

Parc éolien de Malaunay Sud Ploumagoar (22)

Note de suivi 2023

-

Suivi d'activité et de mortalité
de l'avifaune et des chiroptères

SUIVI N+2

SOMMAIRE

1	– CONTEXTE ET OBJET DU SUIVI.....	1
1.1	– Présentation du parc éolien de Malaunay Sud.....	1
1.1.1	– Situation du parc éolien.....	1
1.1.2	– Caractéristiques du parc éolien	1
1.1.3	– Contexte environnemental du parc éolien	2
1.2	– Contexte réglementaire du suivi	2
1.2.1	- Arrêté du 26 août 2011	2
1.2.2	- Protocole MEDDE	2
1.2.3	– Arrêté préfectoral autorisant le parc éolien	3
1.3	– Objet du présent suivi	5
2	– PROTOCOLES DE SUIVI APPLIQUES.....	6
2.1	– Activité de l'avifaune	6
2.2	– Activité des chiroptères.....	7
2.3	– Suivi de mortalité	8
2.3.1	- Fréquence de passage	8
2.3.2	- Horaires de passage et durée du suivi	9
2.3.3	- Surfaces et transects de prospection	9
2.3.4	- Personnes en charge du suivi	10
2.3.5	– Tests du suivi de mortalité	10
2.3.6	– Estimation de la mortalité.....	12
2.4	– Calendrier des relevés de terrain réalisés	14
3	– RESULTATS DU SUIVI.....	17
3.1	– Activité de l'avifaune	17
3.1.1	– Résultats bruts	17
3.1.2	- Analyse des données.....	21
3.2	– Activité des chiroptères.....	24
3.2.1	– Activité au sol	24
3.2.2	– Activité en altitude	33
3.3	– Comparaison des données de suivis avec celles de l'étude d'impact.....	44
3.3.1	– Objectifs de la comparaison.....	44
3.3.2	– Comparaison des méthodes appliquées.....	44
3.3.3	– Comparaison entre les résultats	47
3.4	– Mortalité de l'avifaune et des chiroptères	53
3.4.1	– Causes possibles de mortalité des chiroptères	53
3.4.2	– Résultats bruts	53
3.4.3	– Efficacité de l'observateur	54
3.4.4	– Evaluation de la prédation sur le site	54
3.4.5	– Coefficient correcteur de surface	56
3.4.6	– Estimation finale de la mortalité	62
3.4.7	– Analyse des résultats :	62
3.4.8	– Comparaison avec les résultats de 2022.....	63
3.4.9	– Comparaison avec d'autres sites éoliens	65
4	– CONCLUSION :	67
	ANNEXES :	68

BIBLIOGRAPHIE :

◆ Site internet

http://www.thewindpower.net/statistics_countries_fr.php

<http://fee.asso.fr/>

<http://inpn.mnhn.fr/>

◆ Ouvrages / Etudes

ANDRE Y. (2004). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Document LPO. 21 pages.

ARNETT, E.B. & SCHIRMACHER, M., 2009. Annual Report Prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative and the Pennsylvania Game Conservation.

ARNETT, E.B., technical editor. (2005). Relationships 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. Final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. In NWCC, Mitigation Toolbox, Compiled by NWCC Mitigation Subgroup & Jennie Rectenwald, Consultant. May 2007.

CORNUT J. & VINCENT S. (2010). Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs de la région Rhône Alpes. Document LPO Drome, 43 p.

DULAC P. (2008). Evaluation 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 pages.

CHOUINARD S. & ARHURO R. (2014). Suivi de l'impact du fonctionnement du parc éolien de l'Ile d'Olonne sur l'avifaune et les chiroptères. ADEV, 58 p.

HUSO M., ERCKSON W., 2013. A comment on "Novel scavenger removal trials increase wind turbine-caused avian fatality estimates". The journal of Wildlife Management, volume 72, numero 2, p 213-215.

HUSO M., 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses- Environmetric, 19 pages.

CERA Environnement. Parc éolien de Vairé Mulinière – La Voie Lambert (85), Suivi de la mortalité avifaune et chiroptère, Année 2019 – 2020, 41 pages.

ENVOL Environnement. Suivi écologique 2020 du parc éolien de Leury (02) : Rapport final - Octobre 2020, 85 pages.

Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du parc éolien de Lamballe II, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am', 2022, 54 pages.

Suivis environnementaux post-implantation en 2022, Parc éolien de Ids-Saint-Roch (18), Suivi de l'activité des chauves-souris, Suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris, EXEN, 2023, 83 pages.

SUIVI ENVIRONNEMENTAL, Suivi de mortalité et d'activité avifaune et chiroptères, Parc Eolien de Lazenay (18), Rapport de l'année 2022, Evinerude, 2023, 96 pages.

Parc éolien du Bois de l'Arche (28), Suivi post-implantation 2022, Ecosphère, 2023, 48 pages.

Biotope, 2022. Parc éolien du Bois du Frou, commune de Toury (28). Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères, suivi des chiroptères au sol et suivi de l'activité des rapaces nicheurs. JP Energie Environnement. 102 p.

Suivi environnemental post-implantation 2022 ciblé sur les chauves-souris et les oiseaux, Parc éolien de Champagne Berrichonne (36), Suivi de l'activité des chauves-souris en nacelle, Suivi de l'activité des oiseaux nicheurs, Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux, EXEN, 2023, 106 pages.

Suivi Environnemental ICPE, PARC ÉOLIEN DE PIÈCE DE VIGNES COMMUNE DE LINIEZ (36), SUIVI DE L'ANNÉE 12 D'EXPLOITATION (2022), 2023, 124 pages.

Biotope, 2022, Parc éolien de Lion-en-Beauce, commune de Lion-en-Beauce (45). Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères, suivi de l'activité des chiroptères en hauteur, suivi des habitats naturels. SAS LHI SolarWind WP Lion 2570. 110 p.

Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du parc éolien de Sermaises, communes de Sermaises et Audeville (Centre-Val-de-Loire 45), Rapport de l'étude environnementale, 2022, 59 pages.

1.1.3 – Contexte environnemental du parc éolien

Il est à noter que le contexte environnemental n'a pas évolué entre 2022 et 2023 (cf. Note de Suivi 2022).

1.2 – Contexte réglementaire du suivi

1.2.1 - Arrêté du 26 août 2011

Depuis janvier 2012, les parcs éoliens doivent faire l'objet d'une étude de suivi, en référence à l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Cette étude de suivi doit permettre d'évaluer la mortalité produite par les parcs : "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."

C'est dans ce contexte que le groupe IEL a mandaté le bureau d'études ATLAM pour effectuer le suivi environnemental à N+2 du parc éolien de Malaunay Sud.

1.2.2 - Protocole MEDDE

Un protocole de suivi environnemental applicable aux éoliennes terrestres soumises à autorisation a été validé par le MEDDE le 23 novembre 2015 puis révisé et approuvé par le MTES en 2018 (en vigueur).

Ce protocole détermine la typologie et la pression d'inventaires à réaliser, pour le suivi de la mortalité, ainsi que pour le suivi d'activité en hauteur des Chiroptères dans le tableau suivant :

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

Période sur laquelle doit être effectué le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur en fonction des enjeux
(Source : Protocole de suivi environnemental éoliens terrestres, Révision 2018).

Suivant le tableau ci-dessus et en fonction des données issues de l'étude d'impact, le suivi de la mortalité des chiroptères doit commencer à minima semaine 20 et le suivi d'activité en hauteur des chiroptères à minima semaine 31, un suivi en hauteur ayant été réalisé dans le cadre de l'étude d'impact.

1.2.3 – Arrêté préfectoral autorisant le parc éolien

Le parc éolien de Malaunay Sud a été autorisé par arrêté préfectoral des Côtes d'Armor du 10 janvier 2020.

L'article II-3 de l'arrêté définit les "mesures spécifiques liées à la préservation des enjeux environnementaux locaux (biodiversité et paysage)", et à ce titre fixe les modalités de suivi.

Article II.3.1 - Protection des chiroptères /avifaune

Le protocole de suivi environnemental mis en place par l'exploitant est, à minima, conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées.

Il sera complété par les prescriptions suivantes :

- **Bridage :**

Un mode de fonctionnement spécifique est mis en place, dès la mise en service de l'installation : **les éoliennes sont arrêtées du 15 avril au 31 octobre**, toute la nuit soit une demi-heure avant le coucher du soleil jusqu'à une demi-heure après le lever du soleil, pour des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m/s au moyeu de l'éolienne, des températures supérieures à 10°C et en absence de pluie significative.

Ce mode de fonctionnement sera identique à celui du parc éolien de Malaunay Nord. L'exploitant s'assurera que ce bridage s'opère bien simultanément avec le parc voisin de Malaunay Nord.

- **Suivi de mortalité :**

Un suivi de la mortalité directe (avifaune et chiroptères) (couplé au suivi d'activité) sera réalisé : une recherche au **minimum hebdomadaire** des cadavres de chauves-souris et d'oiseaux sera réalisée sous les 2 éoliennes **sur une période de trois ans dès la première année de mise en exploitation**. Après les trois années de suivi, un suivi sera réalisé **tous les 5 ans**.

Ce suivi de mortalité sera **réalisé en commun avec le parc éolien de Malaunay Nord**.

- **Suivi d'activité :**

Un suivi de la fréquentation du site (avifaune et chiroptères) sera réalisé : il sera réalisé sur les trois années suivant la mise en exploitation du parc afin d'évaluer l'acclimatation des populations des différentes espèces et également la relation avec la gestion sylvicole avec les espèces.

Le projet se situant en forêt, le suivi d'activité sera réalisé au sol **et** en altitude, à hauteur de nacelle.

Le suivi d'activité **au sol** devra être réalisé sur un nombre suffisant de sorties (au moins 12) couvrant les 3 périodes (printemps, été, automne) du cycle d'activité des chiroptères.

Concernant le suivi d'activité **en altitude**, au moins 2 points de suivi en continu et à hauteur de nacelle devront être exploités sur l'ensemble de la période d'activité des chiroptères (1 point sur l'éolienne du parc de Malaunay Nord et 1 point sur le parc de Malaunay Sud).

Ce suivi d'activité sera **réalisé en commun avec le parc éolien de Malaunay Nord**.

Si des impacts significatifs étaient constatés lors de ces suivis, des actions supplémentaires devront être mises en place après information de l'Inspection des Installations Classées.

Si les suivis révèlent que les impacts des éoliennes relèvent d'une situation justifiant l'octroi d'une dérogation à la protection stricte des espèces, l'exploitant devra constituer une telle demande.

Cet arrêté ajoute des mesures plus importantes que le protocole MEDDE, en effet la recherche de mortalité doit avoir lieu au moins une fois par semaine sur toute la période d'activité de l'avifaune et des chiroptères, soit 1 campagne de passage (4 sorties) pendant la période hivernale (individus hivernants chez les oiseaux) et d'avril à octobre.

De plus, un suivi de l'activité de l'avifaune et des chiroptères, doit être réalisé sur la période d'activité des chiroptères, soit d'avril à octobre et un passage en hiver pour les hivernants chez les oiseaux. En plus, le suivi doit être réalisé en altitude et au sol.

1.3 – Objet du présent suivi

Dans le respect des dispositions réglementaires et arrêtés, le suivi réalisé sur l'année 2023 comprend :

- Un suivi de mortalité de l'avifaune en commun avec le parc de Malaunay Nord et conforme au protocole MEDDE, comme précisé dans l'arrêté préfectoral (soit 24 passages entre les mois d'avril et octobre, à raison de 4 passages par mois, espacés de 3 jours maximum. En complément, 4 passages ont été réalisés en janvier).
- Un suivi de mortalité des chiroptères en commun avec le parc de Malaunay Nord et suivant le protocole du MEDDE, comme préconisé dans l'arrêté préfectoral, pendant les périodes d'activités des chiroptères (soit 24 passages entre les mois d'avril et octobre, à raison de 4 passages par mois, espacés de 3 jours maximum).
- Un suivi de l'activité de l'avifaune avec le parc de Malaunay Nord comme préconisé dans l'arrêté préfectoral (soit 1 passage en avril, en octobre, en janvier et 2 passages en mai et juin-juillet).
- Un suivi de l'activité des chiroptères en hauteur (données d'enregistrement fournies) et au sol, en commun avec le parc de Malaunay Nord et conforme au protocole MEDDE, comme précisé dans l'arrêté préfectoral (soit un enregistrement continu de mai à octobre en hauteur, 3 passages en avril, 3 passages en juin, 6 passages entre septembre et octobre et la pose d'un enregistreur continu au sol).
- Les résultats des diagnostics écologiques, par taxon et par typologie d'inventaire, avec présentation de l'aire d'étude et de la méthodologie d'inventaires (protocoles).
- L'estimation de la mortalité (suivi mortalité avifaune et chiroptères) avec extrapolation des données récoltées selon des indices normalisés (formules de Erickson, Jones et Huso, coefficients correcteurs de prédation et d'observation).
- Une analyse des données.

2 – PROTOCOLES DE SUIVI APPLIQUES

2.1 – Activité de l'avifaune

Pour le parc de Malaunay Nord, l'étude d'impact et l'arrêté préfectoral fait mention de la nécessité d'un suivi avifaune. Celui-ci doit être réalisé durant les périodes à enjeux pour ce taxon, déterminées à l'étude d'impact, soit :

- 1 passage en mai (printemps) :
- 1 passage en juin (fin de printemps / début d'été)

En complément, il a été décidé, afin d'obtenir une analyse la plus complète que possible sur les effets du parc, d'effectuer des relevés sur plusieurs périodes complémentaires, soit :

- 1 passage en avril (migration prénuptiale)
- 1 passage complémentaire en mai
- 1 passage complémentaire en juin-juillet
- 1 passage en octobre
- 1 passage en décembre-janvier (espèces hivernantes).

Les inventaires de l'avifaune ont été réalisés dans un périmètre allant jusqu'à 300m (maximum) autour des éoliennes.

Les protocoles d'inventaires se sont basés sur la méthode des Indices Ponctuels d'Abondances (IPA), qui consiste à réaliser plusieurs points d'écoute et d'observation répartis sur l'ensemble du périmètre établi. Les données recueillies de manière aléatoire durant les suivis de mortalité ont également été prises en compte. Les inventaires ont également eu pour but de déterminer le nombre et l'activité de chaque espèce ainsi que l'utilisation qu'elles font du site.

Les indices de présence ont également été pris en considération, notamment pour les espèces plus discrètes (plumes, aires fraîchement occupées, pelotes de rejection).

Pour les oiseaux nocturnes, des points d'écoute ont été réalisés de nuit, en parallèle de l'inventaire chiroptères, aux abords des zones potentiellement favorables (haies, boisements, ...).

