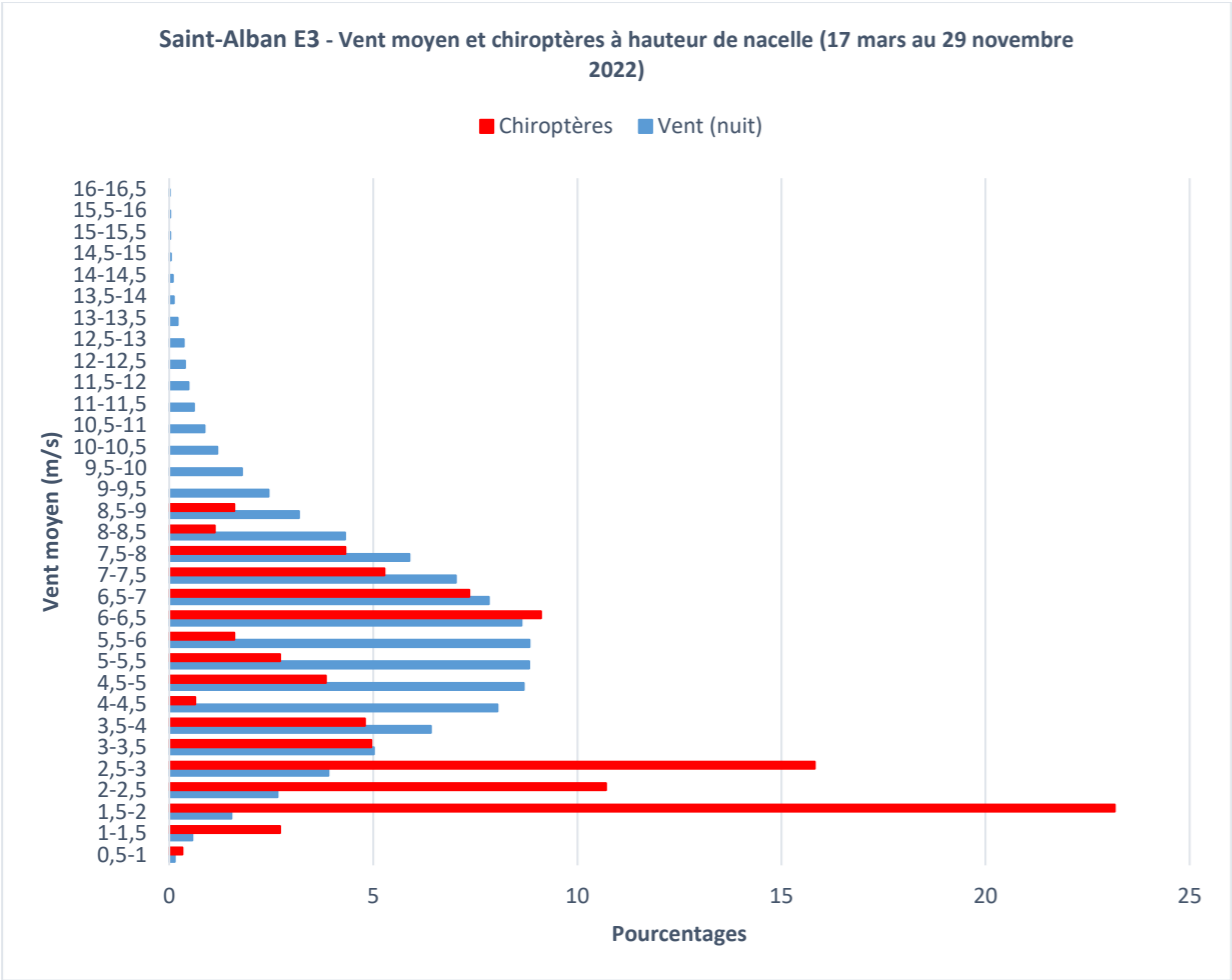
Heure après le coucher du soleil	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Total général	% cumulés
Heure du coucher du soleil à +1h	-	1	2	7	11	25	6	103	-	155	25 %
+1h à +2h	-	14	1	38	44	42	2	31	-	172	52 %
+2h à +3h	-	11	17	7	3	3	8	26	-	75	64 %
+3h à +4h	-	2	6	18	-	-	-	1	-	27	69 %
+4h à +5h	-	1	6	10	4	1	2	-	-	24	72 %
+5h à +6h	-	-	-	1	1	32	-	-	-	34	78 %
+6h à +7h	-	-	-	16	-	3	2	99	-	120	97 %
+7h à +8h	-	-	-	-	-	3	3	9	-	15	99 %
+8h à +9h	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	100 %
Total général	0	29	32	97	63	113	23	269	0	626	

Les cases grisées représentent les heures nocturnes en fonction des mois.

5.5 DISTRIBUTION DE L’ACTIVITE SELON LES VITESSES DE VENT

Le graphique ci-dessous montre la distribution des contacts de chauves-souris par rapport aux vitesses moyennes de vent enregistrées la nuit sur l’ensemble de la période de suivi.

Environ 97 % de l’activité a été enregistrée pour des vents moyens inférieurs à 8 m/s. Néanmoins, la répartition des contacts est hétérogène avec une préférence pour les vitesses comprises entre 1,5 et 3 m/s (48 % des contacts) puis entre 6 et 8 m/s (26 % des contacts). Ce phénomène est probablement dû à un nombre total de contacts trop faible enregistré sur le parc.

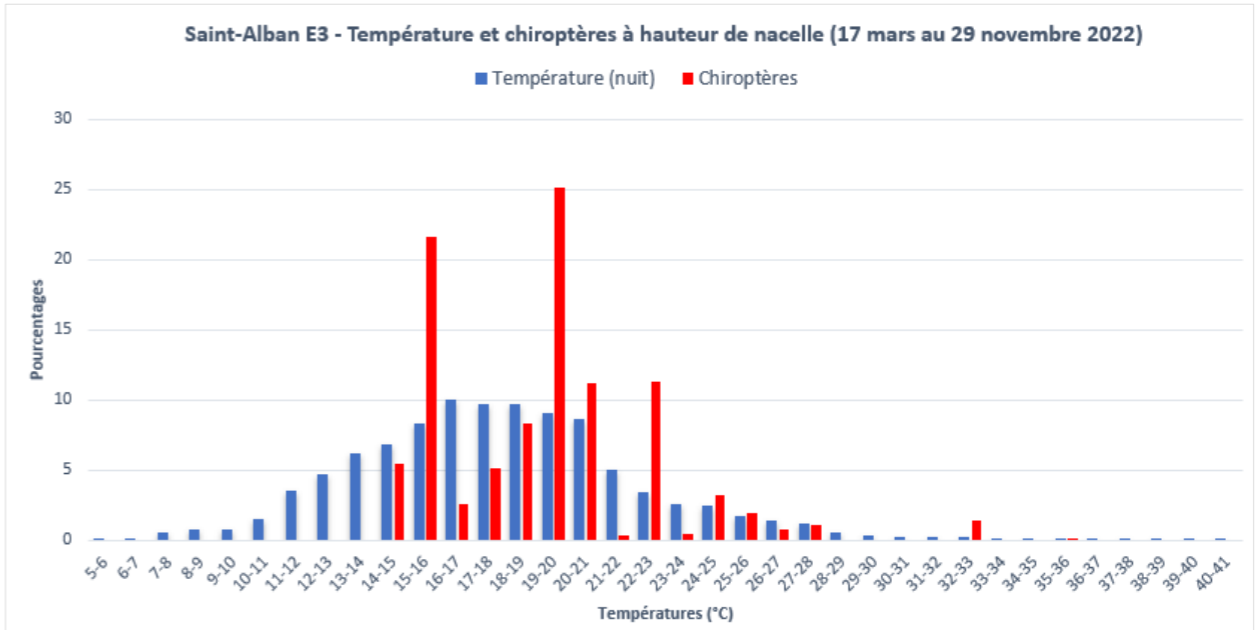


E3 : Distribution de l’activité selon les vitesses moyennes de vent

5.6 DISTRIBUTION DE L’ACTIVITE SELON LA TEMPERATURE

Le graphique ci-dessous montre la distribution des contacts de chauves-souris par rapport aux températures moyennes enregistrées la nuit sur l’ensemble de la période de suivi.

90 % de l’activité globale était enregistrée pour des températures allant de 14°C à 23°C, avec un pic à 15-16°C et un second pic à 19-20°C (les deux pics représentent 47 % des contacts).



E3 : Distribution de l’activité selon les températures

5.7 CONCLUSION DU SUIVI ACOUSTIQUE A HAUTEUR DE NACELLE

Sur l’ensemble du suivi en nacelle de l’année 2022, on peut retenir en premier lieu que **peu de données ont été récoltées, ce qui ne permet pas de connaître avec certitude l’activité chiroptérologique sur ce parc**. Cette faible quantité de contacts peut correspondre à une réalité écologique ou être liée au biais de sensibilité du micro, non optimale au cours de ce suivi.

Lors de ce suivi, l’activité mensuelle se distribue de manière hétérogène :

- Le mois d’octobre est le plus fréquenté avec une densité de contacts plus importante mais le mois d’août présente plus de nuits avec une forte activité ;
- L’espèce la plus contactée est la Pipistrelle commune avec un pic de fréquentation en octobre.

Par ailleurs, l’activité est également hétérogène au cours de la nuit :

- Tous mois confondus, les chauves-souris ont été en majorité contactées durant les cinq premières heures après le coucher du soleil (72 %).

Enfin, les conditions météorologiques participent également à la distribution de l’activité :

- 97 % de l’activité a été enregistrée pour des vents moyens inférieurs à 8 m/s ;
- 90 % de l’activité a été enregistrée pour des températures comprises entre 14°C et 23°C.

Pour rappel, les limites liées au matériel utilisé impliquent que les résultats obtenus ne représentent qu’un échantillon pour un volume d’espace aérien donné d’une activité réelle quelle qu’elle soit sur une

année. Aussi, la variabilité interannuelle de différents facteurs indépendants, tels que la météorologie, peut avoir une incidence par exemple sur l'activité ou les pics d'activité.



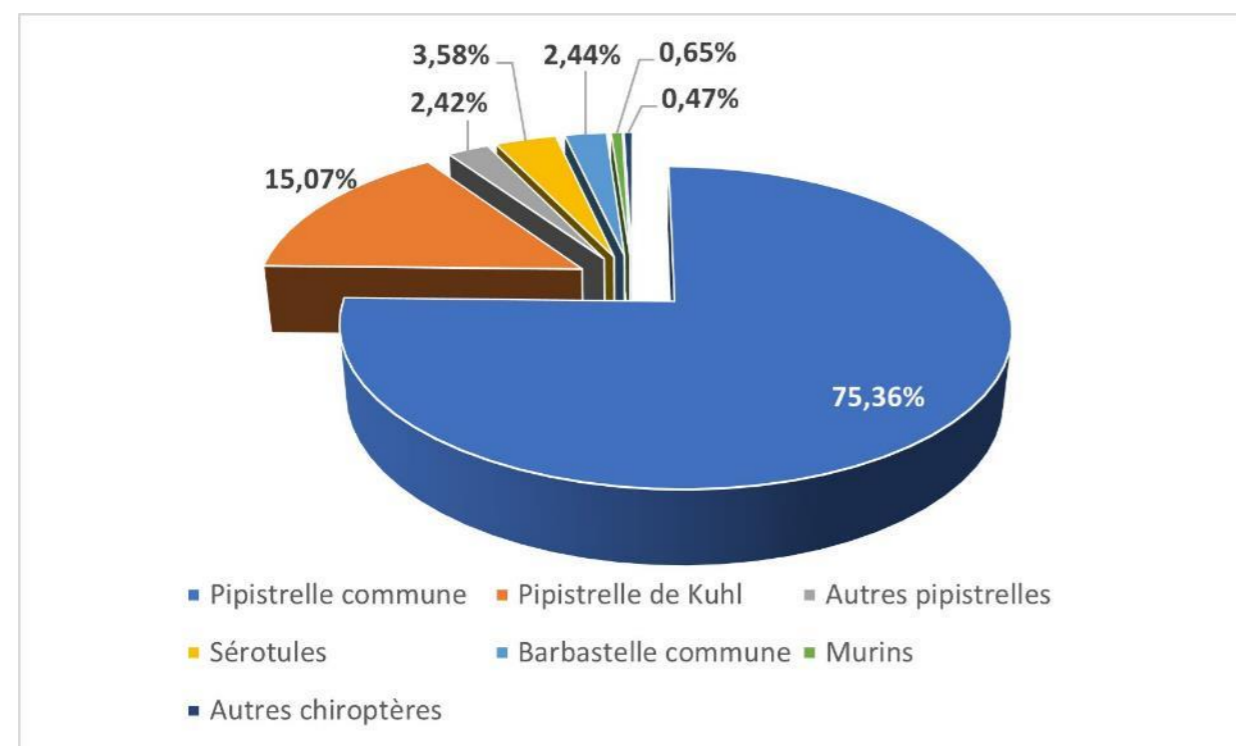
## 6.RESULTATS ET INTERPRETATION DU SUIVI ACOUSTIQUE DES CHAUVES-SOURIS AU SOL

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 août puis 2 en septembre et en octobre). Après l'élimination des bruits parasites et des sons associés à d'autres animaux enregistrés lors de l'étude acoustique passive, 16 951 contacts de chauves-souris ont été enregistrés pour un total de 27 nuits.

Les écoutes passives ont permis d'identifier 17 espèces de chiroptères : la Barbastelle d'Europe, la Sérotine commune, Murin de Bechstein, le Murin de Daubenton, Murin à oreilles échancrées, le Grand Murin, le Murin à moustaches, le Murin de Natterer, la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle commune, Oreillard roux, Oreillard gris, le Petit Rhinolophe, le Grand Rhinolophe.

**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 quatre espèces de murins (Murin de Natterer, Grand Murin, Murin de Bechstein, Murin à oreilles échancrées, Murin à moustaches et Murin de Daubenton) dont l'activité de la grande majorité semble anecdotique au sein du secteur d'étude.

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



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

La **Pipistrelle commune** domine largement le peuplement chiroptérologique avec **75 % des contacts totaux** (12 775 signaux sur les 16 951 enregistrés). De nombreux enregistrements concernent la Pipistrelle de Kuhl avec **15 % des contacts totaux**. Les autres pipistrelles (commune/Nathusius, Kuhl/Nathusius et Nathusius) représentent 2,42 % de la part d'activité, dominée par la Pipistrelle de Nathusius.

Les « **sérotules** » (complexe des noctules/sérotines) représentent **3,58 %** de la part d'activité et sont ici constituées très probablement majoritairement par la Sérotine commune, compte tenu de la majorité des contacts qui concernent cette espèce (591 contacts de Sérotine commune avérés pour 5 contacts de Noctule de Leisler et un contact de Noctule commune). Notons le contact d'une **Noctule commune** à la mi-juillet, qui pourrait correspondre à un individu erratique ou d'un individu à la recherche de nourriture. Néanmoins, le secteur semble exceptionnellement fréquenté par les noctules de manière générale.