Le statut de présence des individus observés a été déterminé en fonction de leur activité et de la qualité du milieu pour l'espèce, suivant les catégories suivantes :

Ali : l'oiseau s'alimente sur le site sans que sa nidification soit attestée ou possible.

P : l'oiseau est posé sans manifester de comportement particulier.

V : l'oiseau est observé en transit sur le site, sans s'y arrêter.

M : l'oiseau est en migration.

NPO : Nidification possible : observation d'un mâle chanteur en période de reproduction, ou présence d'un individu dans un habitat favorable pour nicher.

NPR : Nidification probable : observation d'un couple dans un milieu favorable pour nicher, parades nuptiales, comportement territorial marqué, présence de plaques incubatrices, etc.

NC : Nidification certaine : présence d'adultes en train de nourrir, jeunes fraîchement éclos ou envolés, etc.

2.2 – Activité des chiroptères

Le suivi de l'activité des chiroptères a pour objectif d'estimer l'impact des éoliennes sur les espèces présentes sur le site. Il a porté sur les principales périodes d'activité des chauves-souris, soit sur une période allant du printemps à l'automne.

A ce titre, les mœurs nocturnes et la grande discrétion des chauves-souris en journée, impliquent la réalisation d'inventaires en période nocturne et l'emploi d'un matériel adapté, permettant de détecter et identifier les espèces à partir des émissions acoustiques produites, grâce auxquelles elles communiquent, chassent et se déplacent.

En conséquence le suivi de l'activité en 2 études des chiroptères a fait l'objet de :

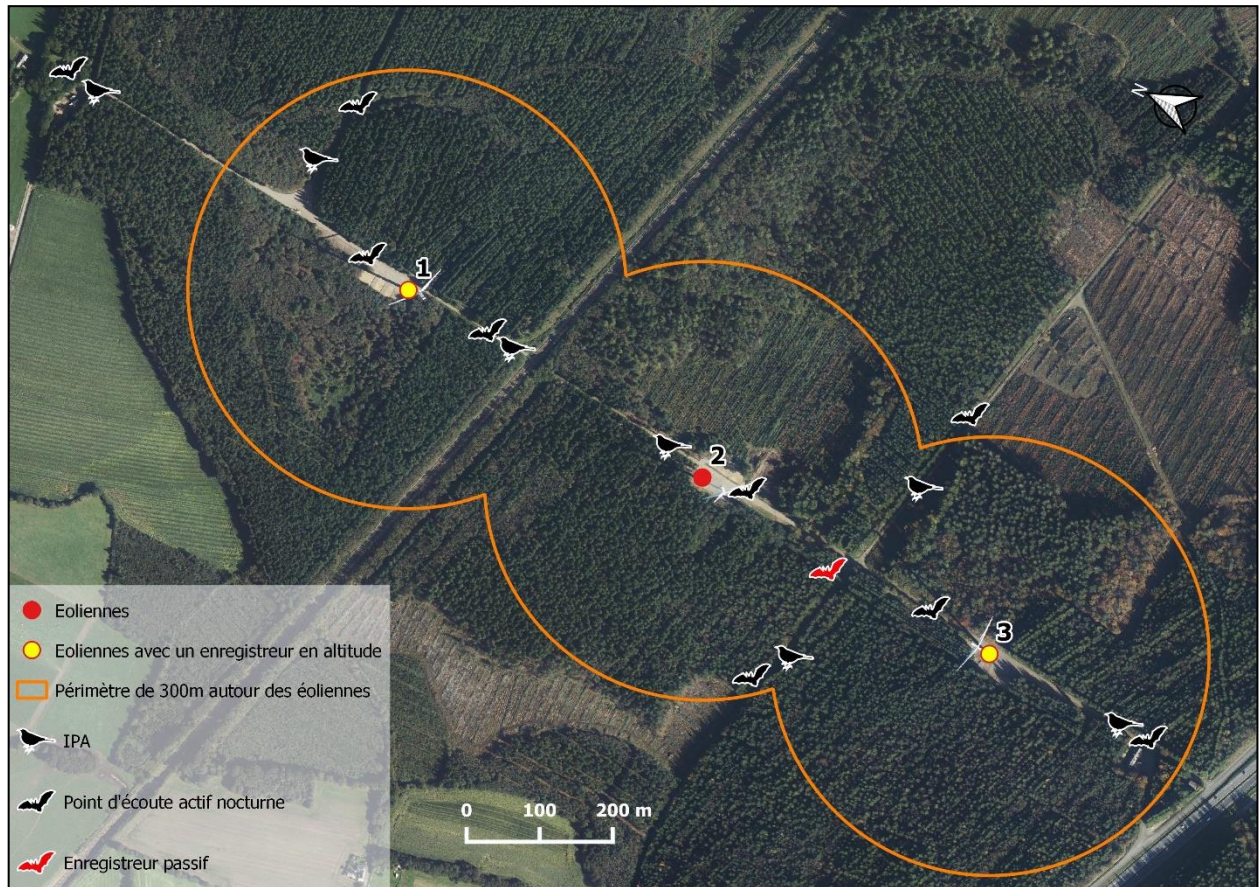
- **Un suivi au sol en 12 passages :**

- 3 soirées au mois d'avril (Dispersion et regroupement des femelles sédentaires. Départs des espèces migratrices hivernantes)
- 3 soirées en juin (Mise bas et élevage des jeunes pour les espèces sédentaires)
- 6 soirées réparties entre septembre et octobre (Dispersion puis regroupements automnaux des espèces sédentaires. Arrivées des espèces migratrices hivernantes)
- Pose d'un enregistreur automatique au sol (selon le protocole de l'étude d'impact)

Les enregistrements au sol ont ensuite été analysés par le logiciel Sonochiro© de manière automatisée, et vérifiés par échantillonnage de manière manuelle grâce au logiciel Kaleidoscope®

- **Un suivi en nacelle**, permettant d'évaluer l'activité des espèces de haut vol en altitude et ainsi vérifier (ou optimiser) les paramètres de régulation mis en place par IEL Exploitation 35 et réalisé par le bureau d'étude OUEST'AM. Ainsi, une large session d'enregistrements a été réalisée en continu (chaque nuit), du 1 mai 2023 au 30 octobre 2023, ½ heure avant le coucher du soleil jusqu'à ½ heure après le lever du soleil, à partir d'enregistreurs placés sur un mât d'éolienne. Les fichiers ont été décompressés et analysés avec les logiciels du système Batcorder, BCAdmin 4®. Une vérification manuelle doit alors être faite à l'aide de logiciels de visualisation des sonagrammes tels que Batsound®, Kaleidoscope® ou bcAnalyze3® light. Cette seconde détermination des espèces permet d'éliminer les éventuelles erreurs du logiciel. Elle est fondée sur les connaissances actuelles (Barataud M. 2015 – Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse. 3e éd. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344p.).

LOCALISATION DES RELEVÉS DE SUIVI



2.3 – Suivi de mortalité

Le suivi de mortalité permet de vérifier que les populations d'oiseaux et de chauves-souris, présentes au niveau de chaque éolienne, ne sont pas affectées de manière significative par le fonctionnement des aérogénérateurs et si le bridage mis en place est efficace.

2.3.1 - Fréquence de passage

Comme précisé dans le protocole MEDDE : "Le suivi de mortalité des oiseaux et chiroptères sera constitué au minimum de 20 prospections, en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site. A ce titre, il est rappelé que la période de mi-août à fin octobre qui correspond à la période de migration postnuptiale pour l'avifaune et de transits automnaux des chiroptères est considérée comme à cibler en priorité. La période de mai à mi-juillet présente également un intérêt particulier pour les espèces d'oiseaux nicheurs sur le secteur considéré, ainsi que pour les chauves-souris en période de mise-bas".

Il est également précisé dans l'arrêté que le suivi sera réalisé au minimum de manière hebdomadaire :

- **Suivi de mortalité :**

Un suivi de la mortalité directe (avifaune et chiroptères) (couplé au suivi d'activité) sera réalisé : une recherche au **minimum hebdomadaire** des cadavres de chauves-souris et d'oiseaux sera réalisée sous l'éolienne **sur une période de trois ans dès la première année de mise en exploitation**. Après les trois années de suivi, un suivi sera réalisé **tous les 5 ans**.

Ce suivi de mortalité sera **réalisé en commun avec le parc éolien de Malaunay Sud**.

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères étant prévu globalement selon le même protocole et aux mêmes dates, au total, 31 passages doivent être réalisés entre les mois d'avril et octobre, à raison d'un passage par semaine.

En complément, 4 passages ont été réalisés en période hivernale pour un suivi de mortalité de l'avifaune sur un cycle biologique complet (comme spécifié dans l'arrêté préfectoral).

2.3.2 - Horaires de passage et durée du suivi

Les suivis sont réalisés au tout début de matinée pour limiter les risques de prédation et donc de disparition des cadavres. Ils débutent environ ½ heure (par beau temps) à 1 heure (temps couvert) après le lever du soleil pour une meilleure visibilité durant les relevés. La durée de relevé est comprise entre 30 et 45 minutes par éolienne, bien que l'évolution des cultures, au cours des mois, rende les relevés plus chronophages.

2.3.3 - Surfaces et transects de prospection

Le protocole indique que la surface à prospecter doit correspondre à un carré de 100 m de côté (ou deux fois la longueur des pales pour les éoliennes présentant des pales de longueur supérieure à 50 m) ou un cercle de rayon égal à la longueur des pales, avec un minimum de 50 m (soit 50 mètres dans le cas présent). Dans ce contexte, la prospection a porté sur un carré de 100 m de côté autour de chaque éolienne.

Pour prospecter l'ensemble de la surface, les transects ont varié entre 5 et 10 m selon la hauteur de végétation.

Les surfaces prospectées ont fait l'objet d'une typologie préalable des secteurs homogènes de végétation et d'une cartographie des habitats selon la typologie Corine Land Cover ou Eunis. L'évolution de la végétation a alors été prise en compte tout au long du suivi et intégrée aux calculs de mortalité.

Seules les surfaces à ciel ouvert et praticables ont été prospectées dans les zones en forêt ou à végétation dense. Le reste de la surface échantillon a fait l'objet d'une correction proportionnelle, par coefficient surfacique.

La découverte d'un cadavre d'oiseau ou de chauve-souris par l'exploitant ou par un de ses sous-contractants doit faire l'objet d'une fiche détaillée permettant la saisie standardisée de l'espèce et des conditions de mortalité.

2.3.4 - Personnes en charge du suivi

Les relevés ont été réalisés par 2 personnes attitrées, pour une meilleure homogénéité dans les recherches, soit dans le cas présent :

- Benjamin RABAUD écologue au bureau d'études ATLAM : responsable du suivi ;
- Claire BLANDIN, technicienne environnement au bureau d'études ATLAM : personne intervenant en complément pour les tests sur l'efficacité des relevés (détail du test dans le chapitre suivant).

2.3.5 – Tests du suivi de mortalité

Lors du suivi de mortalité sur le parc éolien, tous les cadavres ne peuvent pas être détectés. Il est donc nécessaire de réaliser une estimation de la mortalité en prenant en compte divers paramètres qui influencent les relevés.

◆ Efficacité de l'observateur :

L'efficacité de l'observateur, ou taux de détection, varie selon les conditions d'observations et de l'observateur lui-même, notamment de ses facultés à repérer les cadavres.

L'efficacité de l'observateur est évaluée à l'aide d'un test, réalisé au moins à 2 reprises sur les différentes entités végétales. Ce test consiste à déterminer le taux de détection de l'observateur à partir d'un nombre connu de leurres (entre 15 et 20 leurres par parc) déposés aléatoirement, (par une autre personne que l'observateur), sur chaque surface de prospection, et sur chaque classe de végétation (absente, rase, moyenne et haute), en amont des recherches d'individus morts.

L'autre personne réalise ses recherches (leurres et individus morts). Le nombre de leurres retrouvés permet d'établir un taux d'efficacité en fonction de chaque typologie de milieu. Les recherches se font en parallèle des relevés de mortalité habituels, pour ainsi être exercées dans les mêmes conditions.

L'efficacité moyenne de l'observateur est calculée en réalisant une moyenne pondérée par la surface de chaque classe de visibilité (hauteur de la végétation) et le coefficient correcteur est à appliquer dans l'analyse (estimation de la mortalité selon les formules de Huso, Jones, Ericksen).

◆ Taux de prédation :

Le taux de prédation renseigne sur la durée de persistance d'un cadavre une fois au sol. Ce facteur prédation est principalement dû aux diverses espèces de charognards ou nécrophages (mammifères, insectes, limaces, oiseaux, ...), présentes sur ou à proximité du site suivi.

Le protocole indique que les personnes en charge du suivi doivent réaliser au moins 2 tests de prédation / tests de persistance des cadavres à des périodes distinctes, 3 tests ont été réalisés lors de ce suivi.

Ce test consiste à disposer des appâts (poussins ou souris congelés : nourriture pour reptiles en animalerie), pour déterminer le coefficient de prédation à appliquer dans l'analyse (Taux de persistance).

Ainsi, 4 cadavres par test ont été déposés suivant une distance croissante, au sein des différentes végétations, autour de chaque éolienne. Les cadavres ont été déposés en fin de journée, et le premier relevé a été fait le lendemain matin au lever du jour.

La présence ou l'absence des cadavres a ensuite été vérifiée lors de 2 passages par semaine pendant 2 semaines, soit au total 5 passages par test.

Le taux de prédation a ainsi été défini en fonction du nombre d'individus retrouvés par éolienne.

◆ Proportion entre surface théorique à inventorier et surface réellement prospectée :

La proportion entre la surface théorique à inventorier et la surface réellement prospectée, varie selon la stratification et la densité végétale (ex : une haie ou un bois dense ne pourra pas être prospecté de manière efficace, ces surfaces non prospectées sont donc à prendre en compte dans les estimations de mortalité). La surface à prospecter dans le rayon défini peut, selon les caractéristiques biotiques (hauteur et densité de la végétation) ou abiotiques (topographie dans des régions vallonnées) du site, être différente de la surface réellement prospectée.

Cette surface prospectée peut également varier selon les saisons : c'est notamment le cas des parcelles cultivées, sur lesquelles les cultures (colza, blé ou maïs) peuvent rapidement devenir difficile à prospecter lorsque la taille et la densité des cultures deviennent importantes. A titre d'exemple, au niveau du parc éolien de Bouin (Dulac, 2008) situé sur un polder agricole, il a été constaté que, selon les saisons, les cultures empêchaient une prospection complète. Ainsi aux périodes les plus défavorables, seulement 5% de la surface totale a été prospectée durant l'étude, et il a été estimé que jusqu'à 67% des oiseaux en moyenne et jusqu'à 37% des chauves-souris en moyenne n'avaient pas été trouvés lors de prospections incomplètes.

Dans ce contexte, les méthodes de calcul de la mortalité ont toutes intégré un coefficient correcteur de surface **A** (coefficient global obtenu selon la moyenne calculée pour chaque saison).

Ainsi, le résultat de chaque formule a été multiplié par ce coefficient correcteur de surface **A**.

Afin de se rapprocher de la surface d'échantillonnage de 1 ha, préconisée par André (2004), seuls les cercles de rayon inférieur à 56 m ont été intégrés au calcul pour que la surface considérée (surface total $\pi \times r^2$ proche de 1 ha) soit comparable aux autres études. Des cercles de 14, 28, 42 et 56 m de rayon ont ainsi été utilisés pour les calculs ; ce coefficient s'obtient par la formule suivante :

$$A = \frac{\sum_k^4 C_k / S_k}{\sum_k^4 C_k}$$

S_k : Proportion de la surface prospectée du cercle K

C_k : Nombre de cadavres retrouvés au sein du cercle K

La découverte d'un cadavre d'oiseau ou de chiroptère doit faire l'objet d'une fiche détaillée permettant la saisie standardisée de l'espèce et des conditions de mortalité constatée.

Les tests d'efficacité de l'observateur et le taux de prédation ne sont cependant pas stables. Ils peuvent, en effet, évoluer dans le temps selon plusieurs facteurs (croissance de la végétation, taux de prédation variables selon les conditions météorologiques ou les périodes).

Afin de limiter la variance des coefficients correcteurs relative à ces paramètres et d'être le plus homogène possible dans les résultats, il est nécessaire de réaliser les tests sur les entités présentant une stratification et une densité végétale différentes.

2.3.6 – Estimation de la mortalité

Plusieurs méthodes existent pour extrapoler les résultats des relevés de terrain et estimer la mortalité réelle d'un parc éolien. Ces différentes méthodes se basent sur une formule initiale, celle de Winkelmann, avec cependant des différences dans l'estimation du taux de persistance.

Afin de comparer chaque estimation et également avoir des éléments comparables avec d'autres parcs éoliens, l'estimation de la mortalité se base sur 3 formules habituellement utilisées : Erickson, Jones et Huso (décrites ci-dessous).

Le choix a été fait de ne pas inclure dans l'estimation de la mortalité, la formule de Winkelmann. Moins précise que les autres, elle tend nettement à la surestimation et ne prend pas certains critères développés dans les autres formules.

◆ Formule "Erickson" :

Cette formule est une dérivante de la formule de Winkelmann, avec une différence dans la prise en compte du taux de persistance qui, pour la formule d'Erickson, peut être pris en compte même dans le cas d'une très forte prédation sur le site qui induirait un taux de persistance nul.

$$N = \frac{N_c \times I}{P_e \times E_f}$$

N_c = nombre de cadavres retrouvés (mort induite par l'éolien)
I = intervalle entre 2 relevés en nombre de jours
P_e = durée moyenne de persistance d'un cadavre en jours
E_f = taux d'efficacité de la personne en charge du relevé

◆ Formule "Jones" :

La formule de Jones (au même titre que la formule de Huso : à suivre), plus récente, présente a priori une fiabilité plus importante. Elle s'appuie sur deux principes qui influent sur le calcul :

- Le taux de mortalité est constant sur l'intervalle.
- La probabilité moyenne de disparition d'un cadavre sur l'intervalle est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé au milieu de l'intervalle de temps. Le taux de persistance (P) est alors adapté avec la formule suivante :

$$P = \exp(-0,5 \times (I/P_e))$$

Jones *et al.* introduit également la notion d'"intervalle effectif" qui considère que plus l'intervalle de temps (I) entre 2 relevés est long, plus le taux de persistance est faible.

En résumé, un cadavre découvert au bout d'un intervalle de temps (I) relativement long n'est probablement pas mort au début de cet intervalle mais plutôt dans cet intervalle effectif (\hat{I}) qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%.

L'intervalle \hat{I} s'obtient donc avec la formule suivante :

$$\hat{I} = -\log(0.01) \times P_e$$

Cette variante est intégrée dans le calcul du coefficient correcteur de l'intervalle, équivalente à :

$$C_c = \frac{\text{Min}(I; \hat{I})}{I} \quad I = \text{intervalle entre 2 relevés en nombre de jours}$$

Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I}

Ainsi, en reprenant les différentes adaptations précédentes, la formule de Jones (N) correspond à :

$$N = \frac{N_c}{E_f \times P \times C_c}$$

N_c = nombre de cadavres retrouvés (mort induite par l'éolien)
P = taux de persistance des cadavres
E_f = taux d'efficacité de la personne en charge du relevé
C_c = coefficient correcteur de l'intervalle

◆ Formule "Huso" :

Très proche du protocole de Jones, Huso considère également que le taux de mortalité est constant dans l'intervalle. Il utilise toutefois une valeur plus élevée du taux de persistance. Ainsi ce taux de persistance (P) est repris par la formule suivante :

$$P = \frac{P_e \times (1 - \exp^{(-I/P_e)})}{I} \quad I = \text{intervalle entre 2 relevés en nombre de jours}$$

Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I}

Ainsi, en reprenant les différentes adaptations précédentes, la formule de Huso (N) correspond à :

$$N = \frac{N_c}{E_f \times P \times C_c}$$

N_c = nombre de cadavres retrouvés (mort induite par l'éolien)
P = taux de persistance des cadavres
E_f = taux d'efficacité de la personne en charge du relevé
C_c = coefficient correcteur de l'intervalle

2.4 – Calendrier des relevés de terrain réalisés

DATE	PERIODE DE LA JOURNEE	METEO	OBJECTIFS VISES
10 janvier	Après-midi	Nuageux – 13°C – vent Sud/Ouest	• Suivi de la mortalité
11 janvier	Matin	Ensoleillée – 10°C – vent Sud/Ouest	• Suivi de l'activité de l'avifaune • Recherche opportuniste de mortalité
13 janvier	Matin	Ensoleillée – 10°C – vent Nord/Ouest	• Suivi de la mortalité
16 janvier	Après-midi	Pluie – 3°C -vent Sud/Ouest	• Suivi de la mortalité
19 janvier	Matin	Fine pluie – 7°C – vent Sud/Est	• Suivi de la mortalité
04 avril	Après-midi et soir	Ensoleillée – 18°C – vent Nord	• Suivi de la mortalité • Transects d'écoute active nocturne (Chiroptères) • Enregistreur passif au sol (Chiroptères)
05 avril	Matin	Nuageux – 10°C – vent faible Sud/Ouest	• Suivi de l'activité de l'avifaune • Recherche opportuniste de mortalité
10 avril	Après-midi et soir	Nuageux – 15°C – vent faible Ouest	• Suivi de la mortalité • Transects d'écoute active nocturne (Chiroptères)
21 avril	Matin	Nuageux – 11°C – vent faible	• Suivi de la mortalité
26 avril	Matin	Nuageux – 13°C – pas de vent	• Suivi de la mortalité
02 mai	Après-midi	Ensoleillée – 19°C – vent Est	• Suivi de la mortalité • Début test de prédation • Test de l'efficacité
03 mai	Matin	Ensoleillée – 16 °C – vent Sud/Est	• Suivi prédation • Suivi de l'activité de l'avifaune • Recherche opportuniste de mortalité
05 mai	Matin et soir		• Suivi prédation • Recherche opportuniste de mortalité • Enregistreur passif au sol (Chiroptères)
08 mai	Après-midi	Nuageux – 15°C – vent Sud/Ouest	• Suivi de la mortalité • Suivi prédation
12 mai	Matin		• Fin du test de prédation • Recherche opportuniste de mortalité
16 mai		Ensoleillée – 16°C – vent faible	• Suivi de la mortalité
24 mai		Ensoleillée – 17°C – vent Nord	• Suivi de la mortalité
31 mai	Matin	Nuageux – 14°C – Vent faible	• Suivi de la mortalité

DATE	PERIODE DE LA JOURNEE	METEO	OBJECTIFS VISES
06 juin	Après-midi et soir	Ensoleillée –19°C – vent Nord/Est	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Enregistreur passif au sol (Chiroptères) • Transects d'écoute active nocturne (Chiroptères)
08 juin	Matin		<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de l'activité de l'avifaune • Recherche opportuniste de mortalité
12 juin	Après-midi et soir	Nuageux – 22°C – vent Nord/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Transects d'écoute active nocturne (Chiroptères)
22 juin	Matin	Ensoleillée – 20°C – pas de vent	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité
29 juin	Matin	Ensoleillée – 19°C – vent	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité
04 juillet	Après-midi	Nuageux– 16°C – vent Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Début test de prédation
05 juillet	Matin	Nuageux – 20°C -vent Sud/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de l'activité de l'avifaune • Suivi prédation • Recherche opportuniste de mortalité
07 juillet	Matin		<ul style="list-style-type: none"> • Suivi prédation • Recherche opportuniste de mortalité
10 juillet	Après-midi	Nuageux – 23°C – vent Sud/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Suivi prédation
12 juillet	Matin	Nuageux – 18°C – vent Sud/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de l'activité de l'avifaune • Recherche opportuniste de mortalité
13 juillet	Matin		<ul style="list-style-type: none"> • Fin du test de prédation • Recherche opportuniste de mortalité
19 juillet	Matin	Nuageux – 18°C	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité
25 juillet	Après-midi	Pluie – vent faible	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité
26 juillet	Soir		<ul style="list-style-type: none"> • Enregistreur passif au sol (Chiroptères)
02 août	Matin	Pluie – vent	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité
10 août		Ensoleillée – 25°C – pas de vent	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité
16 août	Après-midi	Ensoleillée – 22°C – pas de vent	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité
22 août	Après-midi	Ensoleillée – 26°C – vent Nord/Est	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité
23 août	Soir		<ul style="list-style-type: none"> • Transects d'écoute active nocturne (Chiroptères)
28 août	Après-midi et soir	Nuageux – 18°C – vent Nord/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Transects d'écoute active nocturne (Chiroptères) • Enregistreur passif au sol (Chiroptères)

DATE	PERIODE DE LA JOURNEE	METEO	OBJECTIFS VISES
03 octobre	Après-midi	Ensoleillée – 16°C – vent Nord/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Début test de prédation • Test de l'efficacité
04 octobre	Matin et soir		<ul style="list-style-type: none"> • Suivi prédation • Recherche opportuniste de mortalité • Transects d'écoute active nocturne (Chiroptères) • Enregistreur passif au sol (Chiroptères)
05 octobre	Matin	Ensoleillée – 17°C – vent faible Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de l'activité de l'avifaune • Suivi prédation • Recherche opportuniste de mortalité
06 octobre	Matin		<ul style="list-style-type: none"> • Suivi prédation • Recherche opportuniste de mortalité
09 octobre	Après-midi	Ensoleillée – 26°C – vent Nord/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Suivi prédation
12 octobre	Matin		<ul style="list-style-type: none"> • Fin du test de prédation • Recherche opportuniste de mortalité
25 octobre	Après-midi et soir	Nuageux – 15°C – vent Nord/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Transects d'écoute active nocturne (Chiroptères)
31 octobre	Après-midi	Fine pluie – 14°C – vent Sud/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la mortalité • Fin du suivi

La planification de ces relevés de terrain permet de respecter l'arrêté préfectoral en termes de fréquence et de nombre de passages. De plus, le suivi réalise quasiment 50% de sorties en plus par rapport aux demandes minimales du protocole MEDDE.

3 – RESULTATS DU SUIVI

Les résultats du suivi sont présentés pour l'ensemble du parc de Malaunay (Parc sud et Parc Nord).

3.1 – Activité de l'avifaune

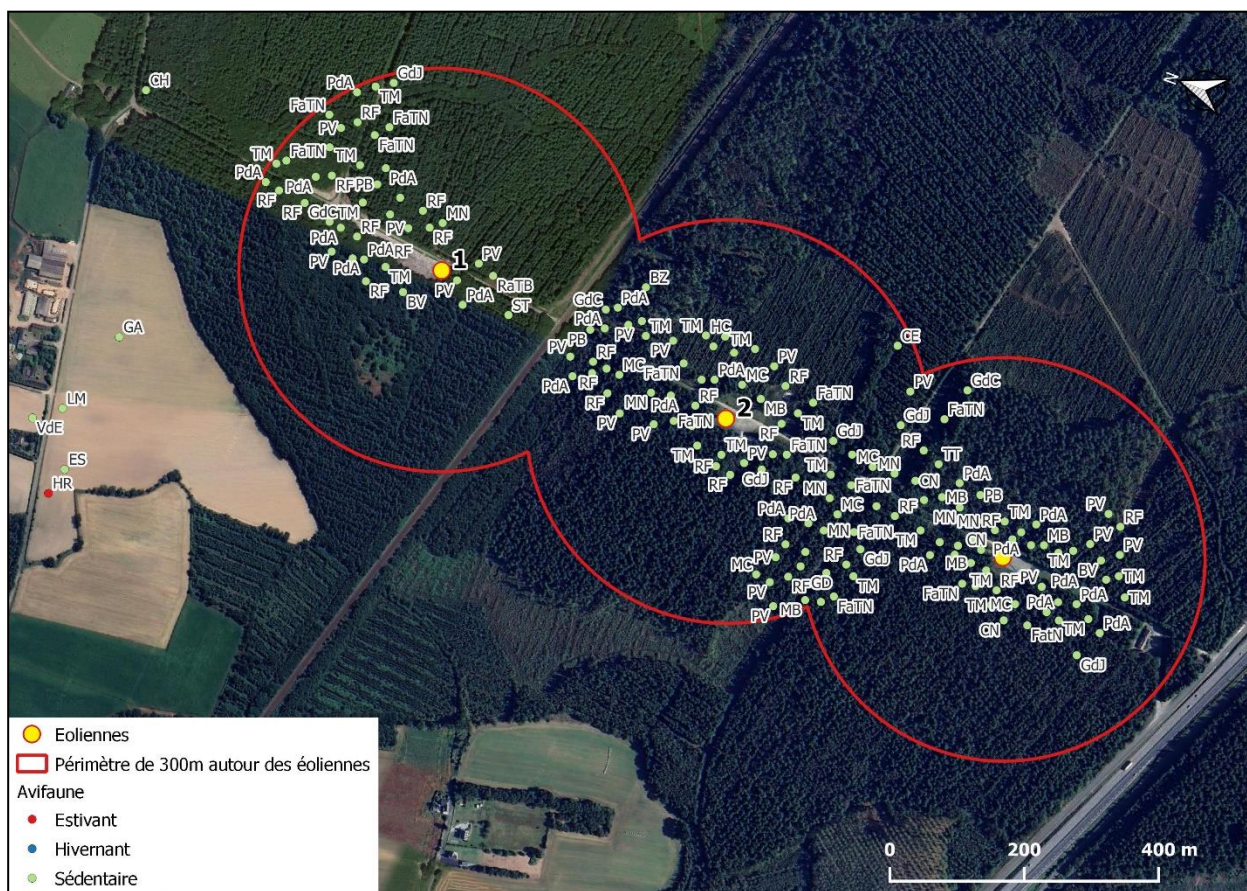
3.1.1 – Résultats bruts

Sur le périmètre d'étude de l'ensemble du parc, 29 espèces ont été recensées, dont 21 sont protégées nationalement et 8 sont considérées comme patrimoniales selon leur classement sur les listes rouges nationale (septembre 2016) et régionale (juin 2015), leur statut au niveau européen et leur inscription ZNIEFF.