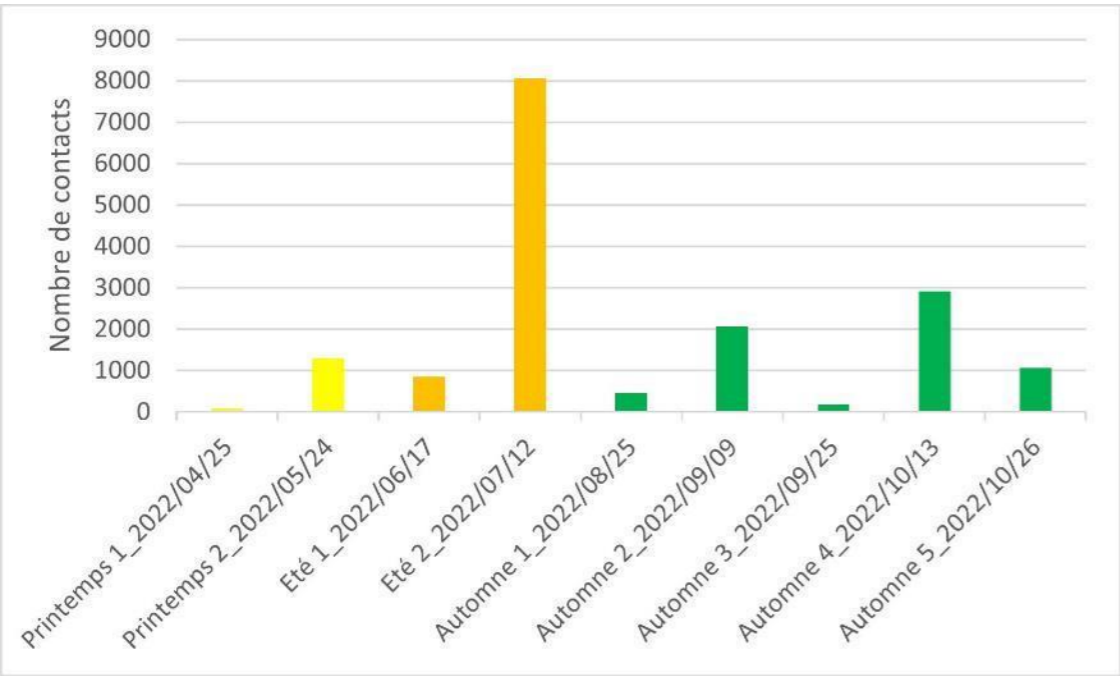
La **Barbastelle d'Europe**, à elle seule, représente **2,44 %** des enregistrements. A l'inverse, les **murins** représentent la plus petite part des chiroptères enregistrés, **soit 0,65 %** (111 contacts), dont l'essentiel des contacts avérés concerne le Murin de Natterer (40 contacts), le Murin de Bechstein (27 contacts), et le Murin à oreilles échancrées (10 contacts).

Enfin, les **autres chiroptères** (rhinolophes et oreillards) se partagent seulement **0,47 % de part d'activité**.

Distribution de contact enregistrés / espèces / périodes

Périodes	Transit printanier	Période de parturition	Transit automnal
Dates	25/04/22, 24/05/22	17/06/22, 12/07/22	25/08/22, 09/09/22, 25/09/22, 13/10/22, 26/10/22
Pression d'échantillonnage	2*3 SM4BAT (6 nuits cumulées)	2*3 SM4BAT (6 nuits cumulées)	5*3 SM4BAT (15 nuits cumulées)
Barbastelle commune	25	110	279
Sérotine commune	-	572	19
Murin indéterminé	8	7	23
Murin de Bechstein	12	-	1
Murin de Daubenton	-	-	3
Murin à oreilles échancrées	-	2	8
Grand murin	-	-	5
Murin à moustaches	-	-	2
Murin de Natterer	2	6	32
Noctule de Leisler	-	2	3
Noctule commune	-	1	-
Pipistrelle de Kuhl	6	2389	160
Pipistrelle de Nathusius	30	16	1
Pipistrelle commune	1085	5631	6059
Pipistrelle de Kuhl/P. de Nathusius	17	153	5

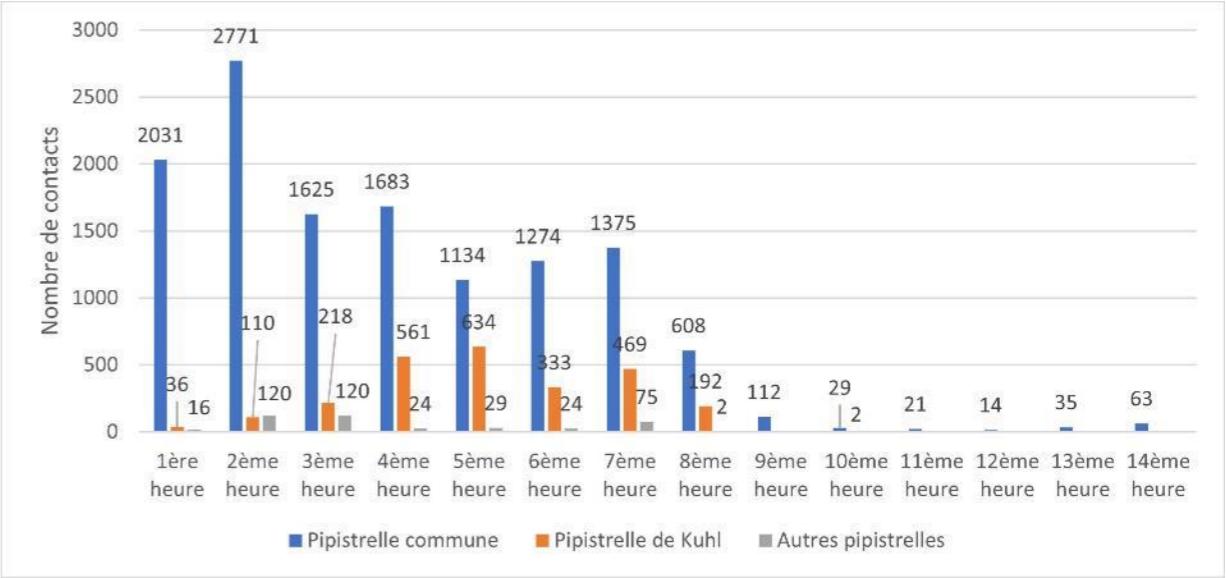
Périodes	Transit printanier	Période de parturition	Transit automnal
Pipistrelle commune/P. de Nathusius	176	12	-
Oreillard roux	-	-	19
Oreillard gris	1	3	8
Oreillard indéterminé	-	-	35
Grand rhinolophe	-	2	1
Petit rhinolophe	2	-	9
Complexe des « Sérotules »	1	6	2
Nombre minimal d'espèces + groupes d'espèces (O = oreillards et M = murins)	8 + M	12 + M	16 + O & M
Activité moyenne (par détecteur / nuit)	227	1485	445
Nombre total de contacts	1365	8912	6674



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

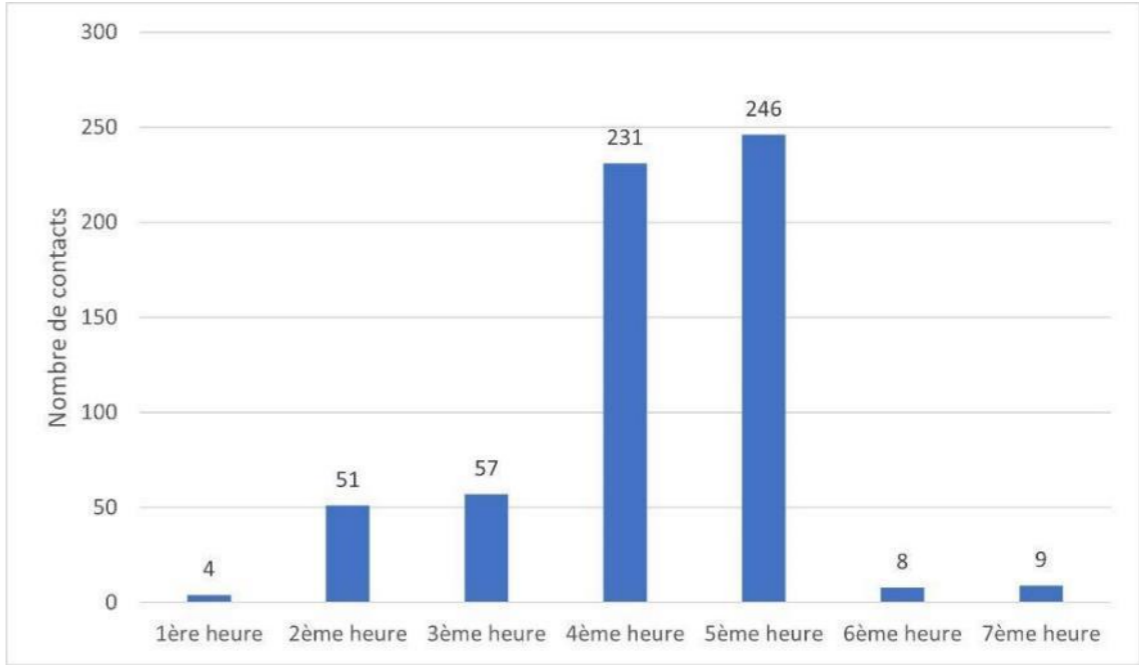
D'après les éléments ci-dessus, l'activité chiroptérologique est supérieure durant les périodes de parturition et de transit automnal.

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



Distribution horaire de l'activité des pipistrelles en fonction de l'heure après le coucher du soleil (n=15 740 contacts de pipistrelles ; 27 nuits cumulées)

Sur l'ensemble de l'année, les contacts de différentes pipistrelles (commune, Kuhl et autres espèces) représentent 93 % des signaux enregistrés. Pour l'ensemble des pipistrelles, l'activité débute dès la première heure qui suit le coucher du soleil, atteint son pic à la deuxième heure pour la Pipistrelle commune puis diminue progressivement jusqu'à la huitième heure. Les contacts enregistrés pour la Pipistrelle de Kuhl augmente progressivement de la première heure à la cinquième heure où elle atteint son pic d'activité. La forte activité en début de nuit (plus particulièrement en période de parturition) pourrait indiquer la présence de colonies de Pipistrelles (espèces anthropophiles) dans les hameaux situés à proximité de l'aire d'étude. Les individus viennent chasser et transitent au sein de l'aire d'étude notamment le long des lisières. A l'inverse, pour la Pipistrelle de Kuhl, l'activité importante en milieu de nuit indique probablement l'utilisation de la zone comme terrain de chasse.



Distribution horaire de l'activité du complexe des « Sérotules » en fonction de l'heure après le coucher du soleil (n=606 contacts de « sérotules » ; 27 nuits cumulées)

Stacked bar chart showing the number of contacts per hour for five bat species across 13 hours. The y-axis is 'Nombre de contacts' (0-120). The x-axis shows hours from 1ère to 13ème. The legend includes Barbastelle d'Europe (blue), Murin sp. (orange), Petit rhinolophe (grey), Grand rhinolophe (yellow), and Oreillard sp. (light blue).

Heure	Barbastelle d'Europe	Murin sp.	Petit rhinolophe	Grand rhinolophe	Oreillard sp.
1ère	15	1	1	0	0
2ème	40	10	0	3	15
3ème	38	15	0	0	12
4ème	50	18	0	0	5
5ème	45	15	2	2	5
6ème	65	28	0	0	5
7ème	70	8	0	0	5
8ème	30	2	0	0	5
9ème	22	5	0	0	5
10ème	22	2	0	0	3
11ème	10	2	0	0	2
12ème	5	0	0	0	0
13ème	2	0	0	0	0

L'activité des autres chiroptères (Barbastelle, murins, rhinolophes, oreillards) commence dès la première heure qui suit le coucher du soleil, atteint son pic à la sixième heure, se poursuit dans la nuit avec une activité importante entre les deuxième et septième heures. Ces espèces sont dites lucifuges (qui ont tendance à fuir la lumière). Ces résultats laissent à supposer la présence de gîtes dans un périmètre un peu plus éloigné que le parc et une attractivité de la zone d'étude pour la chasse.

6.1.1 ANALYSE DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN PERIODE DE TRANSIT PRINTANIER

Les 2 nuits d'écoute passive ont permis d'enregistrer 1 365 contacts de chiroptères à raison de :

- 77 contacts analysés et collectés lors de la nuit du 25/04/2022 ;
- 1 288 contacts lors de la nuit du 27/05/2022.

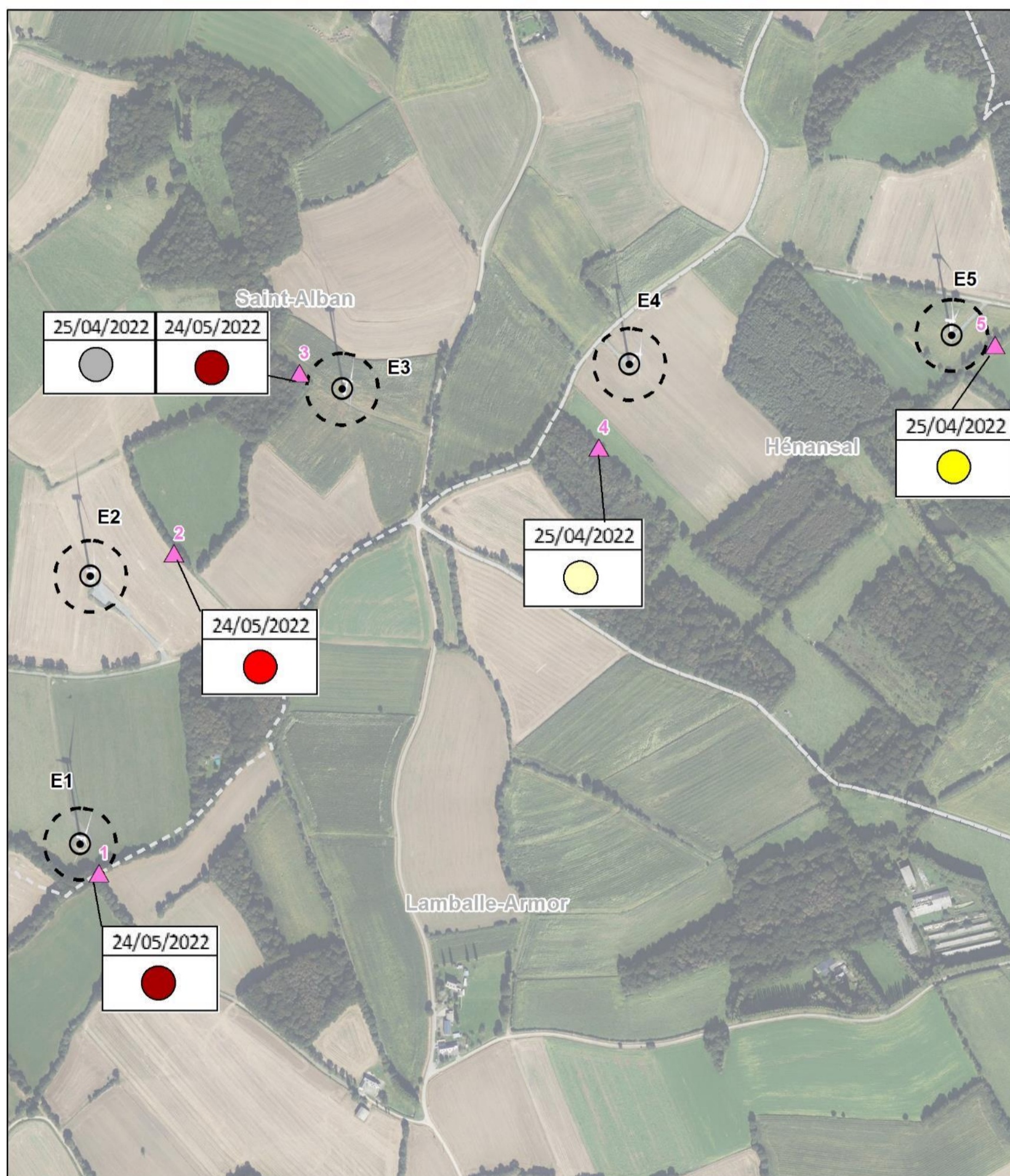
Huit espèces ont, a minima, été identifiées durant cette période.

Les contextes de lisières arborées/arbustives (points 1, 2 et 3) sont le lieu d'une activité chiroptérologique plus hétérogène mais soutenue avec des niveaux d'activité horaire maximale régulièrement « importante » à « très importante ». La très grande majorité des contacts obtenus correspond toutefois à une activité de Pipistrelle commune (activité moyenne), soit 79,5% de l'activité chiroptérologique. Notons aussi de fortes activités chez le Murin de Bechstein, malgré une assez faible activité concernant les autres espèces de chiroptères à cette date.