La plupart des espèces observées sont sédentaires et globalement communes. Cependant, on peut noter la présence d'espèces considérées comme patrimoniales :

- Le bruant jaune, le chardonneret élégant, la linotte mélodieuse, le roitelet à triple bandeau et le verdier d'Europe qui utilisent le site et les alentours pour nicher et s'alimenter.
- Le héron cendré observé en vol au-dessus du site.
- Le goéland argenté qui utilise les cultures pour s'alimenter
- L'hirondelle rustique à la recherche d'insectes sur le site

LOCALISATION DES ESPECES D'OISEAUX RELEVÉES



(BJ : Bruant jaune, BV : Buse variable, BZ : Bruant zizi, CE : Chardonneret élangant, CH : Chouette hulotte, CN : Corneille noire, ES : Etourneau sansonnet, FaTN : Fauvette à tête noire, GA : Goéland argenté, GD : grive draine, GdC : Geai des chênes, GdJ : Grimpereau des jardins, HC : Héron cendré, HR : Hirondelle rustique, LM : Linotte mélodieuse, MB : Mésange bleue, MC : Mésange charbonnière, MN : Merle noire, PB : Pie bavarde, PdA : Pinson des arbres, PR : Pigeon ramier, PV : Pouillot véloce, RaTB : Roitelet à triple bandeau, RF : Rougegorge familier, RN : Rougequeue noir, TM : Troglodyte mignon, TT : Tourterelle turque, VdE : Verdier d'Europe).

Nom scientifique	Nom vernaculaire	CD_NOM	Annexe I Directive Oiseaux	Article 3 Arrêté Oiseaux du 29/10/09	Protection de l'espèce	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Espèce déterminante en Bretagne	Fréquence d'observation	Statut de Présence
<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune	4657	/	X	Protégée	VU	NT	/	Localisée	NPO
<i>Emberiza cirius</i>	Bruant zizi	4659	/	X	Protégée	LC	LC	/	Localisée	NPO
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	2623	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	V
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	4583	/	X	Protégée	VU	LC	/	Localisée	NPO
<i>Strix aluco</i>	Chouette hulotte	3518	/	X	Protégée	LC	DD	/	Localisée	NPR
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire	4503	/	/	Chassable	LC	LC	/	Fréquente	V
<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	4516	/	/	Chassable	LC	LC	/	Fréquente	V
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	4257	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Garrulus glandarius</i>	Geai des chênes	4466	/	/	Chassable	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	3302	/	X	Protégée	NT	VU	X	Localisée	Alim
<i>Certhia brachydactyla</i>	Grimpereau des jardins	3791	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine	4142	/	/	Chassable	LC	LC	/	Localisée	Alim
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	2506	/	X	Protégée	LC	LC	X	Localisée	V
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	3696	/	X	Protégée	NT	LC	/	Localisée	V
<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	889047	/	X	Protégée	VU	LC	/	Localisée	NPO
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	4117	/	/	Chassable	LC	LC	/	Fréquente	NPO
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Mésange bleue	534742	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	3764	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Pica pica</i>	Pie bavarde	4474	/	/	Chassable	LC	LC	/	Fréquente	NPO
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	3424	/	/	Chassable	LC	LC	/	Fréquente	V

Nom scientifique	Nom vernaculaire	CD_NOM	Annexe I Directive Oiseaux	Article 3 Arrêté Oiseaux du 29/10/09	Protection de l'espèce	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Espèce déterminante en Bretagne	Fréquence d'observation	Statut de Présence
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	4564	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	4280	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	459638	/	X	Protégée	LC	LC	X	Fréquente	NPO
<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier	4001	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	4035	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPO
<i>Sitta europaea</i>	Sittelle torchepot	3774	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPO
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque	3429	/	/	Chassable	LC	LC	/	Fréquente	NPO
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon	3967	/	X	Protégée	LC	LC	/	Fréquente	NPC
<i>Chloris chloris</i>	Verdier d'Europe	4582	/	X	Protégée	VU	LC	/	Fréquente	NPO

Colonnes Liste rouge France et Bretagne : CR = espèce en danger critique, EN = espèce en danger, VU = espèce vulnérable ; NT = espèce quasi-menacée, LC = espèce non menacée ; DD = Données insuffisantes.

Colonne Statut de l'observation : NC = nidification certaine ; NPR = nidification probable ; NPO = nidification possible ; Alim = Alimentation ; V = en vol. **En gras :** espèces patrimoniales.

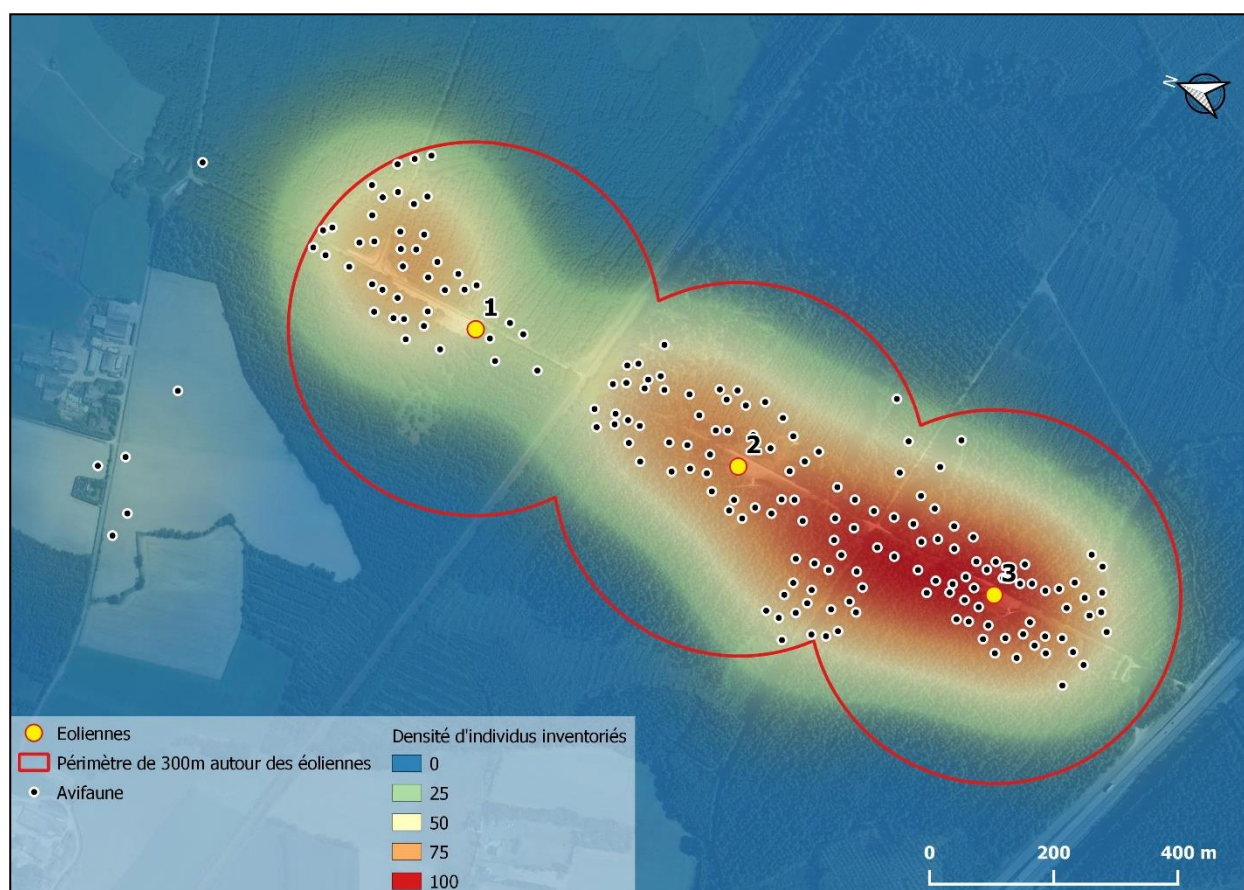
3.2.2 - Analyse des données

Les relevés de l'avifaune, sur l'ensemble du parc de Malaunay, ont mis en évidence une diversité spécifique moyenne lors des différentes périodes de relevés, mais qui varie en fonction des périodes de l'année.

En effet, celle-ci est plus élevée, que ce soit spécifiquement ou quantitativement, au printemps et en été.

Une carte de chaleur a été utilisée pour illustrer la répartition spatiale des oiseaux sur le site d'étude. Elle est établie à partir de la position des individus ainsi que du nombre d'individus à cette dite position. Plus le nombre de points et le nombre d'individus sont importants et plus la densité estimée par la carte de chaleur est importante. Elle permet alors de mettre en avant les zones de regroupement d'espèces et, à contrario, les zones délaissées par les oiseaux.

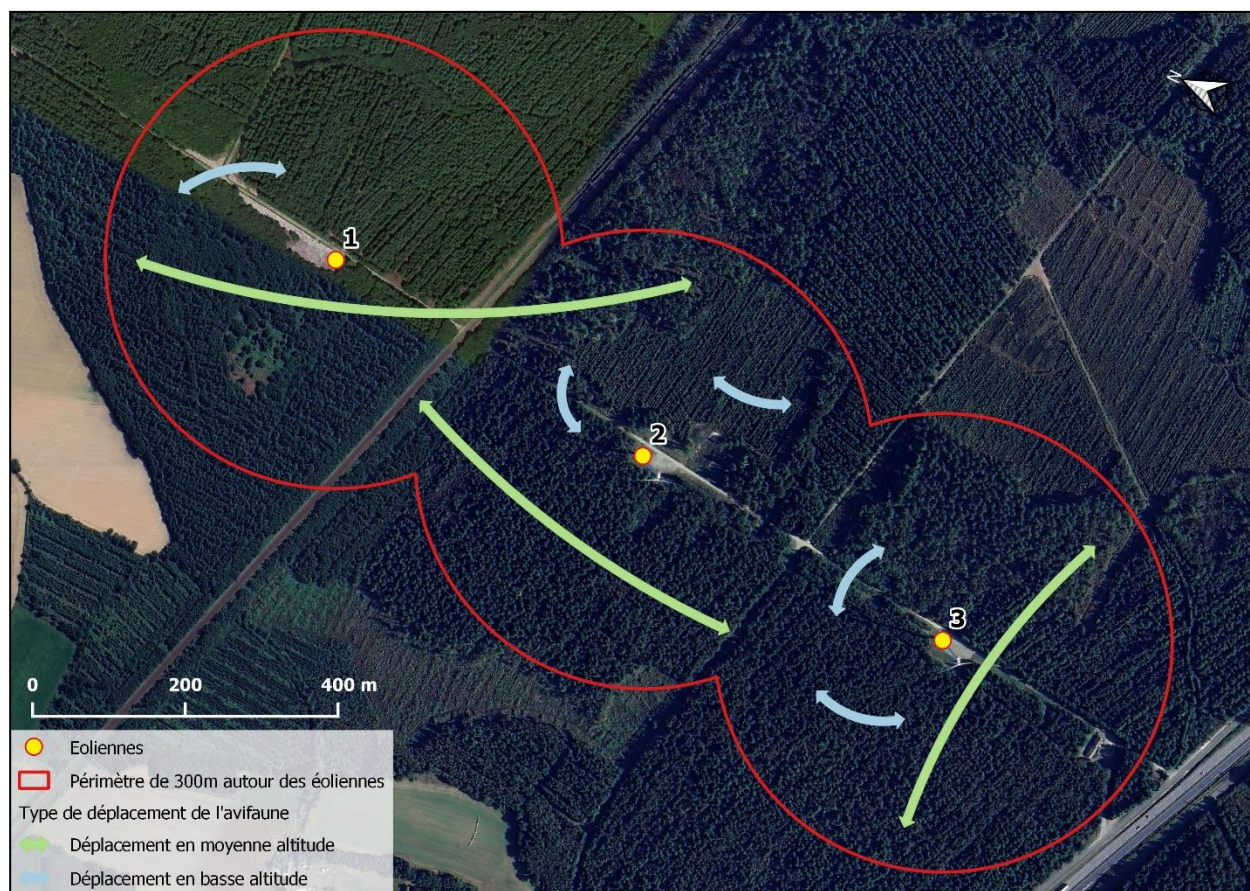
DENSITE D'INDIVIDUS D'OISEAUX OBSERVES



On remarque une présence plus importante des oiseaux entre les éoliennes 2 et 3.

Les rassemblements mis en avant par la carte de densité concernent principalement les oiseaux stationnaires sur l'ensemble du parc. En plus de ces groupes stationnaires, plusieurs individus isolés ou en groupes ont aussi été observés en déplacement sur le parc.

DEPLACEMENTS LES PLUS FREQUENTS DE L'AVIFAUNE OBSERVES



Les déplacements des différentes espèces, partiellement observés sur l'ensemble du parc, sont de 2 types :

- Les déplacements de basse altitude :
Ceux-ci concernent principalement les passereaux qui réalisent des déplacements courts le long des boisements ou entre deux zones de boisements séparés par la voirie. Très fréquents, ils ont lieu en dessous des pales des éoliennes.
- Les déplacements de moyenne altitude :
Ceux-ci concernent surtout les oiseaux comme la corneille noire, le pigeon ramier qui se déplacent plus longtemps entre deux sites.
Ils s'effectuent au plus court pour l'oiseau, au-dessus des zones boisées, sans forcément prendre en compte les éléments du paysage, ce qui induit potentiellement un passage à proximité et à hauteur des pales des éoliennes. Ce type de déplacement peut également concerner certains passereaux.

Ce sont donc les individus réalisant des déplacements de moyenne altitude qui peuvent directement être touchés par la rotation des pales des éoliennes.

Les observations ont pu mettre en évidence une adaptation certaine des individus présents, aux éoliennes. En effet, les oiseaux souhaitant se déplacer d'un point à l'autre, en ayant les éoliennes sur leur trajet, modifient quasi systématiquement leur trajectoire en déviant leur trajectoire pour passer entre 2 éoliennes. Des observations faites sur d'autres parcs éoliens à n+0 et n+1, tendent à démontrer que, globalement, les espèces intègrent mieux les éoliennes et le danger qu'elles peuvent représenter, au fil du temps.

A l'échelle du site, on observe :

- Des déplacements Nord/Sud et Est/Ouest réalisés de manière diffuse sur l'ensemble du site, de différentes espèces entre deux zones plus ou moins éloignées, à moyenne altitude.
- Des déplacements réalisés de manière localisée, entre deux zones boisées proches, le long des boisements, à basse altitude (hors de portée des pales).
Ces déplacements concernent principalement des passereaux et ce qui leur permet notamment de se réfugier rapidement en cas de danger.

3.2 – Activité des chiroptères

3.2.1 – Activité au sol

◆ Résultats bruts

En 2023, lors du suivi au sol, 10 espèces de chiroptères ont été recensées sur l'ensemble du périmètre d'étude. Toutes ces espèces sont protégées au niveau national et sont patrimoniales :

Nom scientifique	Nom vernaculaire	CD_NOM	Directive habitats	Protection France	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale	Espèce déterminante en Bretagne
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	60345	Annexes II et IV	Article 2	LC	NT	X
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	60360	Annexe IV	Article 2	NT	LC	/
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	79301	Annexes II et IV	Article 2	NT	NT	X
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	200118	Annexe IV	Article 2	LC	LC	/
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	60461	Annexe IV	Article 2	NT	NT	X
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	79303	Annexe IV	Article 2	LC	LC	/
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	60490	Annexe IV	Article 2	NT	NT	/
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	60479	Annexe IV	Article 2	NT	LC	/
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	60527	Annexe IV	Article 2	LC	LC	/
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe	60313	Annexes II et IV	Article 2	LC	LC	X

Colonnes Liste rouge Bretagne et France : CR = espèce en danger critique, EN = espèce en danger, VU = espèce vulnérable ; NT = espèce quasi-menacée, LC = espèce non menacée ; DD = Données insuffisantes.

La barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*)

L'espèce fréquente les milieux forestiers assez ouverts. Sédentaire, elle occupe toute l'année le même domaine vital. Les gîtes d'hiver peuvent être des caves voûtées, des ruines, des souterrains, des tunnels. En été, elle loge presque toujours contre le bois. Les individus restent très peu de temps dans le même gîte, allant jusqu'à en changer tous les jours.



Barbastelle d'Europe – © Jean Roulin

La sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

Cette espèce anthropophile de plaine fréquente les agglomérations avec des parcs, des jardins et des prairies. Les colonies se rassemblent généralement dans les combles. Certains individus isolés (des mâles) se glissent dans les fissures des poutres ou derrière les volets. Cette espèce possède désormais un statut de conservation préoccupant sur les listes rouges nationale et régionale au regard de la chute progressive de ses populations mais fait toujours partie des espèces les plus représentées localement.



Sérotine commune – © Mnolf

Le murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*)

Le murin de Bechstein est une espèce typiquement forestière qui installe sa colonie de reproduction dans un trou d'arbre. Pour hiberner, il apprécie les cavités arboricoles ou souterraines. Les forêts de feuillus mûres constituent ses milieux de prédilection.



Murin de Bechstein – PNR Vosges du Nord

Le murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*)

Ce murin aux grands pieds et aux oreilles courtes est fortement lié aux milieux aquatiques (étangs, lacs, cours d'eau) où il chasse les insectes à la surface de l'eau. Il apprécie aussi la forêt où il peut chasser en lisière. Les colonies de mise-bas étant étroitement liées au réseau hydrographique et à la proximité de l'eau, on rencontre souvent l'espèce sous des ponts, dans des arbres creux et parfois dans des bâtiments situés à proximité, des milieux humides. L'espèce étant très sédentaire, les déplacements observés entre le gîte d'hiver et le gîte d'été ne dépassent guère 100 km.



Murin de Daubenton – © Clément Fourrey

La noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)

La noctule de Leisler est une espèce très attachée aux grands massifs de feuillus, son habitat préférentiel est composé d'arbres creux, elle investit aussi les trous de pics. Elle profite également des bâtiments en s'installant sous les toitures ou dans les conduits de cheminée. Les nichoirs placés en forêt sont également occupés de manière régulière par l'espèce.

Chassant généralement au-dessus de la canopée des forêts, autour des grands arbres ainsi qu'au-dessus des plans d'eau, rivières et lacs, l'espèce exploite également les insectes attirés par les sources lumineuses des villes et des villages. Cette espèce est migratrice et peut parcourir des distances de plus de mille kilomètres entre ses quartiers d'hiver et ses gîtes de mise bas. Ce sont principalement les femelles qui migrent au printemps vers le nord-est de l'Europe. L'espèce figure à l'annexe IV de la Directive Habitats.



Noctule de Leisler – © Manuel Werner

La pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)

Cette espèce, particulièrement abondante dans l'Ouest de la France, possède une large niche écologique. Elle s'accommode facilement aux milieux anthropiques (villes, bocages, plaines, ...). Elle est inscrite à l'annexe IV de la Directive Habitats mais n'a pas un statut de conservation préoccupant sur les listes rouges nationale et régionale.



Pipistrelle de Kuhl – © L. Ancillotto

La pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

Cette espèce forestière chasse préférentiellement en milieux boisés diversifiés, riches en plans d'eau, ou encore à proximité des haies et des lisières. Son domaine vital peut atteindre une vingtaine de kilomètres carrés et elle s'éloigne jusqu'à une demi-douzaine de kilomètres de son gîte. Il s'agit d'une espèce migratrice qui entreprend des déplacements saisonniers sur de très grandes distances pour rejoindre ses lieux de mise-bas ou ses gîtes d'hibernation. Ses gîtes hivernaux se situent dans les cavités arboricoles, les fissures et les décollements d'écorce mais aussi au sein des bâtiments derrière les bardages en bois et les murs creux frais. Elle hiberne en solitaire ou en petits groupes d'une douzaine, voire une cinquantaine d'individus, parfois en mixité avec les trois autres Pipistrelles.



Pipistrelle de Nathusius – © Mnolf

La pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

Cette petite chauve-souris est la plus communément rencontrée et sans doute celle qui montre l'amplitude écologique la plus large. Elle se retrouve en effet depuis les milieux ruraux jusqu'au cœur de certaines grandes villes. En zone rurale, elle fréquente les villages, le bocage, les cours d'eau, les étangs et les lisières de boisements. Les colonies de reproduction sont situées dans les parties chaudes des bâtiments. L'espèce est très commune en Bretagne et uniformément répartie. Elle est inscrite à l'annexe IV de la Directive Habitats. La chute progressive de ses populations lui confère le statut d'espèce "quasi-menacée" en France.



Pipistrelle commune – © Clément Fourrey

L'oreillard gris (*Plecotus austriacus*)

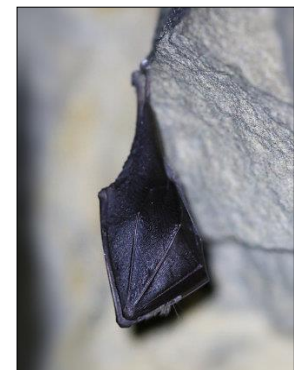
Cette espèce apprécie particulièrement les milieux forestiers, comme son cousin, l'Oreillard roux. L'Oreillard aime chasser en milieu ouvert où il capture notamment des papillons de nuit mais il chasse également en bordure de haie où il capture des proies posées dans la végétation. La reproduction de l'espèce a lieu au printemps ou en été. Les nurseries sont installées dans des fissures ou dans des bâtiments (combles, édifices religieux). Pour hiberner ou mettre bas, elle privilégie les bâtiments ou cavités. Elle est considérée comme en préoccupation mineure au niveau national.



Oreillard gris – © Andrei Sakhno

Le petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*)

Cette petite espèce utilise les milieux souterrains naturels et artificiels pour hiberner et des milieux bâtis, des combles ou des caves pour mettre bas. Ses terrains de chasse favorisés sont les forêts de feuillus, les pâtures bocagères, et les vergers.



Petit rhinolophe – © Clément Fourrey

◆ Analyse des données issues des enregistrements

• Méthode d'analyse

Les enregistrements se sont déroulés sur une large période (d'avril à octobre 2023) couvrant ainsi la quasi-totalité de la période d'activité des chiroptères. Au total, ce sont 2492 données au sol (après tri des bruits parasites) ont été collectées et retranscrites sur le logiciel Sonochiro©.

Pour le suivi au sol, ce sont un Batlogueur M© pour les parcours d'écoute nocturnes et un enregistreur passif Batlogueur A+© qui ont été utilisés.

L'analyse de ces données collectées au sol a été réalisée par l'intermédiaire du logiciel Sonochiro© qui permet un pré-traitement sur la base d'1 contact pour 5 secondes de séquence. Une fois réalisée, les premières identifications ont été classées selon des "indices de certitude". Les enregistrements parmi lesquels ces "indices" sont les plus faibles, ou lorsqu'un doute persiste sur une espèce, sont contrôlés visuellement à l'aide du logiciel Kaleidoscope®.

Une vérification manuelle des données a été faite à l'aide des logiciels de visualisation de sonagrammes que sont Batsound®, Kaleidoscope® ou bcAnalyze3® light. Des données d'activité mesurées en secondes cumulées ont été obtenues.

• Espèces relevées

Au total, 10 espèces de chauves-souris ont été captées sur les enregistrements au sol, ce qui représente un nombre relativement moyen d'espèces. La présence de ces espèces est liée à la présence du boisement qui offre des zones de chasse, des possibilités de déplacement et la présence possible de gîtes.

• Analyse des données

L'analyse des données au sol et du contexte environnemental du parc éolien permet de considérer que les individus présents sur la zone sont essentiellement en transit. La présence d'allées forestières et de lisières sur la zone permet de faciliter les déplacements pour de nombreuses espèces de chiroptères.

La pipistrelle de Kuhl a émis la majorité des buzz (cris de capture de proie) enregistrés, quelques-uns ont été émis par la pipistrelle de Nathusius.

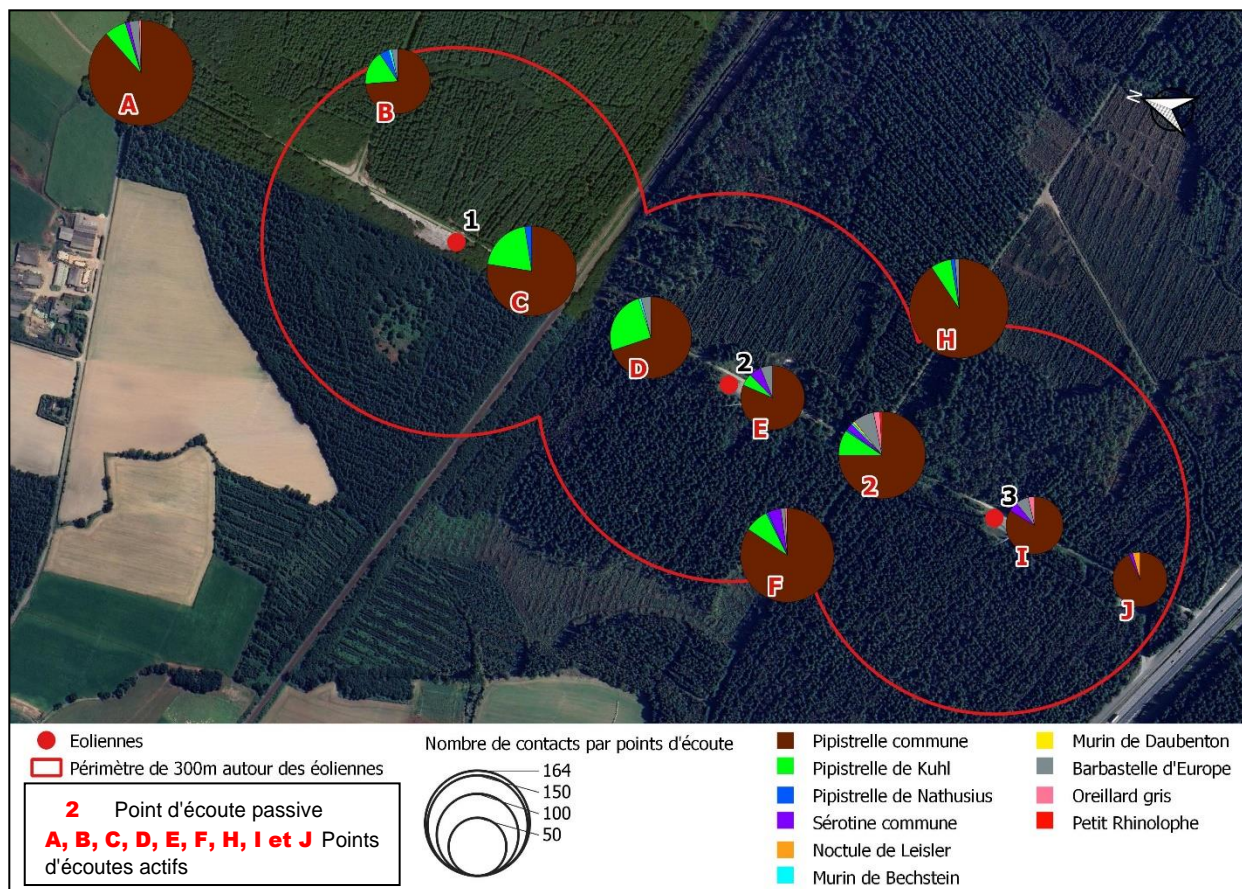
La pipistrelle commune a émis quelques cris sociaux, ce qui pourrait attester de la possible présence de gîtes diurnes pour ces espèces, à proximité du site d'étude. Les autres espèces contactées semblent n'être qu'en transit et/ou migration.

Pour les analyses suivantes, toutes les valeurs ont été rapportées à un nombre de contacts par heure et les données relatives aux pipistrelles de Kuhl/Nathusius, murins indéterminés et de sérotules (groupe des Sérotines/Noctules) ont été enlevées.

L'enregistreur passif nous permet d'identifier le nombre d'espèces présentes sur le site d'étude alors que les points actifs permettent de montrer la distribution spatiale des individus sur la zone.

L'ordre de passage (sauf le point passif) sur les différents points a été modifié à plusieurs moments lors du suivi pour assurer une uniformité au niveau des heures de passage entre les points.