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 est issue du référentiel TBM environnement/Écosphère, alors que l'activité chiroptérologique par espèce est issue et définie selon le protocole du Groupe Mammalogique Breton (GMB) (<https://gmb.bzh/activite-chauves-souris/>, excepté pour le Murin de Bechstein, où l'activité sera issue du référentiel Vigie-Chiros de 2017 : <https://www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/documents/referentielsvc.pdf>).

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

Point d'écoute	Dates	Activité horaire max	Nbre total de contacts	Barbastelle d'Europe	Murin indét.	Murin de Bechstein	Murin de Natterer	Petit Rhinolophe	Pipistrelle commune	Pipistrelle commune / Nathusius	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius	Oreillard gris	Sérotule
1	Nuit du 24 au 25/05/2022	342	610	-	1	-	-	-	423	172	2	1	1	-	1
2	Nuit du 24 au 25/05/2022	224	361	16	1	-	-	-	337	-	-	1	6	-	-
3	Nuit du 24 au 25/05/2022	266	317	-	1	-	-	-	284	4	17	1	9	1	-
	Nuit du 25 au 26/04/2022	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Nuit du 25 au 26/04/2022	7	21	2	4	7	2	-	3		1	2		-	-
5	Nuit du 25 au 26/04/2022	36	56	7	1	5	-	2	38		2		1	-	-



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

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

6.1.2 ANALYSE DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN PERIODE D'ESTIVAGE ET DE PARTURITION

Les 2 nuits d'écoute passive ont permis d'enregistrer un total de 8 912 contacts de chiroptères :

- 855 contacts lors de la nuit du 17/06/2022 ;
- 8 057 contacts le 21/07/2021.

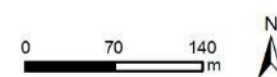
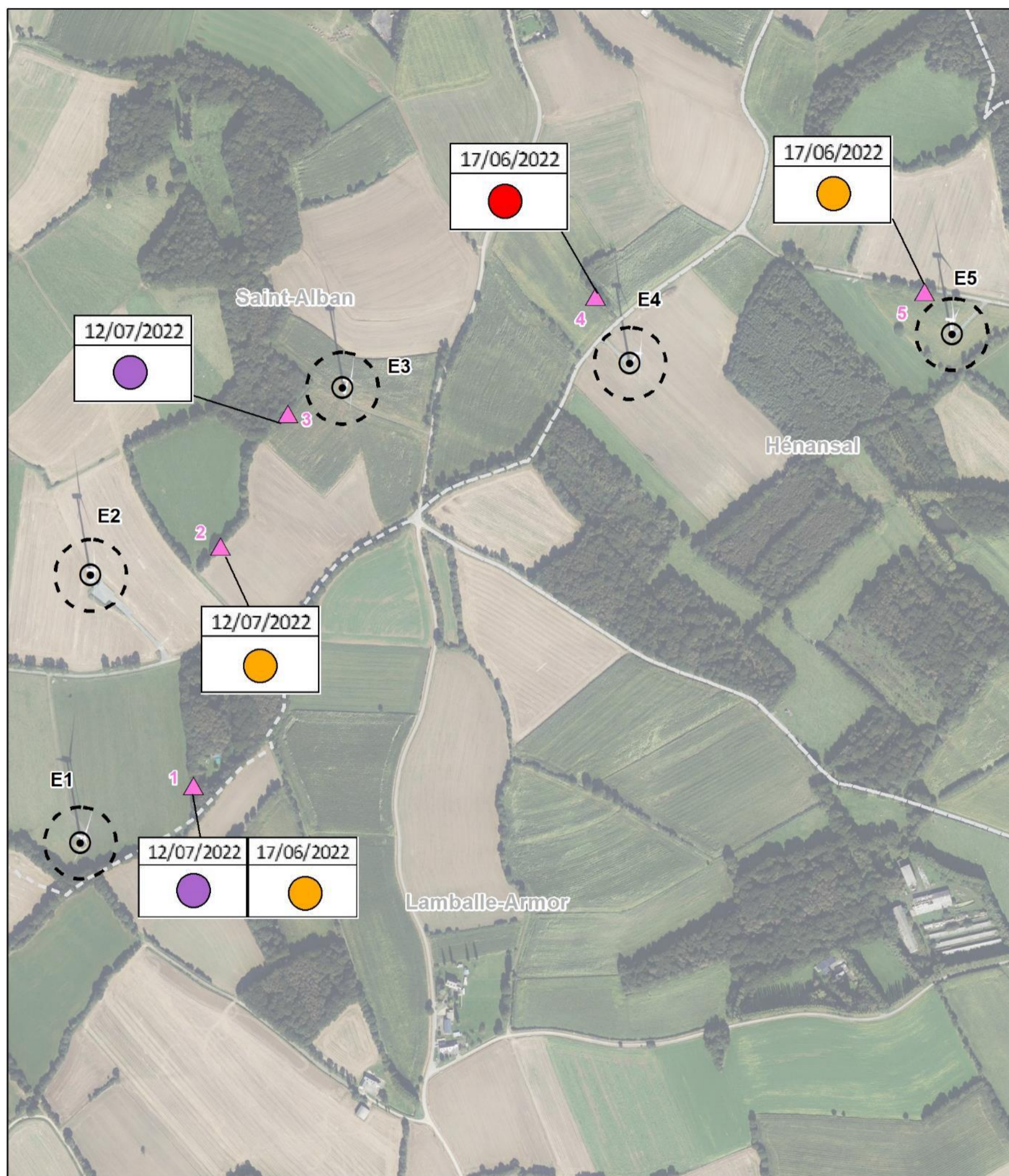
Onze espèces ont été identifiées durant cette période.

A cette période de l'année, deux éoliennes en milieux arborés et de bocage mature (E1 et E3) présentent une **activité chiroptérologique quasi-permanente remarquable** pour la nuit du 12 au 13 juillet 2022. La majorité des contacts obtenus correspond à une activité de pipistrelles avec 7 454 contacts enregistrés, soit 92 % de l'activité chiroptérologique sur l'ensemble des 3 éoliennes étudiées à cette date. Notons une très forte activité de Sérotine commune sur la station n°1, avec 423 contacts soit 9 % de l'activité chiroptérologique à la mi-juillet. Ces espèces sont anthropophiles et leur présence résulte probablement de celle de ferme à proximité de ces deux éoliennes. De plus, les conditions météorologiques étaient optimales à cette date, il est possible qu'une émergence d'insectes au-dessus de la prairie de l'éolienne E1 soit vecteur de cette forte activité (ex. émergence de fourmis). Pour l'activité chiroptérologique de l'éolienne E3, elle pourrait être liée à des travaux agricoles menées sur ce secteur. Sur l'ensemble de la période, l'activité chiroptérologique est moyenne à quasi permanente.

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

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

Point d'écoute	Dates	SM4	Activité horaire max	Nbre total de contacts	Barbastelle d'Europe	Sérotine commune	Murin à oreilles échancrées	Murin de Natterer	Noctule de Leisler	Noctule commune	Murin indét.	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle commune / Nathusius	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius	Oreillard gris	Grand rhinolophe	Sérotule
1	Nuit du 17 au 18/06/2022	9	104	386	37	26	-	1	-	-	3	245	13	10	11	40	-	-	-
	Nuit du 12 au 13/07/2022	7	1 174	4 745	28	423	-	4	2	1	2	3225	1	-	1038	21	-	-	-
3	Nuit du 12 au 13/07/2022	9	720	3 097	43	72	-	-	-	-	2	1731	-	-	1247	1	-	1	-
2	Nuit du 12 au 13/07/2022	8	77	215	1	22	1	-	-	-	-	143	-	-	45	2	-	1	-
4	Nuit du 17 au 18/06/2022	8	122	308	1	27	1	-	-	-	-	210	1	1	27	33	1	-	6
5	Nuit du 17 au 18/06/2022	7	85	161	-	2	-	1	-	-	-	77	1	1	21	56	2	-	-



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

### 6.1.3 ANALYSE DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE EN PERIODE DE TRANSIT POST-PARTURITION ET AUTOMNAL

Les **5 nuits d'écoute passive** ont permis d'enregistrer 6 674 contacts de chiroptères, dont :

- 455 contacts lors de la nuit du 25/08/2022 ;
- 2 066 le 09/09/2022 ;
- 176 le 25/09/2022 ;
- 2 918 le 13/10/2022 ;
- 1 059 le 26/10/2022.

**Seize espèces ont été inventoriées à minima durant cette période.**

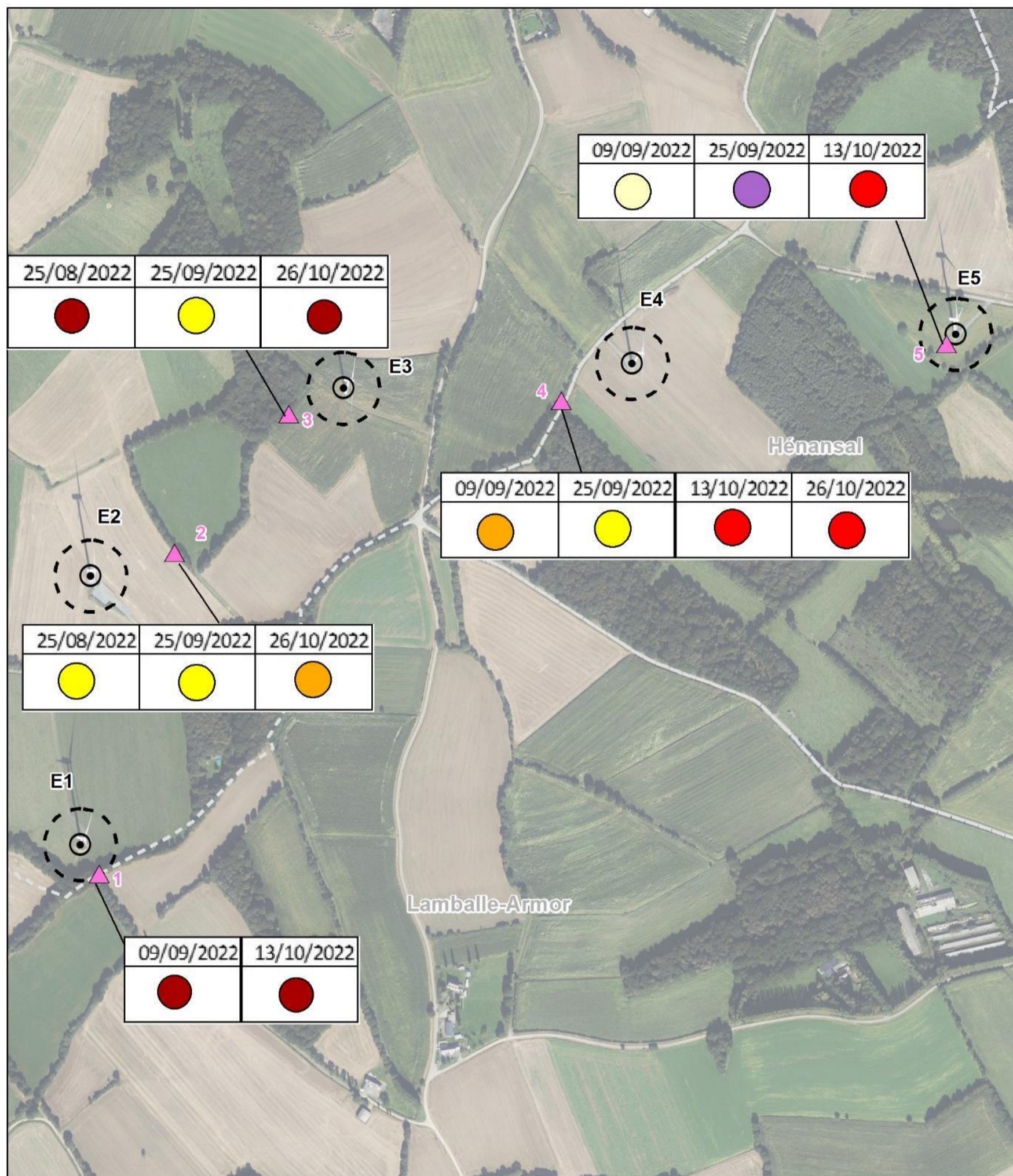
Globalement, l'ensemble du parc présente une activité chiroptérologique homogène et relativement importante au niveau local. Seule la station 2 en milieu de culture agricole présente une activité chiroptérologique modérée à faible avec seulement **4,3 % de l'activité globale sur la période**. L'appareil situé à l'est (point 5) a enregistré une activité très hétérogène avec une activité très faible en août, importante en octobre et quasi-permanente en septembre, potentiellement liée à des travaux agricoles. **Certaines stations présentent une activité importante à très importante tels que les stations 1, 3 et 4, toutes aux abords proches de lisières et/ou de boisements.** Une **grande majorité des contacts qui y sont enregistrés concerne la Pipistrelle commune** (3 742 contacts au total sur ces points), soit **plus de 90 % de l'activité chiroptérologique globale** avec une activité qualifiée de moyenne à assez forte sur la majorité des points d'écoute passive pour cette espèce. De même, notons des activités moyenne à assez forte sur cette période pour la Barbastelle d'Europe, soit 4,18% (279 contacts enregistrés) de l'ensemble des contacts à cette période de l'année, suivi par la Pipistrelle de Kuhl avec 2,4 % (160 contacts enregistrés).

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

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

Point d'écoute	Dates	Activité horaire max	Nbre total de contacts	Barbastelle d'Europe	Sérotine commune	Murin indét.	Murin de Bechstein	Murin de Daubenton	Murin à oreilles échancrées	Grand murin	Murin à moustaches	Murin de Natterer	Oreillard roux	Oreillard gris	Oreillard indét.	Noctule de Leisler	Petit Rhinolophe	Grand Rhinolophe	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	P. de Kuhl / Nathusius	Sérotule
1	Nuit du 09/09/2022 au 10/09/2022	347	1 111	47	1	1	-	1	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	996	61	-	-	-
	Nuit du 13/10/2022 au 14/10/2022	320	1 098	19	-	4	-	-	-	3	-	3	-	-	-	1	-	-	1058	6	-	-	-
2	Nuit du 25/08/2022 au 26/08/2022	16	36	8	2	-	-	-	-	-	-	2	1	2	1	-	1	-	16	1	-	2	-
	Nuit du 25/09/2022 au 26/09/2022	14	73	27	-	3	1	-	7	-	-	1	4	-	5	-	-	-	26	-	-	-	-
	Nuit du 26/10/2022 au 27/10/2022	113	178	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	169	2	-	-	-
3	Nuit du 25/08/2022 au 26/08/2022	322	407	24	8	2	-	-	-	-	1	-	-	1	4	-	-	1	328	36	-	-	2
	Nuit du 25/09/2022 au 26/09/2022	13	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	11	-	-	-	-
	Nuit du 26/10/2022 au 27/10/2022	288	537	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	523	2	-	2	-
4	Nuit du 09/09/2022 au 10/09/2022	76	178	43	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	132	1	-	-	-

Point d'écoute	Dates	Activité horaire max	Nbre total de contacts	Barbastelle d'Europe	Sérotine commune	Murin indét.	Murin de Bechstein	Murin de Daubenton	Murin à oreilles échancrées	Grand murin	Murin à moustaches	Murin de Natterer	Oreillard roux	Oreillard gris	Oreillard indét.	Noctule de Leisler	Petit Rhinolophe	Grand Rhinolophe	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	P. de Kuhl / Nathusius	Sérotule
	Nuit du 25/09/2022 au 26/09/2022	23	36	65	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	5	-	15	-	-	-	-
	Nuit du 13/10/2022 au 14/10/2022	171	372	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	364	2	-	-	-
	Nuit du 26/10/2022 au 27/10/2022	190	344	10	-	5	1	2	-	2	1	1	-	-	2	2	-	-	315	1	1	-	-
5	Nuit du 25/08/2022 au 26/08/2022	6	12	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	1	-
	Nuit du 09/09/2022 au 10/09/2022	554	777	19	2	4	-	-	-	-	-	21	6	4	14	-	1	-	663	43	-	-	-
	Nuit du 13/10/2022 au 14/10/2022	218	1 448	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1440	4	-	-	-



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

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

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

67 espèces ont été recensées toutes périodes confondues.