NOMBRE DE CONTACTS PAR POINT D'ECOUTES



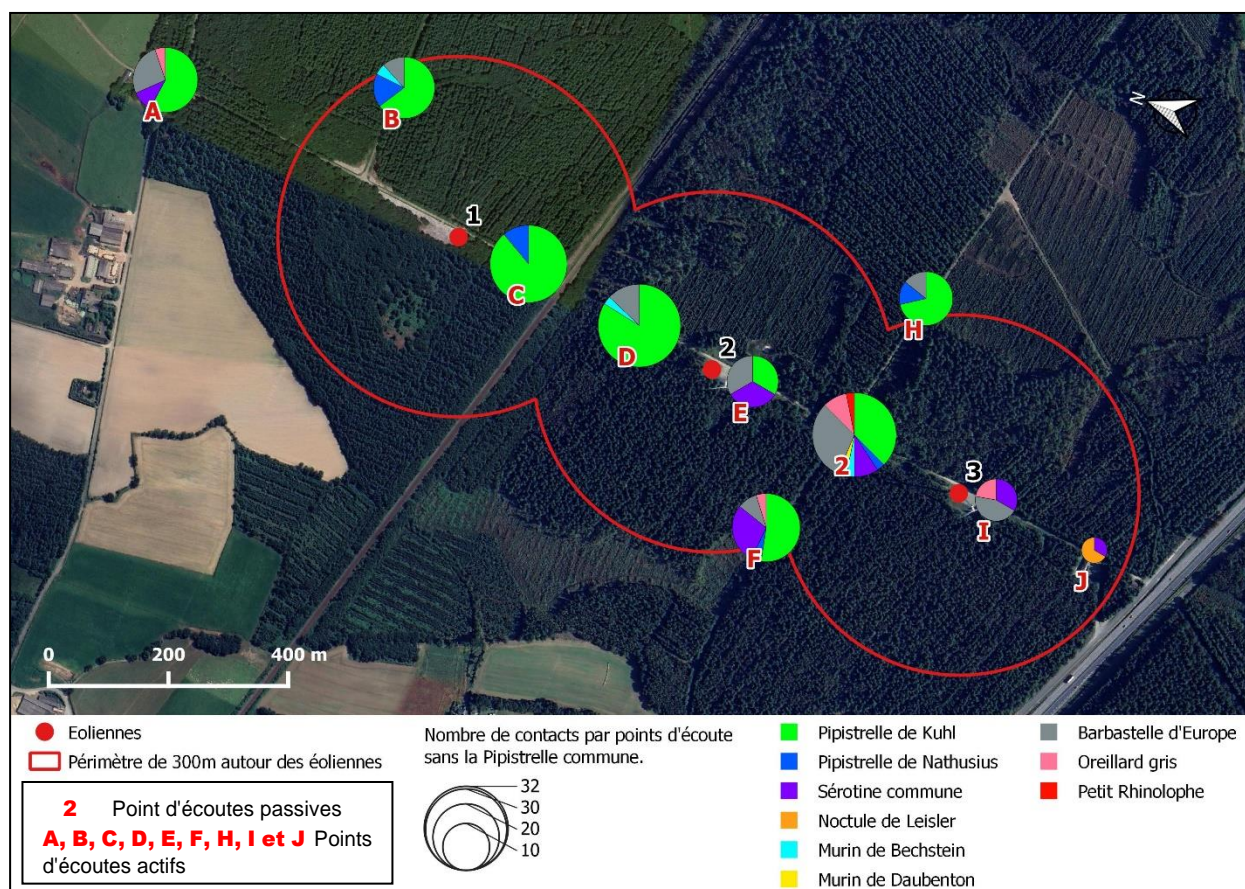
Le point ayant le plus de contacts (164 contacts par heure) est le point A. Le point ayant le plus d'espèces est celui de l'enregistreur passif 2. En effet, comme l'enregistreur passif a bénéficié d'un temps d'écoute largement supérieur (1 nuit en moyenne) comparé aux autres points d'écoutes nocturnes réalisés lors des parcours de nuits (10 minutes par points), il a pu enregistrer un nombre d'espèces plus important.

Les points H, F, C, 2 et D sont les 5 points qui arrivent ensuite en nombre de contacts, avec respectivement 146, 131, 120, 113 et 99 contacts. On peut remarquer que ce sont les points à proximité des carrefours des allées forestières qui ont enregistré le plus de contacts. Ce sont, en effet, des zones de croisements pour les chiroptères qui suivent les bordures de ces chemins pour se déplacer. A contrario, on peut remarquer que ce sont en général les points à proximité des éoliennes qui ont contacté le moins de chauves-souris. On peut supposer un effet d'éloignement des éoliennes.

L'espèce majoritairement contactée sur tous les points est la **pipistrelle commune**. Les contacts de cette espèce vont donc être enlevés pour une meilleure lisibilité de la carte suivante.

Si on enlève les données de pipistrelle commune, le point ayant le plus d'espèces est celui de l'enregistreur passif 2, avec 8 espèces. Comme évoqué précédemment, l'enregistreur passif a bénéficié d'un temps d'écoute plus important, il a donc pu enregistrer un plus grand nombre d'espèces.

NOMBRE DE CONTACTS PAR POINT D'ECOUTES SANS LA PIPISTRELLE COMMUNE

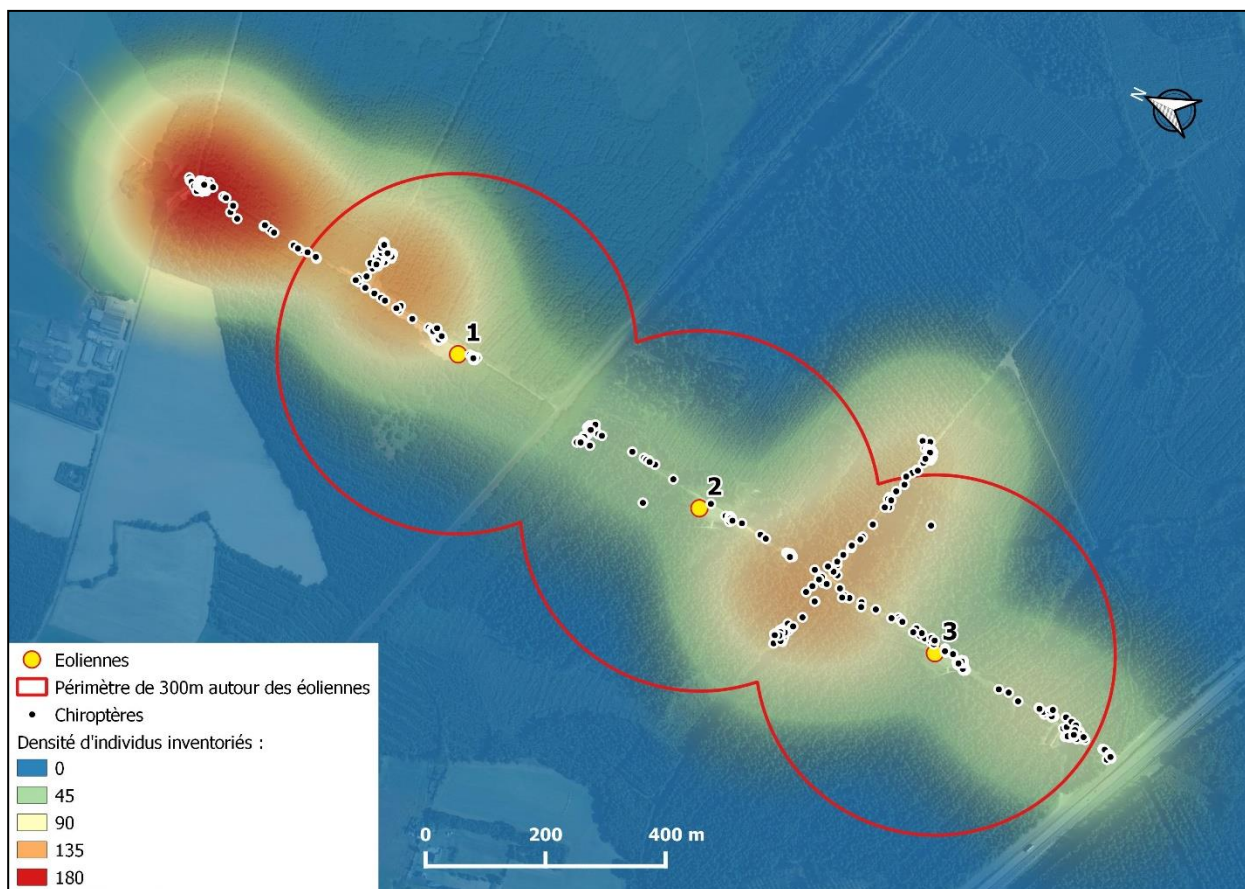


On remarque aussi que la **pipistrelle de Kuhl** (points A, B, C, E, F, H, et 2), la **barbastelle d'Europe** (points A, B, D, E, F, H, I et 2), la **sérotine commune** (points A, E, F, I, J et 2) et la **pipistrelle de Nathusius** (points B, C, F, H et 2) sont actifs sur la majorité du site d'étude. Les autres espèces sont contactées plus ponctuellement.

Le Batloggeur M© enregistre un point gps à chaque contact. Cela nous permet d'établir une carte de chaleur à partir de la position des contacts. En effet, plus le nombre de contacts sur une zone est important, plus la densité estimée par la carte de chaleur est importante. Celle-ci nous permet de mettre en avant les zones de regroupement d'espèces et, a contrario, les zones délaissées par les chiroptères.

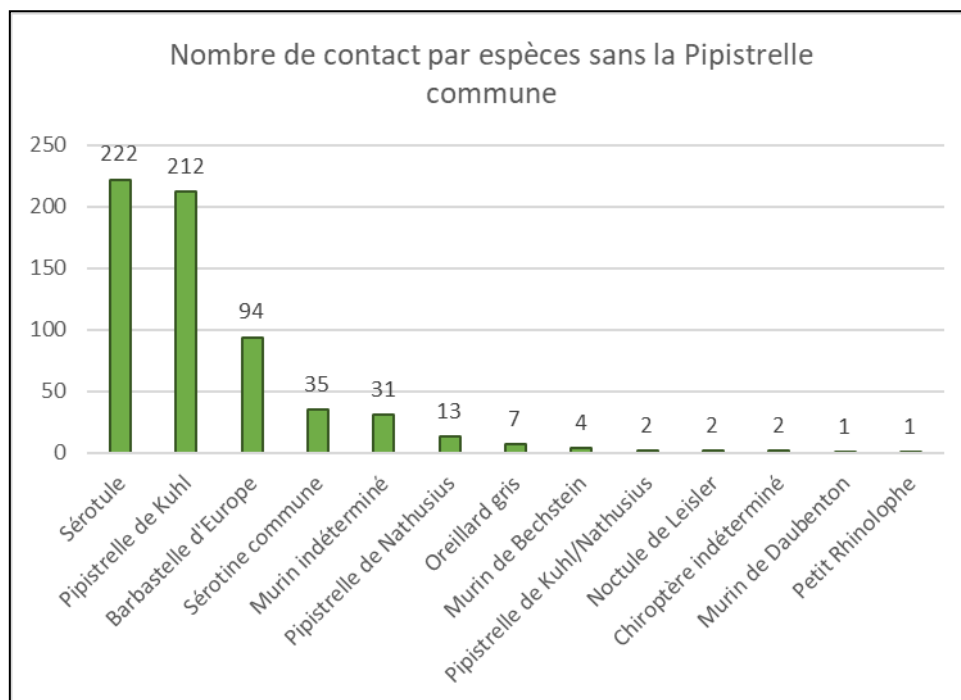
On remarque une présence plus importante des chiroptères au nord de l'éolienne 1, au niveau d'un croisement d'allées forestières. En effet, les chiroptères suivent les bordures de ces chemins pour se déplacer, il est donc logique d'avoir une densité plus importante sur cette zone-là.

DENSITE D'INDIVIDUS DE CHIROPTERES CONTACTES



• Densité des populations





Nom vernaculaire	% de représentation de l'espèce
Pipistrelle commune	74,88%
Sérotule	8,91%
Pipistrelle de Kuhl	8,51%
Barbastelle d'Europe	3,77%
Sérotine commune	1,40%
Murin indéterminé	1,24%
Pipistrelle de Nathusius	0,52%
Oreillard gris	0,28%
Murin de Bechstein	0,16%
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	0,08%
Noctule de Leisler	0,08%
Chiroptère indéterminé	0,08%
Murin de Daubenton	0,04%
Petit Rhinolophe	0,04%

Lors du suivi au sol, comme dit précédemment, 10 espèces ont été inventoriées (certaines données ont été exclues en fonction d'un indice de fiabilité de la donnée trop faible).

L'analyse des données restantes met en évidence une très forte proportion de **pipistrelle commune** qui représente la majorité des contacts, avec 74,88% des contacts.

Les autres espèces viennent plus ponctuellement sur le site. Parmi ces espèces, la **pipistrelle de Kuhl**, la **barbastelle d'Europe** et la **sérotine commune** sont les plus représentées.

3.2.2 – Activité en altitude

◆ Résultats

Les analyses des données en altitude, réalisées et fournies par le bureau d'études OUEST Am', ont été ajoutées au présent rapport.

Le suivi acoustique sur le parc Sud a mis en évidence la présence de **six espèces de chiroptères**. Parmi ces espèces, la **Pipistrelle commune** est celle ayant la plus forte activité (3 893 secondes). La **Sérotine commune** arrive au second rang (2 285 secondes) suivie de la **Pipistrelle de Kuhl** (1 157 secondes). La **Noctule de Leisler**, la **Pipistrelle de Nathusius** et la **Noctule commune** ont une activité moins marquée (respectivement 564, 550 et 524 secondes cumulées). Les espèces recensées sont particulièrement sensibles aux éoliennes (pipistrelles et noctules) (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am').

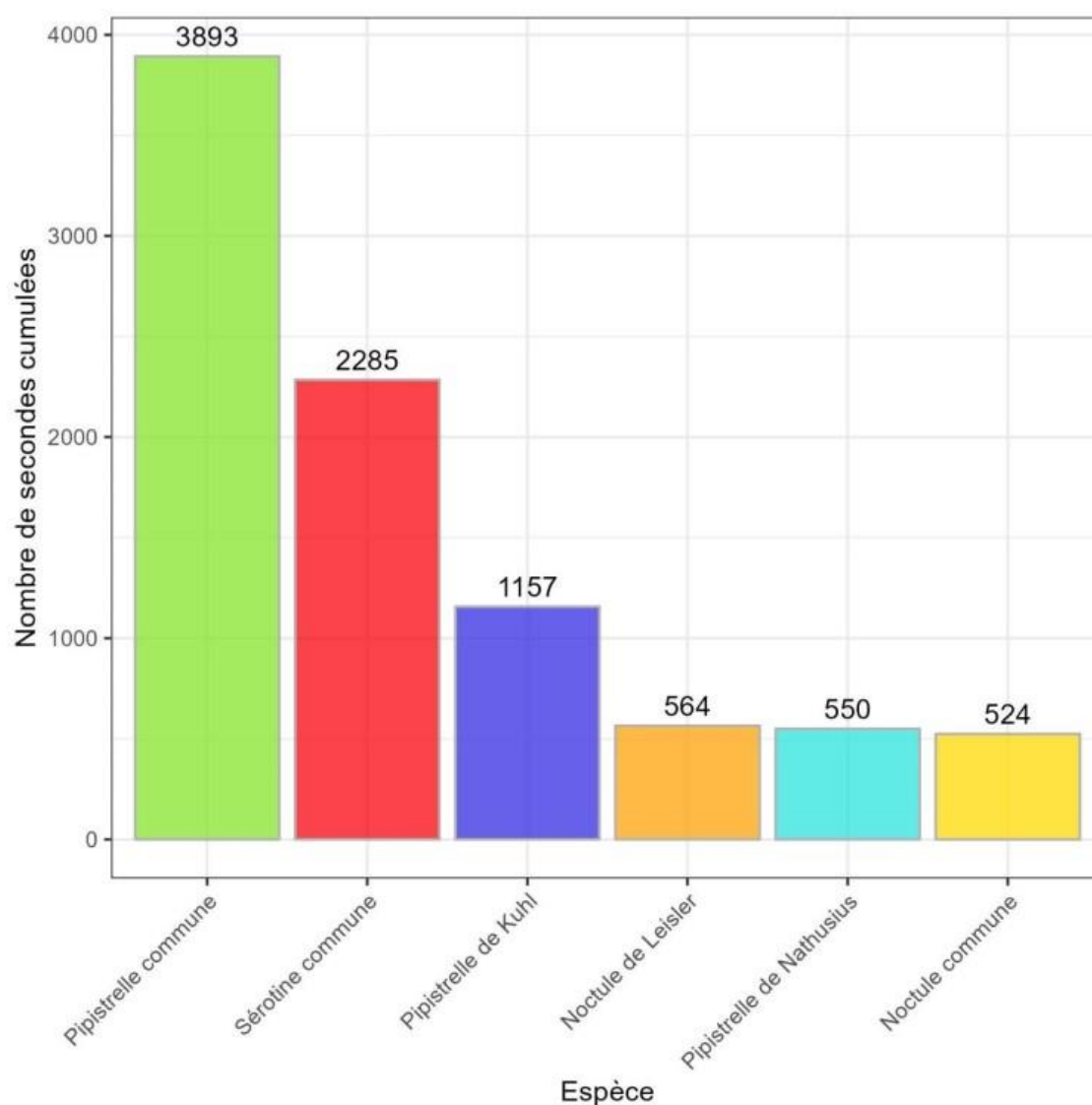


Figure 4 : activité en secondes cumulées par espèce sur l'ensemble du suivi.

(Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

Le suivi acoustique au Nord a mis en évidence la présence de **six espèces de chiroptères**. Parmi ces espèces, la **Pipistrelle commune** est celle ayant la plus forte activité (6 916 secondes). La **Pipistrelle de Kuhl** arrive au second rang (3 040 secondes). La **Pipistrelle de Nathusius** et la **Sérotine commune** ont une activité moins marquée (respectivement 900 et 137 secondes cumulées). La **Noctule commune** et la **Noctule de Leisler** sont plus anecdotiques avec 57 et 19 secondes d'activité cumulée. Les espèces recensées sont particulièrement sensibles aux éoliennes (pipistrelles et noctules) (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am').

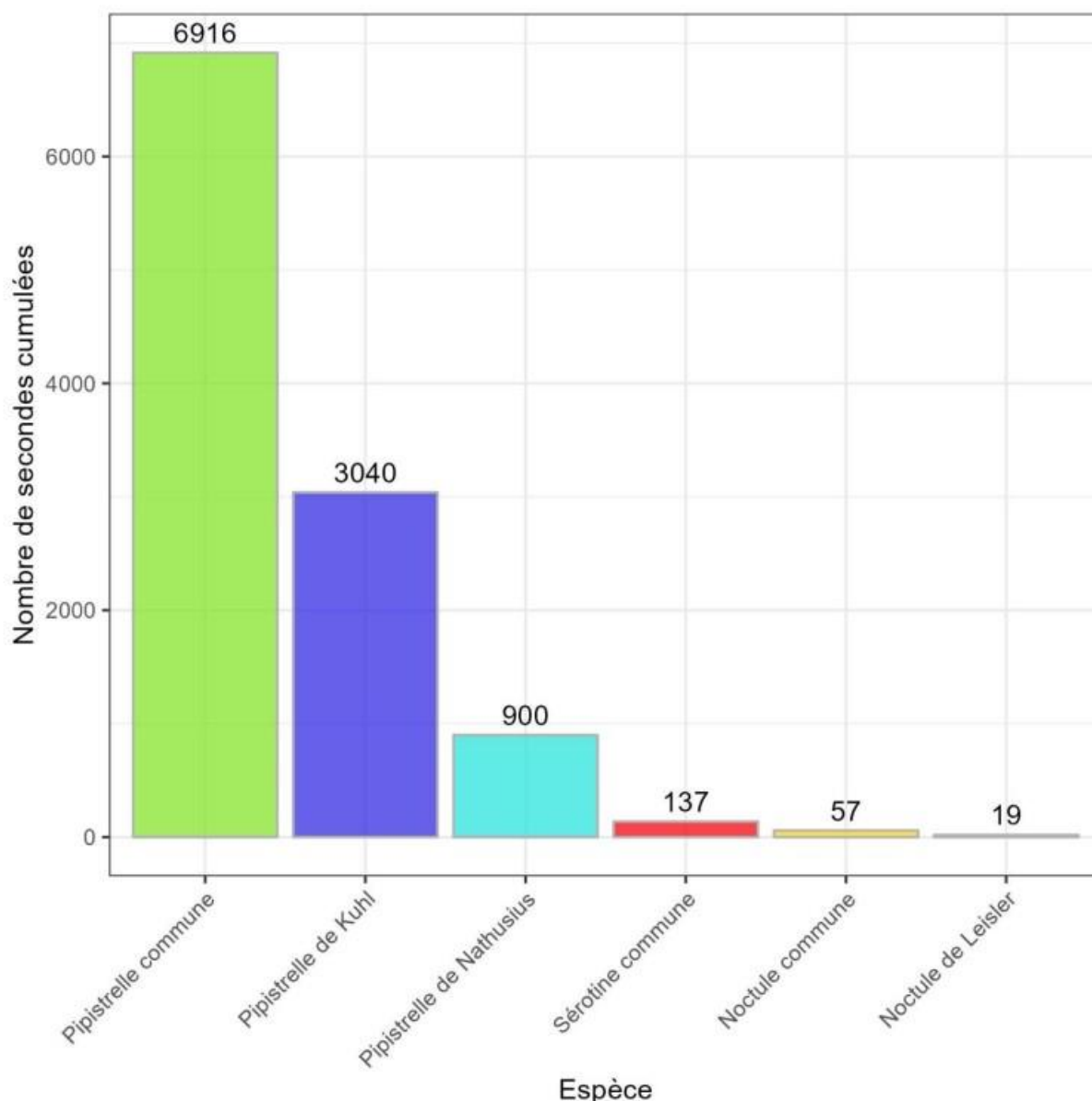


Figure 4 : activité en secondes cumulées par espèce sur l'ensemble du suivi.

(Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

Que soit au sol ou en altitude et sur les 2 parcs, c'est donc la pipistrelle commune qui a la plus forte activité sur le site d'étude.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	CD_NOM	Directive habitats	Protection France	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale	Espèce déterminante en Bretagne
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	60360	Annexe IV	Article 2	NT	LC	/
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	60461	Annexe IV	Article 2	NT	NT	X
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	60468	Annexe IV	Article 2	VU	NT	X
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	79303	Annexe IV	Article 2	LC	LC	/
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	60490	Annexe IV	Article 2	NT	NT	/
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	60479	Annexe IV	Article 2	NT	LC	/

La noctule commune (*Nyctalis noctula*)

La noctule commune, une des espèces les plus grandes d'Europe, est inféodée aux milieux forestiers, mais s'accommode plutôt bien des milieux urbains. Sa présence est toutefois liée à celle de l'eau. Elle chasse souvent en groupe, en bordure des massifs forestiers, d'alignements d'arbres ou au-dessus des étangs. Elle est présente en hiver et en été dans les mêmes types de gîtes, à savoir les cavités d'arbres en forêt, les trous de pics, ou bien les corniches de ponts, anfractuosités dans les bâtiments urbains, etc. La plupart des femelles quittent la France et gagnent l'Est et l'Europe du Nord pour la mise-bas, pouvant alors accomplir plusieurs centaines de kilomètres. L'espèce est inscrite à l'annexe IV de la Directive Habitat, et occupe une place préoccupante sur les listes rouges nationale et régionale, en tant qu'espèce classée vulnérable depuis 2020 et qui décline très rapidement à l'échelle nationale (déclin supérieur à -70% au niveau national depuis 2006). Elle s'est toutefois adaptée à l'environnement urbain.



Noctule commune – © L. Arthur

◆ Analyse des données issues des enregistrements

• Méthode d'analyse

Les enregistrements se sont déroulés sur une large période (de mai à octobre 2023) couvrant ainsi la quasi-totalité de la période d'activité des chiroptères.

Au total, ce sont 181 nuits d'enregistrements qui ont été réalisées. Les données collectées en nacelles ont été décompressées et analysées par le bureau d'études OUEST AM', à l'aide BCAdmin 4®.

Un GSM-Batcorder a été utilisé pour collecter les données en nacelle. Un nombre conséquent de données, permettant une analyse fine et efficace de l'activité des chauves-souris a donc été obtenu.

Une vérification manuelle des données a été faite à l'aide des logiciels de visualisation de sonagrammes que sont Batsound®, Kaleidoscope® ou bcAnalyze3® light. Des données d'activité mesurées en secondes cumulées ont été obtenues.

• Espèces relevées

Au total, pour le parc de Malaunay Sud et le parc de Malaunay Nord, seules 6 espèces ont été enregistrées par l'enregistreur en altitude :

- La sérotine commune
- La noctule de Leisler
- La noctule commune
- La pipistrelle de Kuhl
- La pipistrelle de Nathusius
- La pipistrelle commune

Les espèces enregistrées au sol et non retrouvées sur les enregistrements en nacelle, sont pour la plupart des espèces qui sont communément regroupées dans la guildes des espèces de vol bas. De plus, elles émettent des signaux à faible intensité, de courte durée et/ou dans des fréquences ne portant qu'à faible distance, comme chez les rhinolophes ou chez les petites espèces de murins. Elles sont donc plus rarement retrouvées dans ce type d'enregistrement.

• Horaires d'activité :

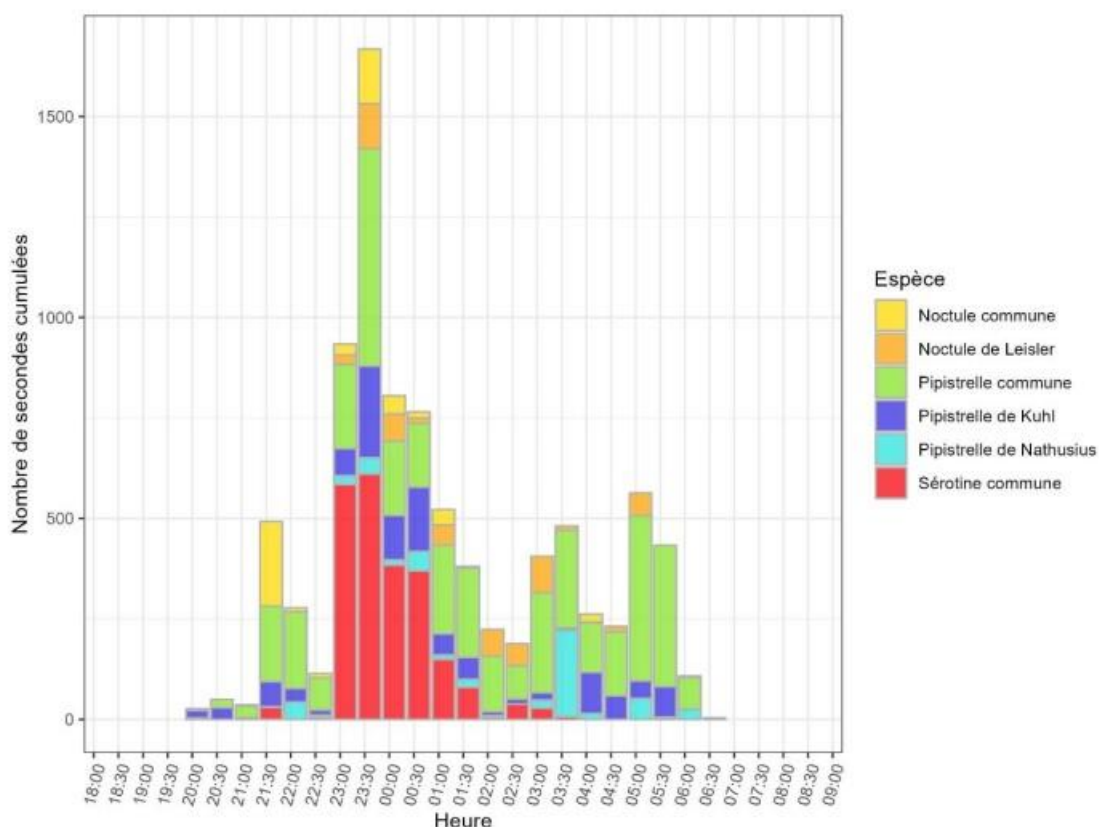


Figure 7 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrement.

Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

Sur l'ensemble de la période d'enregistrement, sur le parc de Malaunay Sud, les chauves-souris ont été actives à partir de 20h jusqu'à 7h avec une activité plus importante entre 23h et 1h. (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am').