7.1 COMPORTEMENT DES ESPECES NICHEUSES

39 espèces nicheuses ont été recensées durant le printemps/été 2022 sur le territoire du parc éolien.

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

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

34 espèces se reproduisent de manière possible, probable ou certaine sur le territoire du parc éolien et dans un rayon de 300 autour de ce dernier. Ce périmètre comprend divers habitats favorables à différentes espèces, avec une majorité de parcelles agricoles ainsi que des prairies pour la pâture, surtout utilisées par les bovins. Un petit boisement composé majoritairement de résineux avec quelques feuillus se trouve au nord, dans la bande des 300 mètres. D'autres boisements composés cette fois-ci majoritairement de feuillus avec des arbres de haut-jet sont présents au centre et au sud du territoire du parc éolien. Le parc s'intègre également dans un maillage bocager assez important, avec de nombreuses haies qui longent les parcelles agricoles. Le cortège nicheur se compose majoritairement d'espèce affectionnant les milieux boisés et les milieux arbustifs (Grosbec casse-noyaux, Sittelle torchepot, Grive draine, etc.). En effet, le contexte bocager et les quelques boisements qui composent le territoire du parc offre des milieux très favorables pour ce cortège d'espèces. Ensuite, nous observons des oiseaux affectionnant les milieux cultivés et les espaces ouverts à semi-ouverts (Alouette des champs, Alouette lulu, Tarier pâtre ou encore le Bruant jaune). Les espèces anthropophiles sont représentées ici par la Bergeronnette grise.

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

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

Habitat	Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes	NICHEURS BRETAGNE			Justificatifs (réévaluation de l'ESR/ESS)
			LRR*	ESR (Enjeu Spécifique Régional)	ESS (Enjeu Spécifique Stationnel)	
Milieux cultivés	Alouette des champs	0	LC	Faible	Moyen	-
	Alouette lulu	1	LC	Faible	Moyen	-
	Perdrix grise	2	DD	Faible	Faible	-
	Accenteur mouchet	0	LC	Faible	Faible	

Habitat	Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes	NICHEURS BRETAGNE			Justificatifs (réévaluation de l'ESR/ESS)
			LRR*	ESR (Enjeu Spécifique Régional)	ESS (Enjeu Spécifique Stationnel)	
Milieux arbustifs et arborés	Pinson des arbres	0	LC	Faible	Faible	-
	Pouillot véloce	0	LC	Faible	Faible	-
	Merle noir	0	LC	Faible	Faible	-
	Bouvreuil pivoine	-	VU	Assez-fort	Faible	-
	Rougegorge familier	0	LC	Faible	Faible	-
	Troglodyte mignon	0	LC	Faible	Faible	-
	Chardonneret élégant	0	LC	Faible	Faible	-
	Pic vert	1	LC	Faible	Faible	-
	Mésange bleue	0	LC	Faible	Faible	-
	Mésange charbonnière	0	LC	Faible	Faible	-
	Fauvette à tête noire	0	LC	Faible	Faible	-
	Tourterelle des bois	2	LC	Faible	Faible	-
Milieux boisés	Etourneau sansonnet	0	LC	Faible	Faible	-
	Geai des chênes	0	LC	Faible	Faible	-
	Grimpereau des jardins	0	LC	Faible	Faible	-
	Bondrée apivore	2	LC	Faible	Moyen	-
	Grive draine	1	LC	Faible	Faible	-
	Grive musicienne	0	LC	Faible	Faible	-
	Grosbec casse-noyaux	0	VU	Assez-fort	Faible	-
	Sittelle torchepot	0	LC	Faible	Faible	-
	Roitelet à triple bandeau	1	LC	Faible	Faible	-
	Pigeon ramier	1	LC	Faible	Faible	-
	Pic épeiche	0	LC	Faible	Faible	-
	Buse variable	3	LC	Faible	Moyen	-
Milieux ouverts à semi-ouverts	Bruant jaune	0	NT	Moyen	Faible	-
	Bruant zizi	0	LC	Faible	Faible	-
	Linotte mélodieuse	0	LC	Faible	Faible	-
	Faucon crécerelle	3	LC	Faible	Moyen	-
	Tarier pâtre	0	LC	Faible	Faible	-
Milieux anthropique	Bergeronnette grise	0	LC	Faible	Faible	-

\* : LRR = Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Bretagne, CSRPN 2015.



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

A minima, 5 espèces nichent aux abords proches (2 kilomètres autour du parc éolien). La majorité utilise le parc comme zone de chasse ou de transit. Il s'agit d'espèces anthropophiles comme l'Hirondelle rustique, l'Hirondelle de fenêtre qui nichent probablement dans les fermes et villages aux alentours du parc. Le Coucou gris niche aux abords du parc, un mâle chanteur a été contacté. Le Grand Cormoran a été observé en vol et n'utilise le parc que pour du transit lors de ses déplacements. Enfin, le Goéland argenté a été observé quasiment à chaque passage en transit ou en recherche de nourriture sur le parc. En effet, l'influence maritime favorise les mouvements de laridés qui réalisent des vols entre la côte et les terres. La bibliographique mentionne la présence de couples nicheurs de Goéland argenté sur le trait de côte à environ 7 kilomètres du parc éolien.

Le tableau suivant présente les 5 espèces nicheuses dans un rayon de 2 kilomètres autour des éoliennes ou qui nichent à plus de 2 kilomètres du parc mais qui réalisent des mouvements réguliers au sein de celui-ci (Goéland argenté et Grand Cormoran).

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

Habitat	Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	NICHEURS BRETAGNE	
			LRR**	Enjeu spécifique Régional
Oiseaux du littoral	Goéland argenté	4	VU	Assez-fort
	Grand Cormoran	1	VU	Assez-fort
Milieux forestiers	Coucou gris	0	LC	Faible
Milieux anthropiques	Hirondelle rustique	0	LC	Faible
	Hirondelle de fenêtre	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 (Dürr, 2022) ;  
\*\* : LRR = Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Bretagne, CSRPN 2015.

Il ressort du tableau précédent que :

- 2 espèces à sensibilité forte fréquentent régulièrement le parc, ils présentent par ailleurs des enjeux de conservation assez forts :
  - Le Goéland argenté, nichant sur l'îlot du Verdelet à quelques kilomètres du parc, est observé lors de chaque passage et avec des effectifs importants. Les individus réalisent des mouvements entre les terres (champs cultivés, labour) pour de la recherche de nourriture et le littoral.
  - Le Grand Cormoran, nichant également sur l'îlot du Verdelet est observé régulièrement en vol autour du parc éolien. En effet, il s'agit d'individus qui transit entre les différents points d'eau et le littoral à la recherche de nourriture.

Ces espèces ne nichant pas dans un rayon de 2 kilomètres autour des éoliennes mais utilisant quasi-quotidiennement le parc, nous avons décidé de les intégrer, afin de prendre en compte le flux d'individus important notamment chez les Goélands.

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

7.1.3 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 39 espèces nicheuses du parc et de ses abords (rayon d'environ 2 kilomètres, élargi pour 2 espèces très présentes sur site), 34 fréquentent le territoire du parc comme zone de nidification et 5 le fréquentent régulièrement pour de la recherche de nourriture et/ou du transit. Le comportement et les effectifs de ces derniers ont été observés afin d'évaluer si le parc éolien a des conséquences sur leurs mouvements, leurs alimentations.

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

- Les espèces cantonnées qui circulent très peu et qui se déplacent très majoritairement au ras du sol en période de reproduction : Accenteur mouchet, Merle noir, Perdrix grise, Pinson des arbres, Roitelet à triple bandeau, Rougegorge familier, Tarier pâle, Troglodyte mignon, etc. Il s'agit d'espèces nichant au sein des réseaux de haies présent sur le parc de Saint-Alban et dans les boisements au nord et au sud. Pour ces dernières, aucun comportement particulier par rapport aux éoliennes n'a été observé. Le parc éolien ne modifie pas les fonctionnalités locales de ces espèces ;

La Perdrix grise a été observée plusieurs fois sur le parc de Saint-Alban. Il s'agit d'une espèce dont les populations strictement sauvages se font rares. Celle-ci bénéficie cependant de lâcher cynégétique, quasiment annuelle. Elle a un niveau de sensibilité moyen sur le tableau de Dürr avec 46 cadavres découverts en France et 83 en Europe. Aucun comportement à risque n'a été observé pour cette espèce sur le parc de Saint-Alban.

- Les espèces cantonnées qui circulent et effectuent ponctuellement des vols à travers certaines parcelles agricoles et sont susceptibles de monter en altitude : Alouette des champs, Bergeronnette grise, Etourneau sansonnet, Linotte mélodieuse, pigeons, etc. Les espèces les plus abondantes sont celles liées aux milieux ouverts à semi-ouverts (Alouette des champs, Etourneau sansonnet, pigeons). Il semble que les individus nicheurs se préoccupent très peu des éoliennes. Certains postes de chant figurent à moins de 50 mètres des mâts. 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.

La Tourterelle des bois a été entendue et observée plusieurs fois sur le parc de Saint-Alban et ses abords. Il s'agit d'une espèce migratrice qui hiverne en Afrique et qui remonte en Europe pour la période de nidification. Elle est en déclin continu au niveau mondial depuis les années 1980. Ce déclin serait en partie dû à la chasse. La Tourterelle des bois est classée en sensibilité moyenne à la collision sur le tableau de Dürr 2022 avec 5 cadavres retrouvés en France et 40 en Europe. La Tourterelle des bois a majoritairement été entendue au niveau des boisements et des réseaux de haies à l'extérieur du parc et aucun comportement à risque n'a été observé. Cependant, les échanges entre les différents boisements qui entourent le parc de Saint-Alban peuvent exposer cette espèce à des risques de collisions.



- Les espèces qui utilisent un large domaine vital dont le Faucon crécerelle, la Bondrée apivore, la Buse variable, le Goéland argenté ou encore le Grand Cormoran.

Le parc éolien de Saint-Alban est installé dans des milieux variés alliant parcelles agricoles, boisements et réseaux de haies. Nous retrouvons donc des habitats de chasse et de reproduction favorable aux rapaces comme la Bondrée apivore, le Faucon crécerelle ou encore la Buse variable. C'est trois espèces ont un niveau de sensibilité aux collisions allant de 2 pour la Bondrée apivore à 3 pour le Crécerelle et la Buse variable. Les observations sur le parc de Saint-Alban montrent que la Bondrée apivore n'utilise le parc que pour du passage et son comportement ne présente pas ou peu de risque de collision avec les éoliennes. Les Buses variables et les Faucons crécerelles utilisent le parc de manière beaucoup plus régulière. Les comportements de ces deux espèces en période de reproduction (parade, chasse) sont parfois à risque. En effet, ils évoluent dans le rayon d'action des pâles à des distances très proches sans se soucier des éoliennes ce qui les expose à de gros risques.

Le parc éolien de Saint-Alban est également localisé non loin du trait de côte ou des couples nicheurs de Goélands argenté et de Grands Cormorans sont connus. Il y a donc des échanges importants pour les Goélands entre la côte et les champs, où ils trouvent de la nourriture. Des vols fréquents de Grand Cormoran au sein du parc qui transit sûrement entre les différents points d'eau présents aux alentours ont également été observés.

Les mouvements de Goélands argenté représentent une majorité des laridés. Nous pouvons cependant observer ponctuellement des Goélands brun et des Mouettes rieuses mélangés avec eux.

Les flux quotidiens ont été observés à plusieurs reprises lors des différents suivis. Les mouvements s'étalent avec un plus gros flux dans la matinée avec différents petits groupes qui effectuent des vols en direction du sud majoritairement.

Lors de nos prospections, sur certains groupes de laridés, des comportements d'évitement ou des passages préférentiels vis-à-vis du parc ont été observés. En effet, la majorité des laridés traversent le parc entre les éoliennes 2 et 3 et plus anecdotiquement entre la 4 et la 5. Les autres groupes de laridés observés passent généralement en dehors du parc, souvent au-dessus des boisements présents à l'ouest et à l'est du parc.

Il y a donc un dérangement des éoliennes vis-à-vis des Laridés. Toutefois, **ces derniers s'adaptent et ces ajustements de trajectoire ne sont pas de nature à remettre en cause le gagnage de zones alimentaires et le bon accomplissement du cycle des goélands.**

#### 7.1.4 SYNTHESE

Parmi les **34 espèces nicheuses recensées au sein du parc** (rayon de 300 mètres autour des éoliennes) :

- **5 espèces présentent un enjeu stationnel « moyen » de conservation** : Alouette des champs, Alouette lulu, Bondrée apivore, Buse variable et Faucon crécerelle ;
- **10 espèces présentent une sensibilité aux collisions avec les éoliennes** : Faucon crécerelle, Buse variable, Bondrée apivore, Tourterelle des bois, Perdrix grise, Pigeon ramier, Roitelet triple bandeau, Grive draine, Pic vert, Alouette lulu.

Parmi les **5 espèces nicheuses aux abords du parc** (rayon de 2 kilomètres autour des éoliennes) :

- **2 espèces présentent un enjeu spécifique régional « assez-fort »** : Goéland argenté & Grand Cormoran ;
- **2 espèces présentent une sensibilité aux collisions avec les éoliennes** : forte pour le Goéland argenté et faible pour le Grand Cormoran.

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



--- Limites communales  
 --- Rayon de 50 m autour  
 de l'éolienne  
 ● Eoliennes du Parc de  
 Saint-Alban

**Enjeux**

■	Très forts
■	Forts
■	Assez forts
■	Moyens
■	Faibles

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

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

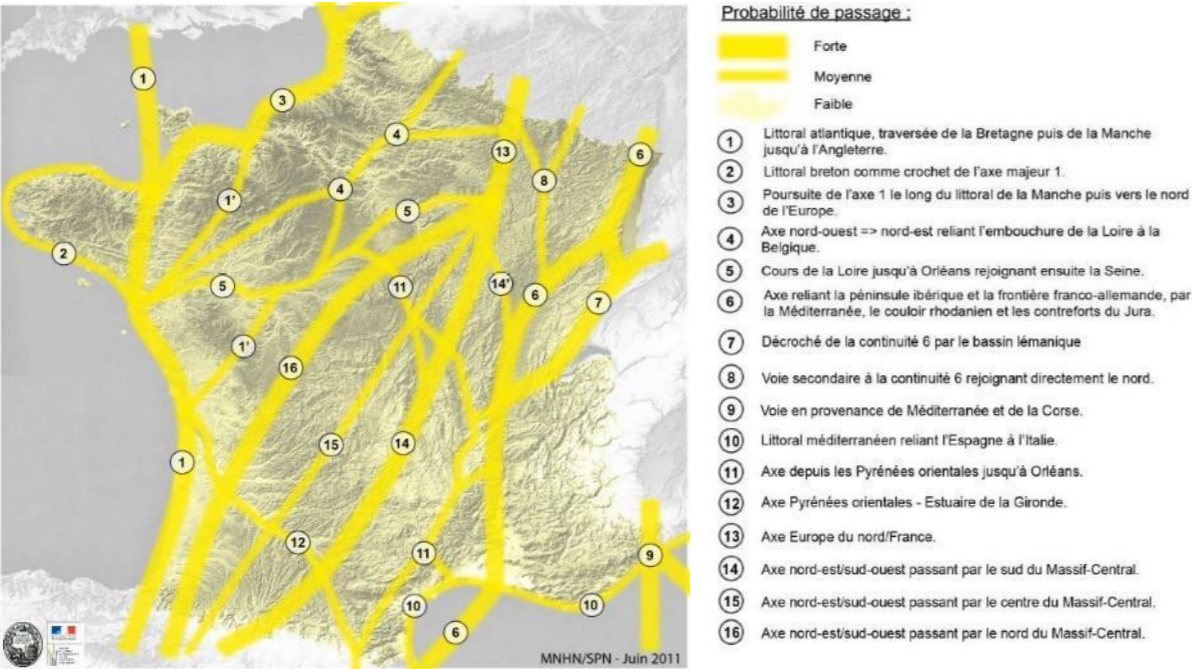
Localisation de l'avifaune nicheuse à enjeux et sensible au risque de collision éolien à proximité du parc de Saint-Alban

7.2 COMPORTEMENT DES ESPECES MIGRATRICES

7.2.1 CONTEXTE REGIONAL

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

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



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

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

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

En général, les mouvements migratoires sont souvent plus diffus au printemps qu’à l’automne (passage des oiseaux migrants plus direct au printemps afin de revenir le plus rapidement possible sur les sites de nidification). De plus, les mouvements migratoires qui s’effectuent à l’automne concernent

davantage d’individus que ceux du printemps (jeunes individus, forte mortalité au cours de la migration postnuptiale, mortalité hivernale...).

D’après la carte précédente, le parc de Saint-Alban et ses abords sont situés non loin d’une voie migratoire « principale » matérialisée par la voie « Littoral Atlantique, traversée de la Bretagne puis de la Manche jusqu’à l’Angleterre ».

Le parc est cependant situé juste à côté de l’axe littoral breton crochet de l’axe majeur 1, la probabilité de passage est donc considérée comme « forte ».

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.

7.2.2 CORTEGES/EFFECTIFS/SENSIBILITES

7.2.2.1 Migration prénuptiale

46 espèces ont été recensées lors des quatre sorties dédiées à la migration prénuptiale sur le parc et ses abords proches les 18/03/2022, 06/04/2022, 21/04/2022 et 05/05/2022. Parmi celle-ci, 9 ont été observées en migration active : Alouette des champs (12), Alouette lulu (1), Goéland brun (4), Grive litorne (2), Grive mauvis (6), Hirondelle rustique (3), Pinson des arbres (144), Etourneau sansonnet (29) et Serin cini (1).

C’est donc un total de 202 individus observés en migration active sur le parc de Saint-Alban. Il est à noter qu’aucun axe de migration privilégié n’a été mis en évidence durant cette période.

Les statuts de menace à l’échelle européenne (LRE EU, 2021) sont utilisés en conformité avec la méthode du protocole national (Dürr, 2022) et confrontés aux effectifs observés afin d’évaluer l’éventuel impact du parc éolien vis-à-vis de ces espèces.

Effectifs des espèces migratrices les plus abondamment observées en période prénuptiale

	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total prénuptial	LRE**
Alouette des champs	0	4	LC
Serin cini	0	1	LC
Alouette lulu	1	1	LC
Goéland brun	2	4	LC
Grive litorne	0	2	LC
Grive mauvis	0	6	LC
Hirondelle rustique	0	1	LC
Pinson des arbres	0	147	LC
Etourneau sansonnet	0	51	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 (Dürr, 2022) ;  
\*\* : LRE = Liste Rouge Européenne (BirdLife International, 2021).

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 ;
- Une espèce, contactée en migration prénuptiale à travers le parc, présente une sensibilité moyenne à la collision et est à surveiller (le Goéland brun).



D'après les observations réalisées au cours des comptages, les flux migratoires constatés en période prénuptiale sont faibles, de même que la richesse spécifique en migration active. Aucun stationnement notable d'oiseaux n'a été noté. Les passages semblent diffus à travers l'aire d'étude.

7.2.2.2 Migration postnuptiale

52 espèces ont été recensées lors des 8 sorties dédiées à la migration postnuptiale sur le parc et ses abords proches les 31/08/2022, 21/09/2022, 05/10/2022, 11/10/2022, 19/10/2022, 26/10/2022, 10/11/2022 et 12/11/2022. Parmi celles-ci, 25 ont été observées en migration active pour un total de 987 individus. On notera qu'aucun axe de migration privilégié n'a été mis en évidence durant cette période. En effet, le faible effectif ne permet pas d'être objectif sur un axe de migration privilégié. Cependant, nous pouvons noter que certaines espèces favorisent leurs passages entre les éoliennes 2 et 3 et certains groupes de fringilles suivent les réseaux de haies et de boisements pour se déplacer au sein 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 ; 8 passages

	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	Total prénuptial	%	LRE**
Alouette des champs	0	48	11,52	LC
Alouette lulu	1	2	0,48	LC
Bec-croisé des sapins	0	1	0,24	LC
Bergeronnette des ruisseaux	?	2	0,48	LC
Bergeronnette grise	0	38	9,12	LC
Bondrée apivore	2	2	0,48	LC
Bruant jaune	0	28	6,72	LC
Chardonneret élégant	0	14	3,36	LC
Epervier d'Europe	2	1	0,24	LC
Etourneau sansonnet	0	247	59,28	LC
Faucon hobereau	2	1	0,24	LC
Grive mauvis	0	74	17,76	LC
Grive musicienne	0	22	5,28	LC
Gros-bec casse noyaux	0	4	0,96	LC
Hirondelle de fenêtre	1	41	9,84	LC
Hirondelle rustique	0	17	4,08	LC
Pigeon colombin	1	2	0,48	LC
Pinson des arbres	0	197	47,28	LC
Pinson du Nord	?	4	0,96	LC
Pipit farlouse	0	191	45,84	LC
Roitelet à triple bandeau	1	3	0,72	LC
Tarin des aulnes	0	15	3,6	LC
Traquet motteux	0	2	0,48	NT
Verdier d'Europe	0	27	6,48	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 (Dürr, 2022) ;

\*\* : LRE = Liste Rouge Européenne (BirdLife International, 2021).

Deux constatations peuvent être tirées du tableau précédent :

- Les espèces les plus abondantes sont caractérisées par une sensibilité « faible » aux collisions ;
- Dans les espèces observées, trois sont moyennement sensibles au risque de collision (classe 2) : le Faucon hobereau avec une population européen qui a décliné de 34 % ces 10 dernières

années, la Bondrée apivore et l'Epervier d'Europe, dont les populations semblent stables en Europe.

- 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).

Aux vues des faibles effectifs constatés, le parc n'est pas localisé sur une voie de migration privilégiée par ces espèces. Par conséquent, le risque local apparaît faible. De plus, elles ne sont pas menacées à l'échelle européenne (BirdLife International, 2015). **L'éventuel impact d'une collision isolée ne serait pas susceptible de bouleverser le maintien de l'état de conservation de leurs populations.**

**D'après les observations réalisées au cours des comptages, les flux migratoires constatés en période postnuptiale sont relativement faibles, de même que la richesse spécifique en migration active. Aucun stationnement notable d'oiseaux n'a été noté. Néanmoins, les différents boisements et réseaux de haies qui bordent le parc peuvent constituer des points de passages privilégiés localement par les oiseaux en migration.**

7.2.3 REACTIONS DE L'AVIFAUNE MIGRATRICE

Malgré la faiblesse globale des effectifs, les fonctionnalités locales des oiseaux migrateurs ont pu être précisées. La représentativité des données est meilleure pour le passage postnuptial.

La majorité des flux postnuptiaux sont diffus. Ils proviennent :

- Du nord et se dirigent vers le sud et le sud-ouest. Ces flux ont principalement concerné les hirondelles, qui font ainsi directement face au parc. L'Hirondelle rustique migre majoritairement sous la garde au sol des éoliennes (hauteur inférieure à 28,5 mètres) ce qui l'expose moins au risque de collision que l'Hirondelle de fenêtre, se déplaçant à hauteur voire au-dessus des pales.
- Les fringilles (Pinson des arbres, Pinson du Nord, Verdier d'Europe) et les Grives utilisent majoritairement les boisements ou les réseaux de haies pour se déplacer.

En migration prénuptiale, les flux semblent diffus à travers la frange littorale et concernent des effectifs plus réduits.

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

- Les rapaces : 3 espèces ont été observées en migration active dont 1 Faucon Hobereau, 1 Epervier d'Europe et 1 Bondrée apivore. Aucune n'a montré de réaction particulière face aux éoliennes. Nous pouvons cependant noter que la hauteur de vol de la Bondrée apivore était d'environ 35 mètres soit à hauteur des pâles. L'ensemble des rapaces observés sur le parc n'a pas eu de modification apparente de leur trajectoire. Cette absence de réaction face aux pales en mouvement peut conduire ces espèces à se trouver dans une situation à risque de collision. De plus, toutes ces espèces sont sensibles à l'éolien à l'échelle européenne (classes 2).
- Les oiseaux d'eau : nous considérons ici comme oiseaux d'eau un groupe hétéroclite d'espèces liées aux zones humides (Laridés, Limicoles, Anatidés, Ardéidés). La localité du parc favorise les échanges d'oiseaux marin entre la côte et la terre.



- ✓ Les Goélands : plusieurs individus contactés pendant la période de migration. La majorité des laridés se déplace au niveau des extrémités du parc en suivant les boisements et les haies. Certains individus traversent le parc mais avec des trajectoires anticipées pour passer entre les éoliennes. Cependant, certains Goélands ont des trajectoires non-modifiées ou pas anticipées ce qui les expose à des risques. Nous pouvons également noter que maintenir une trajectoire pour les oiseaux qui décident de traverser le parc lors de fort vent est compliqué et les exposent également à des risques de collisions.
- ✓ Le Héron cendré : 1 individu contacté en novembre 2022. Il a longé le parc en direction de l'est. Aucune réaction particulière n'a été constatée. Il est possible que la trajectoire ait été ajustée longtemps en amont de l'approche.
- Les passereaux : La majorité des effectifs n'a pas présenté de réaction particulière vis-à-vis du franchissement du parc. Seuls quelques groupes d'Etourneaux sansonnets passent au plus près des éoliennes. Par ailleurs, il faut signaler que la plupart de ces espèces, en raison de leur petite taille, peut difficilement être repérée de loin et suivie sur de longues distances. Il est donc difficile de dire si un changement de cap s'est produit en amont du parc. C'est pour cette raison que les résultats pour ce groupe doivent être pris avec précaution ; le suivi réalisé et les résultats obtenus pour ce groupe ne peuvent être fins, ils sont simplement indicatifs.

Par ailleurs, les trouées entre l'éolienne 2 et 3 semblent être appréciées des passereaux avec des flux un peu plus important entre ces éoliennes.

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

#### 7.2.4 SYNTHESE

**La grande majorité des espèces migratrices les plus abondamment observées n'est pas menacée et est caractérisée par des sensibilités faibles à la collision sauf pour le Goéland argenté qui est caractérisé par une sensibilité 4 aux risques de collisions.**

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

Les flux migratoires sont globalement diffus au niveau du parc éolien. Il semblerait qu'une voie entre les éoliennes 2 et 3 soit privilégiée par les passereaux mais aussi les laridés.

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

### 7.3 COMPORTEMENT DES ESPECES HIVERNANTES

#### 7.3.1 CORTEGES/EFFECTIFS/SENSIBILITES

44 espèces hivernantes ont été recensées sur le parc et ses abords proches (dans les 2 kilomètres autour du parc). Aucun stationnement ni mouvement local particuliers n'ont été observés au sein des habitats terrestres (cultures). Les effectifs comptabilisés sont globalement faibles. Ainsi, l'enjeu hivernal du parc éolien et ses abords est faible.

Parmi les espèces observées sur le parc au moins à 1 reprise, ont été recensés :

- Des passereaux, globalement faiblement représentés au sein des différentes cultures et boisements. Les espèces les plus abondantes sont les Pinsons des arbres, dont des groupes de plusieurs dizaines d'individus stationnaient au centre du parc entre les parcelles et le boisement et l'Etourneau sansonnet, représenté à raison de quelques centaines d'individus s'alimentant dans diverses cultures ou observé en déplacement. Nous pouvons également noter le stationnement d'un groupe de 16 Alouettes lulu dans le champ à côté de l'éolienne 3. Toutes ces espèces sont faiblement sensibles à la collision. A l'échelle des populations européennes, aucune n'est menacée mis à part le Pipit farlouse, représenté localement avec un total de 156 individus en hiver ;
- Des rapaces, dont les effectifs locaux sont faibles. La Buse variable chasse quotidiennement au pied du parc tandis que le Faucon crécerelle chasse aux abords, notamment au nord. Nous pouvons noter également la présence d'un Epervier d'Europe en chasse entre l'éolienne 4 et 5. Leur sensibilité à la collision par rapport à leurs populations est forte pour la Buse variable et le Faucon crécerelle, elle est moyenne pour l'Epervier d'Europe.
- Des oiseaux d'eau, représentés par plusieurs espèces de Laridés, dominés en termes d'effectifs par la Mouette rieuse. Les stationnements et les survols au sein du parc sont quasi quotidiens. Les Goélands argenté, cendré et brun ainsi que la Mouette mélanocéphale exploitent aussi la zone. Ces espèces constituent les hivernantes locales les plus sensibles à la collision au regard de leurs populations européennes.

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

Espèce	Sensibilité aux collisions avec les éoliennes*	LRE**
Buse variable	3	LC
Epervier d'Europe	2	LC
Faucon crécerelle	3	LC
Goéland argenté	4	VU
Goéland brun	2	LC
Goéland cendré	2	LC
Mouette rieuse	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 (Dürr, 2022) ;

\*\* : LRE = Liste Rouge Européenne (BirdLife International, 2021)

#### 7.3.2 REACTIONS DE L'AVIFAUNE HIVERNANTE

Les mouvements locaux quotidiens concernent majoritairement les laridés, dont les caractéristiques de déplacements sont équivalentes à celles évoquées en période de reproduction. Les réactions sont également les mêmes. Les espèces adaptent leurs trajectoires en s'approchant des éoliennes. Ces espèces s'alimentent au sein de cultures proches des éoliennes, allant jusqu'à s'alimenter à moins de 10 mètres des mâts (exemple d'un stationnement de 200 pinsons au pied de l'éolienne 4).

Les autres espèces ne présentent aucune réaction particulière vis-à-vis des éoliennes. La majorité des individus en déplacement passent entre les éoliennes 4 et 5 et 2 et 3.

#### 7.3.3 SYNTHESE

Le parc éolien et ses abords proches ne semblent pas jouer de rôle particulier pour l'avifaune hivernante. Nous retrouvons cependant quelques parcelles agricoles qui accueillent des chiffres intéressants de

stationnement de passereaux notamment de Pinson des arbres et d'Alouette lulu. La majorité des espèces qui traversent le parc sont des laridés avec une majorité de Mouette rieuse suivi ensuite par les Goélands argenté. Les autres espèces de laridés sont représentés plus anecdotiquement (Goéland brun, Goéland cendré). Les individus traversent le parc pour rejoindre la côte ou pour se nourrir dans les terres. Les passereaux préfèrent évoluer dans les boisements et les réseaux ce qui les expose moins à un risque de collision. Nous rappelons que les Laridés est un groupe sensible aux collisions avec les éoliennes.



8. EVALUATION DES IMPACTS PAR COLLISION ET BAROTRAUMATISME

8.1 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 (Goéland argenté, Martinet noir). La mortalité constatée concerne également un migrateur : le Pouillot véloce.

Les tableaux ci-dessous présentent le niveau d’impact avéré du parc de Saint-Alban 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

					1	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5
	LRE	LRN nich	LRN migr	LRR	Sensibilité à l’impact (Dürr, 2022)	Portée de l’impact	Intensité d’impact	Enjeu spécifique sur le site	Niveau d’impact par espèce
Goéland argenté <i>Larus argentatus</i>	LC	NT	NA	VU	Forte (1 126 cas en Europe, dont 7 en France)	Faible 1 cadavre (E3, 07/04/22) [Local]  Suivi comportemental : Les individus observés en transit au-dessus du parc volaient quasi-exclusivement au-dessus des pales.	Faible	Assez fort	Faible
Martinet noir <i>Apus apus</i>	NT	NT	DD	LC	Faible (446 cas en Europe, dont 153 en France)	Faible 1 cadavre (E1, 25/05/22) [Local]  Suivi comportemental : Aucun comportement particulier vis-à-vis des éoliennes.	Faible	Moyen	Négligeable
Pouillot véloce <i>Phylloscopus collybita</i>	LC	LC	NA	LC	Négligeable (614 cas en Europe, dont 108 en France)	Faible 1 cadavre (E3, 28/09/21) [Migrateur]  Suivi comportemental : Aucun comportement particulier vis-à-vis des éoliennes.	Faible	Faible	Négligeable

Bien que le niveau d’impact constaté par la mortalité soit faible ou négligeable, toutes ces 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.

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

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

	Suivi comportemental	Mortalité brute - 2022	Mortalité estimée avec GenEst - 2022	Niveau d’impact par mois
Avril	Hormis des déplacements de Goéland argenté notamment entre E2 et E3, aucun flux n’a été identifié concernant les cadavres d’oiseaux retrouvés sous les éoliennes.	1 Goéland argenté	Période 1 : 29,6 oiseaux [IC 80 % : 2,0 - 73,3] - résultat probablement surestimé	Faible
Mai		1 Martinet noir		Négligeable
Juin		-		Négligeable
Juillet		-		Négligeable
Août	-	-	Période 2 : 4,0 oiseaux [IC 80 % : 1,0 - 9,2]	Négligeable
Septembre	-	1 Pouillot véloce		Négligeable
Octobre	-	-		Négligeable

Le Goéland argenté étant présent toute l’année et avec un comportement à risque identique au cours du temps, le niveau d’impact « faible » attribué à cette espèce sera par la suite attribué à l’année entière.

8.2 CHAUVES-SOURIS

11 cadavres de chauves-souris ont été retrouvés entre avril et octobre 2022. L’évaluation ci-dessous se base sur les résultats du suivi de la mortalité. Les tableaux ci-dessous présentent le niveau d’impact par espèce puis par mois.



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

	LRE	LRN	LRR	1 Sensibilité à l'impact (maximum entre Dürr, 2022 et Eurobats, juin 2021)	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
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	NT	LC	<b>Forte</b> (2 569 en Europe, dont 1 124 en France)	<b>Forte</b> ----- 7 cadavres (E5, 27/07/22; E2, 24/08/22; E1, 14/09/22 et 11/10/22) [Locales] ----- <b>Activité au sol</b> Activité moyenne à assez forte en période de parturition et automnale.  <b>Activité nacelle</b> 18 nuits avec une activité importante sur l'ensemble de la période suivie. 528 contacts au total.	<b>Forte</b>	Faible	Moyen
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	LC	<b>Faible</b> (648 en Europe, dont 221 en France)	<b>Moyenne</b> ----- 2 cadavres (E1, 09/09/21 ; E2, 16/09/21) [Locales] ----- <b>Activité au sol</b> Activité faible à moyenne en période de parturition et automnale.  <b>Activité nacelle</b> 4 nuits avec une activité importante sur l'ensemble de la période suivie.	Faible	Faible	Négligeable
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	LC	NT	LC	<b>Moyenne</b> (134 en Europe, dont 38 en France)	<b>Faible</b> ----- 1 cadavre (E4, 12/07/22) [Locale] ----- <b>Activité au sol</b> Activité faible à moyenne en période de parturition et automnale.  <b>Activité nacelle</b> Aucune sérotine commune identifiée avec certitude.	Faible	Faible	Négligeable
Pipistrelle indéterminée <i>Pipistrellus sp.</i>	-	-	-	<b>Indéterminée</b> (758 en Europe, dont 316 en France)	<b>Faible</b> ----- 1 cadavre (E4, 11/10/22) [Statut indéterminé] -----	Faible	Indéterminé	Négligeable

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

Toutes ces espèces sont par ailleurs protégées à l'échelle nationale en vertu de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Cette protection concerne les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces. Le tableau ci-dessous synthétise, à partir du tableau précédent, les niveaux d'impacts liés à la collision avec les pales d'éoliennes pour chaque mois du suivi.

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

	Activité au sol	Activité nacelle	Mortalité brute - 2022	Mortalité estimée avec GenEst par périodes - 2022	Niveau d'impact par mois
Mars	-	Activité nulle, aucun contact enregistré	Pas de suivi	Pas de suivi	Négligeable
Avril	En transit printanier, l'activité chiroptérologique est importante à très importante.	Activité faible avec une moyenne de 1 contact/nuit. 1 nuit avec Q>75%. 1 contact de Pipistrelle de Nathusius.	-	Période 1 : 8,9 chiroptères [IC 80 % : 2,0 - 18,0]	Négligeable
Mai		Activité faible avec une moyenne de 1 contact/nuit.	-		
Juin	En période d'estivage et de parturition, l'activité chiroptérologique est moyenne à quasi-permanente dont une activité très importante pour la mi-juillet concernant la Sérotine commune et importante pour les Pipistrelles commune et de Kuhl.	Activité moyenne avec une moyenne de 3,2 contacts/nuit. 3 nuits avec Q>75%.	-	Période 2 : 42,0 chiroptères [IC 80 % : 24,5 - 63,7]	Faible
Juillet		Activité moyenne avec une moyenne de 2 contacts/nuit. 1 nuit avec Q>75%. 1 contact de Noctule de Leisler et 1 contact de Pipistrelle de Nathusius.	1 Sérotine commune, 1 Pipistrelle de Kuhl		
Août	En période de parturition et automnal, l'activité chiroptérologique est moyenne à quasi-permanente.	Activité moyenne avec une moyenne de 3,6 contacts/nuit. 6 nuits avec Q>75%. 13 contacts de Noctule de Leisler et 13 contacts de Noctule commune.	1 Pipistrelle de Kuhl, 3 Pipistrelles communes	Période 2 : 42,0 chiroptères [IC 80 % : 24,5 - 63,7]	Moyen
Septembre		Activité faible avec une moyenne de 0,8 contact/nuit. 7 contacts de Noctule de Leisler.	2 Pipistrelles communes		
Octobre		Activité assez forte avec une moyenne de 8,7 contacts/nuit. 3 nuits avec Q>75%. 1 contact de Noctule de Leisler.	1 Pipistrelle de Kuhl, 1 Pipistrelle commune, 1		

	Activité au sol	Activité nacelle	Mortalité brute - 2022	Mortalité estimée avec GenEst par périodes - 2022	Niveau d'impact par mois
			Pipistrelle indéterminée		
<b>Novembre</b>	-	Activité nulle, aucun contact enregistré	<i>Pas de suivi</i>	<i>Pas de suivi</i>	<b>Négligeable</b>

**Note importante :** Toutes ces données recueillies sur une seule année ne permettent pas de prévoir les activités futures (variations interannuelles) mais seulement d'évaluer a priori les conditions du risque de collision/barotraumatisme. Le cas du parc de Calanhel illustre bien cet élément, aucune mortalité de chauve-souris n'ayant été constatée lors du premier suivi réalisé en 2014-2015.

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

Le parc de Saint-Alban, mis en service en 2007, a fait l'objet d'un premier suivi de mortalité en 2014-2015. Ce premier suivi était composé de 32 sorties réparties sur une année complète.

Ce suivi de la mortalité avait mis en évidence un impact sur les oiseaux, avec 4 cadavres d'oiseaux : un Faucon crécerelle, un Epervier d'Europe, un Goéland argenté et un Faisan de Colchide. Aucune estimation de la mortalité réelle n'avait été faite lors de ce suivi de 2014-2015.

**Les résultats bruts obtenus sont différents entre ces deux suivis.**

Le Goéland argenté, impacté en 2015, a été recontacté sur le site en 2022 à de nombreuses reprises et de nouveau impacté cette année sous l'éolienne E3.

Aucun cadavre de chiroptère n'avait été découvert sur le suivi de 2014-2015. Le fait qu'il y ait eu plus de cadavres de chiroptères en 2022 qu'en 2014-2015 peut s'expliquer en partie par le nombre inférieur de sorties réalisées durant la période d'activité des chiroptères au cours du premier suivi de mortalité.

Les risques de collision, évalués en 2014-2015 pour les oiseaux et les chiroptères sur la base des activités enregistrées et de la mortalité, sont résumés dans les tableaux suivants.

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

	Critères d'évaluation (Cas de mortalité)	Niveau d'impact en 2014-2015
<b>Avril</b>	Faisan de Colchide Faucon crécerelle	Faible
<b>Mai</b>	Epervier d'Europe	Négligeable
<b>Juin</b>	-	Négligeable
<b>Juillet</b>	-	Négligeable
<b>Août</b>	-	Négligeable
<b>Septembre</b>	-	Négligeable
<b>Octobre</b>	1 Goéland argenté	Négligeable

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

	Critères d'évaluation (Cas de mortalité)	Niveau d'impact en 2014-2015
<b>Avril</b>	-	Négligeable
<b>Mai</b>	-	Négligeable
<b>Juin</b>	-	Négligeable
<b>Juillet</b>	-	Négligeable
<b>Août</b>	-	Négligeable
<b>Septembre</b>	-	Négligeable
<b>Octobre</b>	-	Négligeable

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

En conclusion, le niveau d'impact pour chacune des espèces dont la mortalité a été constatée en 2022 sur le parc de Saint-Alban a été défini à partir du croisement entre l'intensité de l'impact et l'enjeu de conservation des espèces.

**Le niveau d'impact pour les oiseaux** est faible toute l'année (Goéland argenté) à négligeable pour les autres espèces.

**Pour les chauves-souris**, il est faible en juin-juillet, moyen d'août à octobre et négligeable le reste de l'année.

**Afin de réduire cet impact avéré sur la période de 2022, des mesures sont définies au chapitre suivant.**



## 9. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION

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

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

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

#### 9.1.1 PRINCIPE GENERAL

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

Les préconisations de bridage détaillées ci-après permettent un taux de protection de 95 % de l'activité enregistrée à hauteur de nacelle conformément à la demande de la DREAL Bretagne.

#### 9.1.2 PROPORTION DE L'ACTIVITE PROTEGEE PAR MOIS SELON LA VITESSE MOYENNE DE VENT EN DESSOUS DE LAQUELLE L'EOLIENNE EST BRIDEE

Les propositions de bridage des éoliennes sont détaillées dans le tableau ci-contre. Le bridage conseillé est celui en vert.

Le niveau d'impact étant considéré comme négligeable de janvier à mars et de novembre à décembre, aucun bridage n'est nécessaire. Lors de ces mois, l'activité des chiroptères est faible voire inexistante.

**Concernant les mois d'avril et mai, le niveau d'impact reste négligeable.** Aucun cadavre n'est retrouvé, mais l'activité au sol est importante à très importante. Le bridage conseillé et permettant d'atteindre au moins 95 % de protection s'applique sur les 5 premières heures de la nuit (pas d'activité enregistrée après), pour des températures supérieures à 10°C combinées à une vitesse de vent inférieure à 4 m/s.

**Les mois de juin et juillet présentent un niveau d'impact faible.** L'activité à hauteur de nacelle est moyenne et deux cadavres sont découverts : une Sérotine commune et une Pipistrelle de Kuhl. Le bridage proposé et permettant d'atteindre au moins 95 % de protection concerne toute la durée de la nuit, pour des températures supérieures à 15°C et des vitesses de vent inférieures à 8,5 m/s.

**L'ensemble des mois d'août, de septembre et d'octobre présentent un niveau d'impact moyen.** En effet, il s'agit de la période où l'activité au sol est la plus importante, allant jusqu'à une activité quasi-

permanente. Sur cette même période, 9 cadavres ont été trouvés : 6 Pipistrelles communes, 2 Pipistrelles de Kuhl et 1 Pipistrelle indéterminée. Le bridage conseillé et permettant d'atteindre au moins 95 % de protection s'applique sur toute la nuit, pour des températures supérieures à 15°C et des vitesses de vent inférieures à 4 m/s.

	Bridages possibles	
Janvier à Mars	Pas de bridage	
Avril à mai	$\leq 4$ m/s Pendant les 5 premières heures de la nuit > 10°C  Protection estimée toutes espèces : 95 % (58/61)	$\leq 4,5$ m/s Pendant les 5 premières heures de la nuit > 10°C  Protection estimée toutes espèces : 97 % (59/61)
Juin à juillet	$\leq 8$ m/s Toute la nuit > 15°C  Protection estimée toutes espèces : 94 % (150/160)	$\leq 8,5$ m/s Toute la nuit > 15°C  Protection estimée toutes espèces : 96 % (153/160)
Août à octobre	$\leq 3,5$ m/s Toute la nuit > 15°C  Protection estimée toutes espèces : 87 % (354/405)	$\leq 4$ m/s Toute la nuit > 15°C  Protection estimée toutes espèces : 97 % (391/405)
Novembre à décembre	Pas de bridage	

### 9.2 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 d'Europe, oreillards...), ce qui crée un dérangement de ces espèces avec un risque de désertion de la zone.

### 9.3 GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES

Les friches herbacées aux abords des plateformes des éoliennes constituent des habitats privilégiés par les chauves-souris et le Faucon crécerelle pour la chasse. **Afin de limiter leur attractivité, il est recommandé de les maintenir à ras le plus longtemps possible tout au long de la saison active (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 pourra permettre de mettre en œuvre cette mesure.

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



## 10. 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.**

Au vu des risques de collision pour les chauves-souris qui persistent sur le parc de Saint-Alban, **nous estimons qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives préconisées en fin de suivi par un autre suivi de mortalité entre avril et octobre 2023, couplé à un suivi chiroptérologique à hauteur de nacelle afin, le cas échéant, d'ajuster au mieux les paramètres du bridage.**



## 11. BIBLIOGRAPHIE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Arthur L. & Lemaire M. 2015.** Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze. MNHN, Paris, 2<sup>ème</sup> éd. 544 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Cornut J. & Vincent S. 2010.** Suivi de la mortalité des chiroptères sur 2 parcs éoliens du sud de Rhône-Alpes. LPO Drôme. 32 p. [http://www.sfepm.org/pdf/Rapport\\_suivieolien2010\\_RhoneAlpes.pdf](http://www.sfepm.org/pdf/Rapport_suivieolien2010_RhoneAlpes.pdf)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Dürr T. 2022.** Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Mise à jour du document : juin 2022.

**Dürr T. 2022.** Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Mise à jour du document : juin 2022.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Homoya W., Moore J.W., Ruhl P.J., and John B. 2017.** Do American Golden-Plovers (Pluvialis dominica) Avoid Wind-energy Turbines in Agricultural Fields in Indiana During Spring Migration ? The Wilson Journal of Ornithology, 129(4): 863-871. <https://doi.org/10.1676/15-134.1>

**Hoover S.-I. & Morisson M.-L. 2005.** Behavior of Red-tailed Hawks in a wind turbine development. J. Wildl. Manag. 69 : 150–159

**Horn J. W., Arnett E. B. & Kunz T. H. 2008.** Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. Journ Wildlife Manag. 72 : 123-132.

**Hötker H. & al. 2006.** Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

**Hötker H., Thomsen K-N. & Koster H. 2004.** Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. NABU, 80 p.

**Hu C., Albertani R., Suryan RM. 2018.** Wind turbine sensor array for monitoring avian and bat collisions. Wind Energy. 1–9. <https://doi.org/10.1002/we.2160>

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

**Huso M., Dalthorp D., Millier T.,J. & Bruns D. 2016.** Wind energy development: methods to assess bird and bat fatality rates postconstruction. Human–Wildlife Interactions 10(1):62–70, Spring 2016

**Huso M., Wilson Z. & Arnett E. 2011.** Expanding fatality estimates from the search plot to the entire site. In: NINA Report 693 Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, 2011. p. 29

**Huso M.M.P. & D. Dalthorp. 2014.** Accounting for unsearched Areas in Estimating wind turbine-caused fatality. The Journal of Wildlife Management, 78(2): 347–358.

**Huso M.M.P., D.H. Dalthorp, D.A. Dail & L.J. Madsen. 2014.** Estimating wind-turbine caused bird and bat fatality when zero carcasses are observed. Ecological Applications. DOI: 0.1890/14-0764.1.

**Hutterer R., Ivanova T., Meyer-Cords C. & Rodrigues L. 2005.** Bat Migrations in Europe. A review of banding data and literature. Naturschutz und Biologische Vielfalt 28, 162 p. + annexes.

**Jameson J.W. & Willis C.K.R. 2014.** Activity of tree bats at anthropogenic tall structures: Implications for mortality of bats at wind turbine. Animal Behaviour, 97. 145-152.

**Johnson G.D., Erickson W.P., Strickland M.D., Shepherd M.F. & Sheperd D.A., 2000.** Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge, Minnesota wind resource area: results of a 4-year study. Final report. Northern States Power Company, Minneapolis, Minnesota, 259 p.

**Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F., Shepherd, D.A.,Sarappo, S.A., 2003.** Mortality of bats at a large-scale wind power developmentat Buffalo Ridge, Minnesota. Am. Midl. Nat. 150, 332–342.

**Joiris E. 2012.** High altitude bat monitoring - preliminary results: Hainaut et Ardennes. CSD Ingénieurs. (Présentation Powerpoint)

**Jones G. & Van Parijs S. 1993.** Bimodal echolocation in Pipistrelle bats: are cryptic species present? Proceedings of the Royal Society Lond. B. 251, 119-125. doi: 10.1098/rspb.1993.0017

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

**Kelm D. H., Lenski J., Kelm V., Toelch U. & Dziock F. 2014.** Seasonal bat activity in relation to distance to hedgerows in an agricultural landscape in central Europe and implications for wind energy development. Acta Chiropterologica 16: 65-73.

**Kerbiriou C., Julien J-F., Arthur L., Depraetere M., Lemaire M., Le Viol I., Lorrilliere R., Maratrat J., Marmet J., Pelissier V. & Reneville C. 2015.** Suivi national des chauves-souris communes et retombées locales. Symbioses 32 : 57-62.

**Kerns J. & Kerlinger P. 2004.** A study of bird and bat collision fatalities at the mountaineer wind energy center, Tucker County, West Virginia : Annual report for 2003 – FPL Energy and Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee, 39p.

**Kerns J., Erickson W. P., & Arnett E. B. 2005.** Bat and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia. In: Relationship between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. ed E.B. Arnett,. Bat conservation International, Austin, Texas (cited in Brinkmann & Schauer-Weissahn 2006), p. 24-95.

**Ketzenberg C., Exo K.M., Reichenbach M. & Castor M. 2002.** Einfluss von Windkraftanlagen auf brütende Wiesenvögel. Nat. Landsch 77 : 144-153.

**Kippeurt L. 2012.** Volet avifaune et chiroptères de l'étude d'impact pour l'implantation d'un parc éolien sur le territoire de la communauté de communes du secteur de Dompaire (88). Biotope 107p.

**Korner-Nievergelt F., Behr O., Brinkmann R, Etterson M., Huso M., Dalthorp D., Korner-Nievergelt P., Roth T. & NiermannI. 2015.** Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial. Wildlife Biology, 21(1):30-43. 15p. doi: 10.2981/wlb.00094

**Korner-Nievergelt F., Brinkmann R., Niermann O. & Behr O. 2013.** Estimating Bat and Bird Mortality Occuring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. PLoS ONE 8(7) : e67997.

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

**Langston R. H. W., Pullan J. D. & RSPB/BIRDLIFE, 2004.** Effects on wind farms on birds. Nature and environment, n°139 : 91 p.

**Le Reste G. 2016.** Enquête nationale sur les arbres gîtes à chauves-souris : bilan de 1999 à 2013. [éd.] Réseau des museum de la région Centre. Symbioses, nouvelle série. Mars 2016, 34, pp. 46-48.

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

**Lekuona J.M. 2001.** Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Gobierno de Navarra, Spain.

**Lenski J. 2010.** Fledermausaktivitäten an linearen Gehölzstrukturen. Présentation PowerPoint lors du séminaire national l'énergie éolienne et la protection de la biodiversité – Reims, 15 au 17/09/2010, LPO/Ademe/MEEDDM/SER/FEE

**LEPERCQ V. 2018.** Le parc éolien des Hauts-de-France et ses impacts sur la faune volante : premier bilan des suivis de mortalité. Écosphère, 62 p.

**Limpens H., Boonman M., Korner-Nievergelt F., Jansen E., Vandervalk M., La Haye M., Dirksen S. & Vreugdenhil S. 2013.** Wind turbines and bats in the Netherlands – Measuring and predicting. Report 2013. 12, Zoogdierveniging & Bureau Waardenburg. 120p.

**Loiret Nature Environnement. 2010.** Suivi ornithologique et chiroptérologique des parcs éoliens de Beauce : Premiers résultats 2006 - 2009. Plaqueette 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](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](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

**Munoz A. R., Ferrer M., Delucas M. & Casado E. 2011.** Raptor mortality in wind farms of southern Spain: mitigation measures on a major migration bottleneck area. Powerpoint (40 p) in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

**Nadó L., Chromá R. & Kaňuch-Brill P. 2017.** Structural, temporal and genetic properties of social groups in the short-lived migratory bat *Nyctalus leisleri*. Behaviour 154 (7-8). 785 – 807. doi: 10.1163/1568539X-00003444

**National Renewable Energy Laboratory. 2000.** Avian risk behaviour and fatalities at the Altamont Wind Resource Area. California Energy Commission.

**Newton I. & Little B. 2009.** Assessment of wind-farm and other bird casualties from carcasses found on a Northumbrian beach over an 11-year period. Bird Study 56, 158-167.

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

**OLIOSO, G. 1991.** Le passage postnuptial du Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) à Grignan (Drôme) : stationnement et biométrie. Bièvre, 12 : 101-110.

**Osborn R., Dieter C.D., Higgins K.F. & Usgaard R.E. 1998.** Bird Flight Characteristics Near Wind Turbines in Minnesota. American Midland Naturalist, 139 (1) : 29-38.

**Paulus G. 2007.** Suivi indépendant du parc éolien de Port-Saint-Louis-du-Rhône (mortalité avifaune). Document non publié, 12 p.

**Pearce-Higgins J. W., Stephen L., Langston R. H. W. & Bright J. A. 2008.** Assessing the cumulative impacts of wind farms on peatland birds: a case study of golden plover (*Pluvialis apricaria*) in Scotland. Mires and Peat 4 : 1-3.

**Pearce-Higgins J. W., Stephen L., Langston R. H. W., Bainbridge I. P & Bullman R. 2009.** The distribution of breeding birds around upland windfarms. Journal of Applied Ecology, doi: 10.1111/j.1365-2664.2009.01715.x. 9 p.

**Pedersen M. N. & Poulsen E. 1991.** En 90m/2 MW vindmoelles invirkning på fuglelivet. Fugles reaktioner på opførelse og ideftsaettelsen af tjæreborgmoellen ved Det Danske Vadehav. Danske Vildundersøgelser 47: 44.

**Percival S. 2000.** Birds and wind turbines in Britain. British Wildlife 12 : 8-15.

**Percival S. 2001.** Assessment of the effects of offshore wind farms on birds. Ecology consulting. 66 p.

**Pereira M., Peste F., Paula A., Pereira P., Bernardino J., Vieira J., Bastos C., Mascarenhas M., Costa H. & Fonseca C. 2016.** Managing coniferous production forests towards bat conservation. Wildlife Research, 2016, 43, 80–92. <http://dx.doi.org/10.1071/WR14256>

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

**Pravettoni R., UNEP/GRID-Arendal. 2015.** En ligne : [http://www.grida.no/graphicslib/detail/nathusius-pipistrelle-distribution-and-migration\\_18cb](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](http://www.sensoflife.com/wp-content/uploads/2015/05/Bourges_2016_SOL.pdf)

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

**Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Karapandza B., Kovac D., Kervyn T., Dekker J., Kepel A., Bach P., Collins J., Harbusch C., Park K., 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.

**Roeleke M., Blohm T., Kramer-Schadt S., Yovel Y. & Voigt C. 2016.** Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. Scientific reports 6, 28961 ; doi 10.1038/srep28961.

**Roemer C., Discab T., Coulon A., Basa Y. 2017.** Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. Biological Conservation 215 (2017) 116–122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.09.002>

Rydell J. & al. 2012. The effect of wind power on birds and bats. Report 6511. Swedish Environmental Protection Agency, 152 p.

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

Schaub M. & Pradel R. 2004. Assessing the relative importance of different sources of mortality from recoveries of marked animals. Ecology 85 : 930–938.

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

Smallwood K.S. & Thelander C.G. 2004. Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report. BioResource consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research- Environmental Area : 363 p. + annexes.

Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) : Groupe Chiroptères. 2016. Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres Actualisation 2016 des recommandations SFEPM. Société Française pour l’Étude et la Protection des Mammifères. Paris : s.n., Version 2.1 (février 2016). p. 33.

Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) : Groupe Chiroptères. 2016. Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères, Version 2 (février 2016). Paris, 17p.

Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) 2006. Recommandations pour une expertise chiroptérologique dans le cadre d’un projet éolien. Fasc. 7 p.

Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM). 1984. Atlas des Mammifères sauvages de France - Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, 229 pp.

Strickland MD., Arnett EB., Erickson WP., Johnson DH., Johnson GD. & al. 2011. Comprehensive guide to studying wind energy/wildlife interactions. National Wind Coordinating Collaborative website. Available: [http://www.nationalwind.org/assets/publications/Comprehensive\\_Guide\\_to\\_Studying\\_Wind\\_Energy\\_Wildlife\\_Interactions\\_2011\\_Updated.pdf](http://www.nationalwind.org/assets/publications/Comprehensive_Guide_to_Studying_Wind_Energy_Wildlife_Interactions_2011_Updated.pdf)

Syndicat des Energies Renouvelables, France Energie Eolienne, Société Française pour l’Etude et la Protection des Mammifères & LPO, 2011. Protocole d’étude chiroptérologique sur les projets de parcs éoliens : document de cadrage. 7 p.

Telleria J.S. 2009. Potential impacts of wind farms on migratory birds crossing Spain. Bird Conservation International 19 : 131–136.

Thauront M., D’Agostino R. & Marchais G. 2015. Expertise chiroptères et suivi de mortalité - Parcs éoliens Lomont – Pays de Montbéliard. Ecosphère. 63 pages.

Thelander C.G. & Rugges D.L. 2001. Examining Relationships between Bird Risk Behaviours and Fatalities at the Altamont Wind Resource Area : a Second Year's Progress. Report. In : PNAWPPM IV, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California, May 2001 : 5-14.

Thiollay J.-M. & Bretagnolle V. 2004. Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation, Delachaux et Niestlé, Paris. 176p.

THONNERIEUX, Y. 1985. Coup d’œil sur la migration du Gobemouche noir Ficedula hypoleuca dans la région Rhône-Alpes. Bièvre 7 : 31-36.

Toronto Renewable Energy Co-operative. 2000. Wind Turbine environmental assessment. Vol. 1 : Screening document. Toronto Renewable Energy Co-operative, April 2000.

UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS. 2016. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

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

UICN FRANCE. 2012. Liste rouge des chiroptères de la région Centre (validation CSRPN de 11/2013)

UICN FRANCE. 2012. Liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre (validée au CSRPN en novembre 2013).

Villafranco D.O., Grace S. & Holt R. 2017. The effects of wind turbine wake turbulence on bat lungs. The Journal of the Acoustical Society of America 141, 3544. <https://doi.org/10.1121/1.4987497>

Voigt C.C., Popa-Lisseanu A.G., Niermann L. & Kramer-Schadt S. 2012. The catchment area of wind farm for European bats : a plea for international regulation. Biological Conservation, 153. 80-86p.

Whalen W. 1994. Siting Wind Plants and the Avian Issue. « Windpower ’94 Conference/ Minneapolis. American Wind Energy Association.

Winkelman J. E. 1992. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), the Netherlands, on birds, 1: collision victims. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek. RIN-rapport 92/2. 4 volumes. En hollandais avec résumé anglais.

Winkelman J.E. 1985. Impact of medium-sized wind turbines on birds : a survey on flight behaviour, victims and disturbance. Netherlands Journal of Agricultural Science 33 : 75-78.

Winkelman J.E. 1989. Vogels in het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstering van pleisternde eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15, Arnhem.

Zucca M. 2015. La migration des oiseaux : comprendre les voyageurs du ciel. Guide Nature. Editions Sud-Ouest. Mai 2015. 352



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

Date	Tâche	Intervenant	Intervalle (j)
07/04/2022	Suivi mortalité	Michaël Roche	-
12/04/2022	Suivi mortalité	Michaël Roche	5
20/04/2022	Suivi mortalité	Maiwenn Lescop	8
26/04/2022	Suivi mortalité	Michaël Roche	6
03/05/2022	Suivi mortalité	Michaël Roche	7
10/05/2022	Suivi mortalité	Michaël Roche	7
17/05/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	7
25/05/2022	Suivi mortalité	Michaël Roche	8
01/06/2022	Suivi mortalité + Test de détectabilité	Guillaume Le Guen + Jean Courtin	7
07/06/2022	Test de persistance (dépôt)	Guillaume le Guen	-
08/06/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+1)	Guillaume le Guen	7
10/06/2022	Test de persistance (J+3)	Guillaume le Guen	-
14/06/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+7)	Guillaume le Guen	6
17/06/2022	Test de persistance (J+10)	Michaël Roche	3
22/06/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Guillaume le Guen	8
28/06/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	6
05/07/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	7
12/07/2022	Suivi mortalité	Michaël Roche	7
20/07/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	8
27/07/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	7
03/08/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	7
10/08/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	7
18/08/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	8
24/08/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	6
31/08/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	7
07/09/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	7
13/09/2022	Test de persistance (dépôt)	Guillaume Le Guen	-

Date	Tâche	Intervenant	Intervalle (j)
14/09/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+1)	Guillaume Le Guen	7
16/09/2022	Test de persistance (J+3)	Guillaume Le Guen	-
20/09/2022	Test de persistance (J+7)	Guillaume Le Guen	-
21/09/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	7
23/09/2022	Test de persistance (J+10)	Guillaume Le Guen	-
28/09/2022	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Guillaume Le Guen	7
05/10/2022	Suivi mortalité + Test de détectabilité	Guillaume Le Guen + Jean Courtin	7
11/10/2022	Suivi mortalité	Guillaume Le Guen	6
19/10/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	8
26/10/2022	Suivi mortalité	Valentin Guiho	7

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

Pour chaque éolienne, les surfaces prospectées/non prospectées ont été différenciées par classes de visibilité : prospectée (B = Bonne & Moy = Moyenne), non prospectée (Nulle).

Période	Sous-période	Nbr de passages	EOL1			EOL2			EOL3			EOL4			EOL5			% moyen de surface prospectée sur Saint-Alban :	
			Prospecté	Non prospecté	% prospecté	Prospecté	Non prospecté	% prospecté	Prospecté	Non prospecté	% prospecté	Prospecté	Non prospecté	% prospecté	Prospecté	Non prospecté	% prospecté		
1 (avril à juillet)	Avril	4	7269	564	93%	522	7311	7%	429	7405	5%	4582	3252	58%	7542	291	96%	52%	49%
	Mai	4	6464	1369	83%	522	7311	7%	411	7423	5%	4582	3252	58%	7542	291	96%	50%	
	Juin	5	7269	564	93%	684	7149	9%	411	7423	5%	4695	3139	60%	7543	291	96%	53%	
	Juillet	4	7269	564	93%	4259	3575	54%	2219	5614	28%	2353	5481	30%	334	7499	4%	42%	
2 (août à octobre)	Août	5	7269	564	93%	7833	0	100%	7686	147	98%	3858	3976	49%	334	7499	4%	69%	79%
	Septembre	4	7269	564	93%	7833	0	100%	7715	119	98%	5845	1988	75%	2136	5697	27%	79%	
	Octobre	4	7269	564	93%	6046	1787	77%	7679	154	98%	7041	793	90%	7543	291	96%	91%	
Moyenne :			91%			51%			49%			60%			59%			62%	

### ANNEXE 3 : SYNTHÈSE DES CADAVRES DÉCOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITÉ

Ordre	Nom_français	Nom_scientifique	Sexe	Nb_cadavres	Date_ramassage	Coord_X_L93	Coord_Y_L93	Distance_mat	Num_eolienne	Decouvreur	Identificateur	Occupation du sol	Visibilité	Cause_morta
Charadriiformes	Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	?	1	04/07/2022	293963	6839687	30 m	E3	Michaël Roche	Michaël Roche	Culture	Bonne	Collision
Apodiformes	Martinet noir	<i>Apus apus</i>	?	1	25/05/2022	293624	6839029	30 m	E1	Michaël Roche	Michaël Roche	Prairie	Bonne	Collision
<i>Chiroptera</i>	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	?	1	12/07/2022	294373	6839737	30 m	E4	Michaël Roche	Michaël Roche	Plateforme	Bonne	Collision
<i>Chiroptera</i>	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	?	1	27/07/2022	294837	6839766	5 m	E5	Guillaume Le Guen	Guillaume le Guen	Plateforme	Bonne	Collision
<i>Chiroptera</i>	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	?	1	10/08/2022	293648	6839062	30 m	E1	Guillaume Le Guen	Guillaume le Guen	Prairie	Bonne	Collision
<i>Chiroptera</i>	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	?	3	24/08/2022	293646	6839461	45 m	E2	Guillaume Le Guen	Guillaume le Guen	Culture	Bonne	Collision
<i>Chiroptera</i>	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	?	2	14/09/2022	293631	6839064	15 m	E1	Guillaume Le Guen	Guillaume le Guen	Plateforme/ chemin d'accès	Bonne	Collision
Passeriformes	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	?	1	28/09/2022	293960	6839725	45 m	E3	Guillaume Le Guen	Guillaume le Guen	Culture	Bonne	Collision
<i>Chiroptera</i>	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	?	2	11/10/2022	293616	6839056	3 m	E1	Guillaume Le Guen	Guillaume le Guen	Plateforme	Bonne	Collision
<i>Chiroptera</i>	Pipistrelle indéterminée	<i>Pipistrellus sp.</i>	?	1	11/10/2022	294384	6839721	1 m	E4	Guillaume Le Guen	Guillaume le Guen	Plateforme (éolienne)	Bonne	Barotraumatisme

# 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 4.3.1.

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse...

St\_AlbanSv21\_cadavres\_tot.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 31

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

Browse...

St\_AlbanSv21\_persistance\_tot.csv

Upload complete

Nombre de lignes lues = 56

Méthode de calcul des intervalles de confiance

☒ Non-paramétrique

☐ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

7

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

108

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

82

Pourcentage de la surface prospectée =

0,62

## Données en entrée

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

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

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

3 , 1 , 3 , 1 , 0 , ... , 1 , 1 , 7 , 1 , 1

## Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	136.43	52.80	264.09	77.95	213.57
Huso	146.85	55.38	337.59	81.40	254.70
Winkelmann	562.78	191.82	964.14	289.03	881.46
Jones	304.47	98.51	863.47	147.06	657.69

# 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 0.

ENEST

v1.4.8

Data Input

Analyses

Help

eneral Inputs

Searcher Efficiency

Carcass Persistence

Mortality Estimation

Detection Probability

Model Inputs:

Carcass ID Column (CO)

carcID

Fraction of Facility Surveyed:

1

Date Found:

DateFound

Estimate

Clear Estimate

Splitting Mortality:

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

Search Schedule (SS) Variable:

Carcass Observation (CO) Variable:

Group

Split Estimate

Clear Split

Figures

Summary

Show 25 entries

Search:

	Group	X	10%	25%	50%	75%	90%
1	bat	11	32.85	40.3	50.8	62.73	74
2	bird	3	4.22	9.87	35.72	50.84	77

Showing 1 to 2 of 2 entries

Previous

1

Ne

Download

BETA RENEWABLES France - Saint-Alban | Parc éolien de Saint-Alban (22) - Suivi post-implantation 2022 | 25/04/2023 74

écosphère

➤ Résultats obtenus pour l'ensemble des cadavres sur l'ensemble du suivi. Résultats présentés dans le tableau en partie 0.

GENEST  
Generalized Mortality Estimator

v1.4.8

Data Input

Analyses

Help

General Inputs

Searcher Efficiency

Carcass Persistence

Mortality Estimation

Detection Probability

Model Inputs:

Carcass ID Column (CO)  
carclD

Fraction of Facility Surveyed:  
1

Date Found:  
DateFound

Estimate

Clear Estimate

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

Search Schedule (SS) Variable:

Carcass Observation (CO) Variable:

Split Estimate

Clear Split

Figures

Summary

Show 25 entries

Search:

	X	10%	25%	50%	75%	90%
1	14	47.76	63.02	86.64	111.16	136.91

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous1Next

Download

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

	Test 1	
	DATAFILES INPUTS :	<i>DWP_unique pour chaque éolienne</i>
GENERAL INPUTS	Model inputs	
	Number of iteration	1000
	Confidence level	0,8
	Carcass Class Column	Season
SEARCHER EFFICIENCY	Model inputs	
	Observations	Efficacite1
	Predictor variables	Visibility
	Fixed k	0,75
	Selection	
	p model /p ~ k model	visibility 0,75
CARCASS PERSISTENCE	Model inputs	
	Last time present	LastPresent
	First time absent	FirstAbsent
	Predictor variables	
	Distributions	loglog, lognorm, weibull, exp
	Selection	
	Distribution Location ~ Scale ~	Loglogistic constant constant
MORTALITY ESTIMATION	Model inputs	
	Carcass ID	
	Fraction of Facility Surveyed	1
	DWP	
	Date found	
	Split mortality	
	Search Schedule (SS) Variable Carcass Observation (CO) Variable	



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



Direction départementale  
des territoires et de la mer

## Arrêté autorisant le ramassage de cadavres sur place de spécimens d'espèces protégées d'oiseaux et de chiroptères dans le cadre du suivi d'un parc éolien terrestre de SAINT-ALBAN

Le Préfet des Côtes-d'Armor  
Chevalier de la Légion d'Honneur  
Officier de l'Ordre National du Mérite

Vu la directive 92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992, modifiée, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ;

Vu le livre IV du code de l'environnement, et notamment ses articles L. 411-1 et L. 411-2, R. 411-1 à R. 411-14 ;

Vu le décret n° 97-1204 du 19 décembre 1997 pris pour l'application du décret n° 97-34 du 15 janvier 1997 relatif à la déconcentration des décisions administratives individuelles ;

Vu l'arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées ;

Vu l'arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;

Vu l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant les listes des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;

Vu l'arrêté du 18 décembre 2014 fixant les conditions et limites dans lesquelles des dérogations à l'interdiction de capture de spécimens d'espèces animales protégées peuvent être accordées par les préfets pour certaines opérations pour lesquelles la capture est suivie d'un relâcher immédiat sur place ;

Vu l'arrêté préfectoral en date du 11 mai 2022 portant délégation de signature à M. Éric HENNION, directeur départemental des territoires et de la mer des Côtes-d'Armor par intérim ;

Place du général de Gaulle  
BP 2370 - 22023 SAINT-BRIEUC  
www.cotes-darmor.gouv.fr  
Prefet22

Vu la demande en date du 22 février 2022 portée par M. Sylvain CHAUVAUD, directeur de l'Agence Ouest d'Ecosphère de la Société TBM Environnement, pour le ramassage de cadavres de chiroptères et d'oiseaux pour identification sur place, dans le cadre du suivi du parc éolien terrestre de SAINT-ALBAN (22400) ;

Vu l'avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel de Bretagne en date du 3 mai 2022 ;

Considérant que la dérogation sollicitée ne nuira pas au maintien de l'état de conservation de ces espèces dans leur aire de répartition naturelle et qu'elle ne remet pas en cause le bon état de conservation de ces espèces dans le département des Côtes-d'Armor ;

Considérant que les spécimens seront ramassés à des fins de détermination sur place ;

Considérant que, après identification, les cadavres de chauves-souris seront transmis au Muséum national d'histoire naturelle de PARIS qui mène différentes études sur les espèces de chiroptères ;

Considérant la qualification du demandeur et que les objectifs scientifiques poursuivis sont conformes à l'article L. 411-2 du code de l'environnement ;

Considérant qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante pour réaliser ces études ;

Considérant que le projet n'a pas d'effet significatif sur l'état de conservation des espèces protégées concernées et que par conséquent il n'est pas nécessaire de procéder aux modalités définies à l'article L. 123-19-2 du code de l'environnement relatif à la participation du public aux décisions individuelles en matière d'environnement ;

Sur proposition du directeur départemental des territoires et de la mer des Côtes-d'Armor par intérim ;

### ARRÊTE :

#### Article 1<sup>er</sup> : Bénéficiaire et nature de la dérogation

M. Sylvain CHAUVAUD, directeur de l'Agence Ouest Écosphère – TBM environnement, située 2 rue de Suède à AURAY (56400), désigné dans le présent arrêté comme le bénéficiaire, est autorisé, conformément au contenu du dossier de demande de dérogation et sous réserve des dispositions définies dans le présent arrêté, à ramasser les cadavres des espèces de chiroptères et d'oiseaux, listées en annexe du présent arrêté, et ce à des fins de détermination.

La présente dérogation est accordée dans le cadre des suivis de mortalité de parc éolien terrestre.

#### Article 2 : Autres personnes autorisées

Les personnes suivantes, désignées par le bénéficiaire, sont autorisées à procéder aux ramassages des cadavres des espèces de chiroptères et d'oiseaux, listées en annexe du présent arrêté, et ce à des fins de détermination :

2/9

1/9

- 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-ALBAN (22 400).

### Article 4 : Durée de la dérogation

La présente dérogation est délivrée au bénéficiaire à compter de la signature du présent arrêté et jusqu'au 30 novembre 2022.

### Article 5 : Opérations et mesures de suivi

Le bénéficiaire effectue le ramassage des cadavres manuellement.

La capture définitive de spécimens vivants n'est pas autorisée.

Les cadavres de spécimens d'oiseaux, une fois identifiés, sont laissés sur place. Les cadavres de spécimens de chiroptères, sont transportés en laboratoire pour identification.

Les recommandations formulées par Eurobats et par le protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2018) doivent être appliquées.

Le bénéficiaire doit transmettre les données recueillies sur la plateforme DEPOBIO.

Pour les espèces faisant l'objet d'un plan national d'actions, le bénéficiaire doit également transmettre les données aux coordinateurs du plan et aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) coordinatrices.

Le bénéficiaire doit veiller à éliminer les espèces non indigènes.

Un bilan détaillé des opérations sera transmis à la direction départementale des territoires et de la mer des Côtes-d'Armor (DDTM) avant le 30 juin 2023. Il comportera a minima pour chaque espèce : le nombre d'individus, les dates et lieux de prélèvement (cartographie), le sexe (si identifiable) 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](http://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.

Pour le Saint-Brieuc le 02 JUIN 2022  
Le directeur départemental des territoires et de la mer  
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-ALBAN

Liste des espèces de la dérogation :

Nom vernaculaire	Nom latin
Avifaune	
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>
Alouette haussecol	<i>Eremophila alpestris</i>
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>
Bécasseau cocorli	<i>Calidris ferruginea</i>
Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>
Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>
Bergeronnette de Yarrell	<i>Motacilla yarrellii</i>
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba alba</i>
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>
Bruant des neiges	<i>Plectrophenax nivalis</i>
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>
Bruant lapon	<i>Calcarius lapponicus</i>
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>
Blongios nain	<i>Ixobrychus minutus</i>
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>

5/9

Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>
Chevalier sylvain	<i>Tringa glareola</i>
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>
Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>
Chouette effraie	<i>Tyto alba</i>
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>
Cygne chanteur	<i>Cygnus cygnus</i>
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>
Fauvette babillarde	<i>Sylvia curruca</i>
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>
Goéland brun	<i>Larus fuscus graellsii</i>
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>
Gorgebleue à miroir	<i>Luscinia svecica</i>
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>
Grand Cormoran (Atlantique)	<i>Phalacrocorax carbo carbo</i>
Grande Aigrette	<i>Ardea alba</i>
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>

6/9



Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>
Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>
Harle bièvre	<i>Mergus merganser</i>
Harle piette	<i>Mergellus albellus</i>
Héron bihoreau	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis</i>
Héron pourpré	<i>Ardea purpurea</i>
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>
Marouette ponctuée	<i>Porzana porzana</i>
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>Ichthyæetus 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, Pivert	<i>Picus viridis</i>
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>
Pinson du nord	<i>Fringilla montifringilla</i>
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>
Pipit spioncelle	<i>Anthus spinoletta</i>
Pluvier guignard	<i>Eudromias morinellus</i>
Pouillot de Bonelli	<i>Phylloscopus bonelli</i>
Pouillot de Sibérie	<i>Phylloscopus collybita tristis</i>
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>
Râle des genêts	<i>Crex crex</i>
Rémiz penduline,	<i>Remiz pendulinus</i>
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>
Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>
Rousserolle 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>
Trocol fourmilier	<i>Jynx torquilla</i>
Tournepierre à collier	<i>Arenaria interpres</i>
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>
Chiroptères	
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>
Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
Vespertilion à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>
Vespertilion de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>
Vespertilion de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>
Vespertilion de Brandt	<i>Myotis brandti</i>
Vespertilion à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>
Vespertilion de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>
Nocture de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>



## ANNEXE 8 : LISTE DES OISEAUX OBSERVES SUR LE PARC DE SAINT-ALBAN

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut biologique Bretagne	Législation nationale	Liste rouge Bretagne		Sensibilité aux éoliennes Dürr 2022
				Nicheur	Migrateur	
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	NS M H	Art. 3	LC	-	0
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
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>	NR M H	Art. 3	VU	NA	0
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
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	N M	Art. 3	LC	NA	2
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	NS	Art. 3	VU	NA	-
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	NS	Art. 3	NT	NA	0
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	NS	Art. 3	LC	NA	0
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
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	NS	-	LC	-	1
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	N M	Art. 3	LC	DD	0
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
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	NS	-	DD	-	4
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	N M H	Art. 3	LC	-	3
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	N M	Art. 3	NT	NA	2
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	0
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	NS M H	-	LC	-	0
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	N M H	Art. 3	LC	LC	2
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	M H	Art. 3	-	LC	1
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
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
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>	N M	Art. 3	LC	DD	1
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	N M HR	Art. 3	LC	DD	0
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	0
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
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	NS M H	Art. 3	LC	LC	0

				Liste rouge Bretagne		Sensibilité aux éoliennes Dürr 2022
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut biologique Bretagne	Législation national	Nicheur	Migrateur	
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	NS	Art. 3	LC	NA	0
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	NS M	Art. 3	LC	-	0
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	M H	Art. 3	-	DD	1
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	NR M H	Art. 3	NA	LC	3
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	NS	-	DD	-	2
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	NS	Art. 3	LC	NA	0
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
Pouillot véloce	<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
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	NS	Art. 3	LC	-	0
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	NS M H	Art. 3	LC	NA	0
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
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	N M	Art. 3	EN	DD	0
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	NS	Art. 3	LC	-	0
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	N M H	Art. 3	LC	DD	-