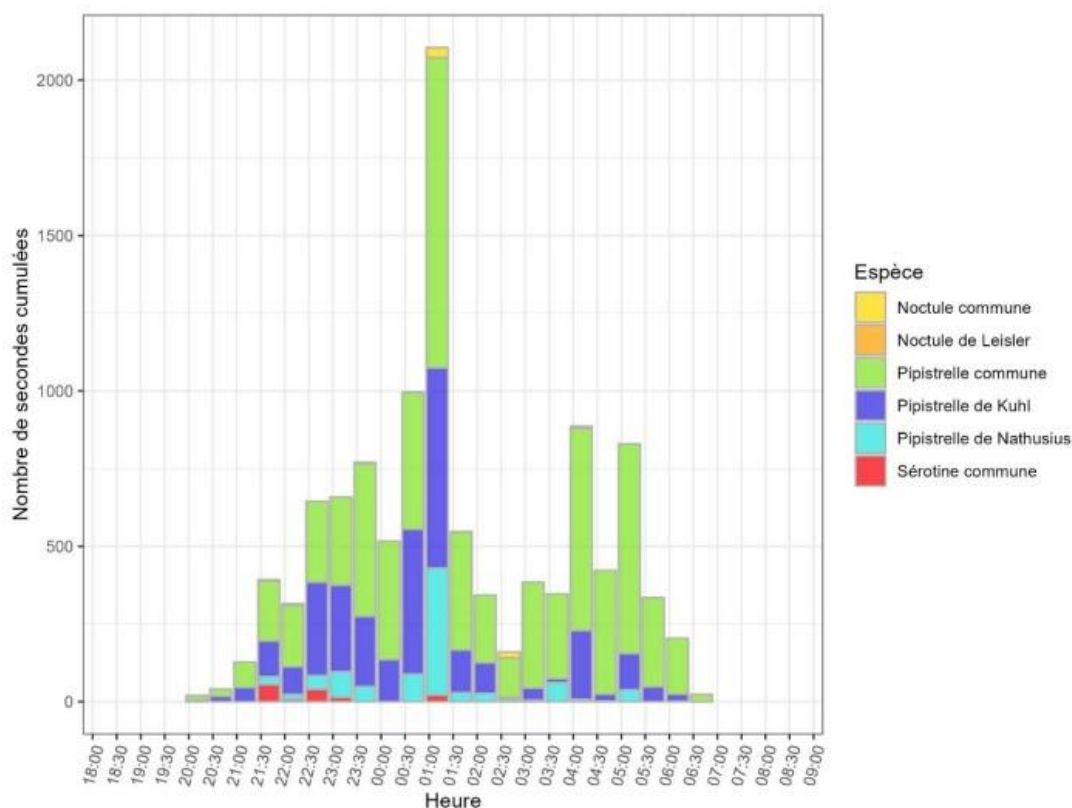


Figure 7 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrement.

Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

Sur l'ensemble de la période d'enregistrement, sur le parc de Malaunay Nord les chauves-souris ont été actives à partir de 20h jusqu'à 7h. (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am').

- **Activité mensuelle :**

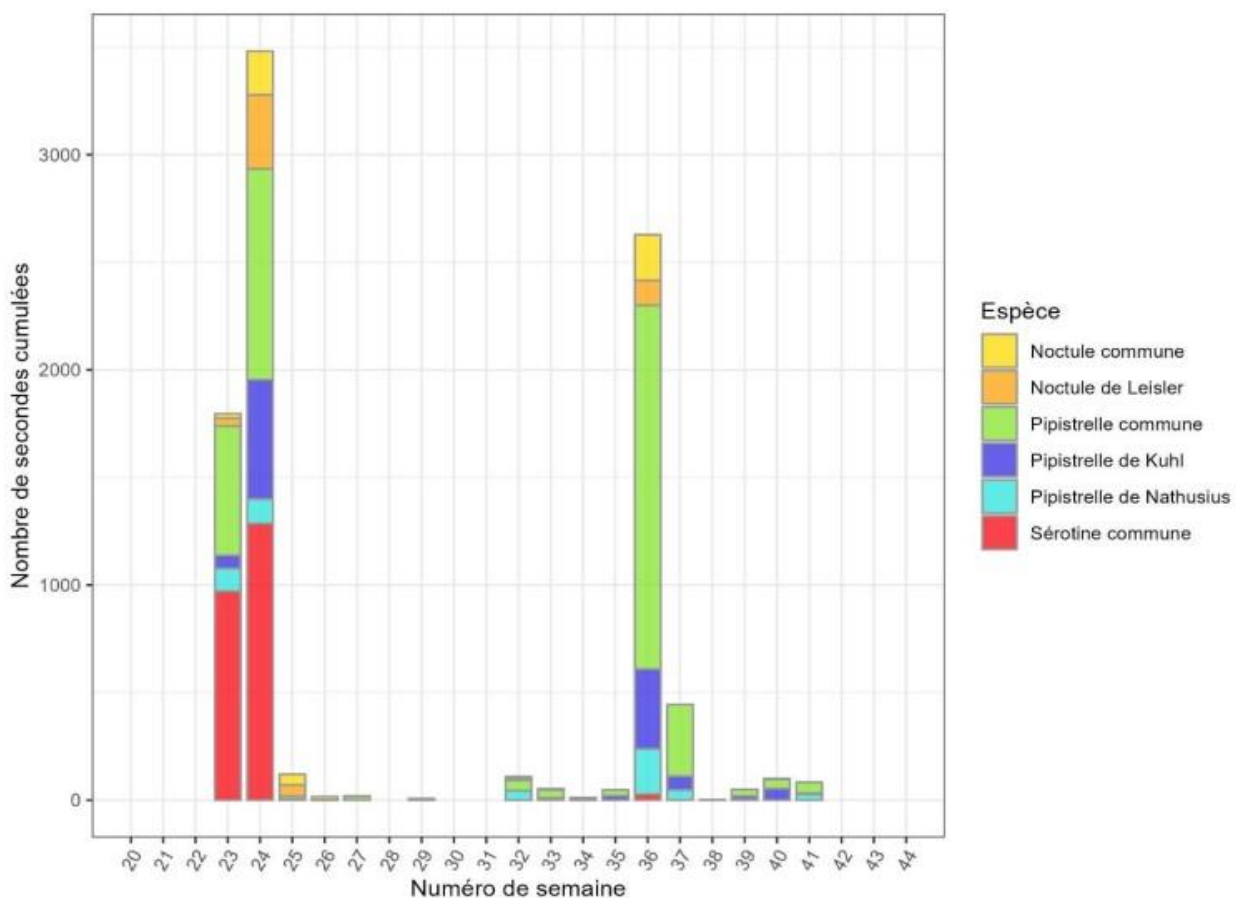


Figure 6 : activité par semaine sur l'ensemble du suivi.

Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

Sur le parc de Malaunay Sud, l'activité est hétérogène sur toute la période d'enregistrement. Deux pics se démarquent : le premier en semaines 23 et 24 (juin) avec 3 481 secondes en semaine 24 et le deuxième en semaines 36 et 37 (septembre, période de dispersion et de migration des différentes espèces). L'activité des autres semaines ne dépasse pas 120 secondes cumulées (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien Malaunay Sud, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am').

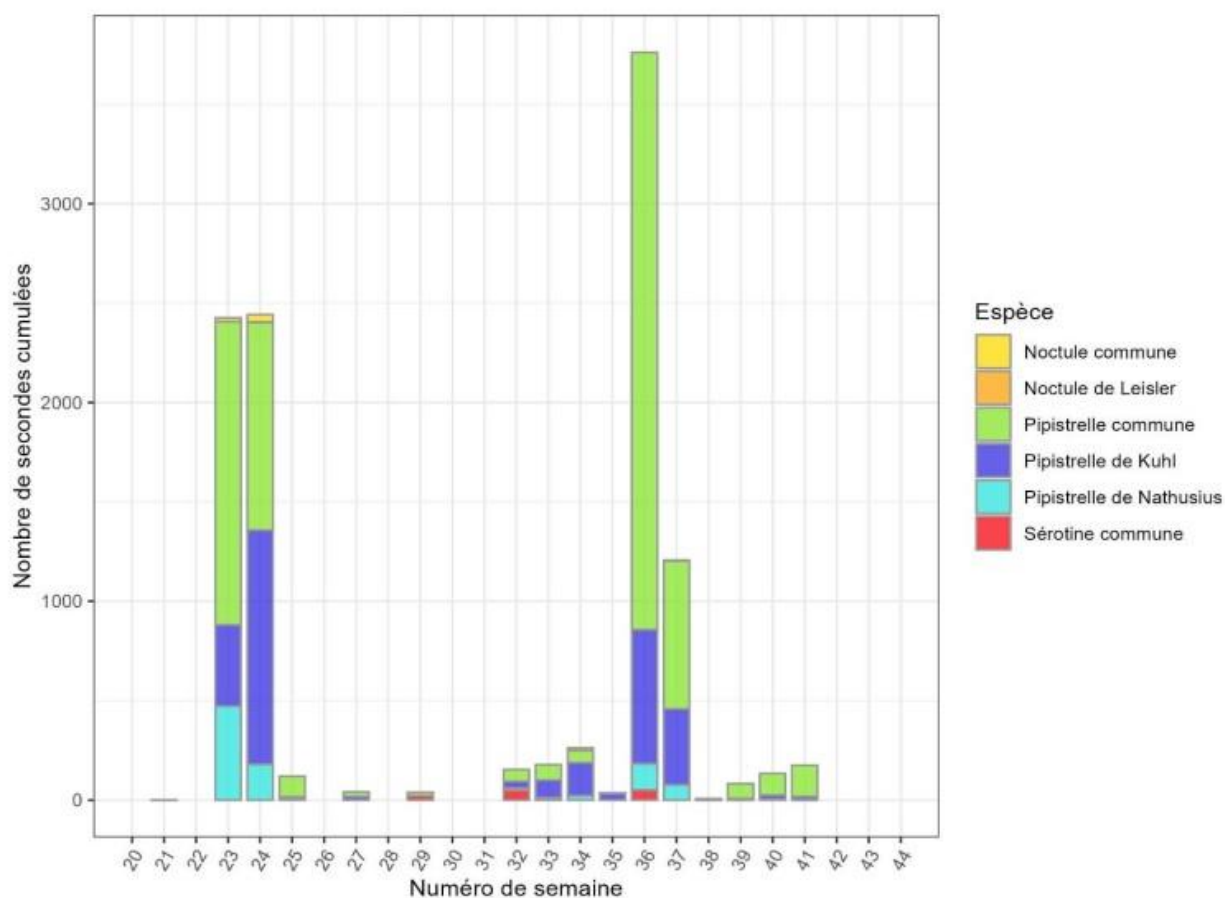


Figure 6 : activité par semaine sur l'ensemble du suivi.

(Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

Sur le parc de Malaunay Nord, l'activité est hétérogène sur toute la période d'enregistrement. Deux pics se démarquent : le premier en semaines 23 et 24 (juin) et le deuxième en semaines 36 et 37 (septembre, période de dispersion et de migration des différentes espèces) (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien Malaunay Nord, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am').

- **Analyse en fonction de la météo :**

Pour rappel, le bridage mis en place sur les éoliennes du parc de Malaunay, est actif pour des températures supérieures à 10°C et des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m/s du 15 avril au 31 octobre.

Vitesse de vent

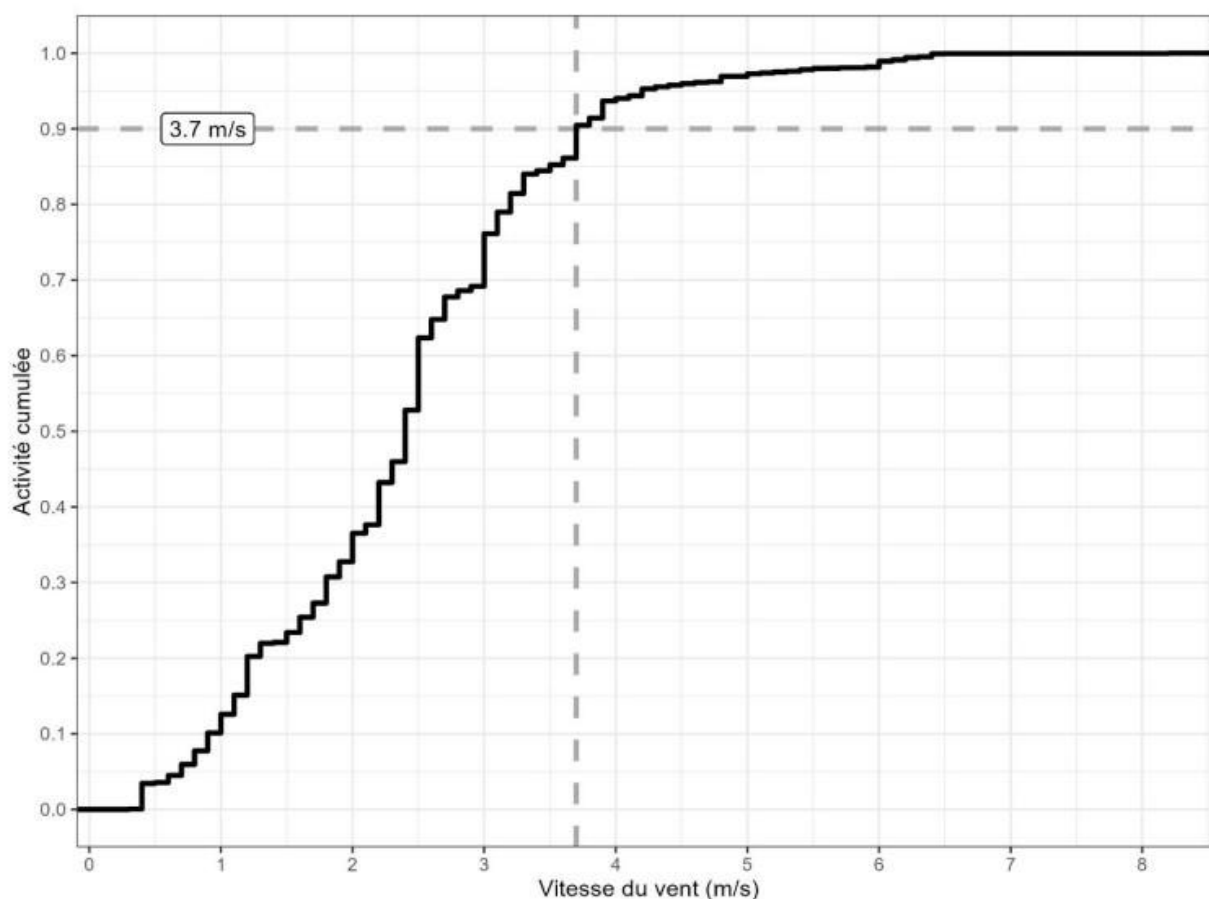


Figure 12 : corrélation entre l'activité globale des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.

(Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

En 2023, sur le parc de Malaunay Sud, l'activité a été enregistrée à partir d'une vitesse de vent de 0,3 m/s et jusqu'à 8,2 m/s. 90% de l'activité est comprise entre 0,3 m/s et 3,7 m/s. En fonction des espèces, le seuil de vitesse de vent au-dessous duquel se concentre 90% de l'activité est compris entre 3,7 et 4,8 m/s. Lors du pic d'activité en juin, 90% de l'activité est comprise entre 0,3 et 3,7 m/s. Lors du pic d'activité en septembre, 90% de l'activité est comprise entre 0,3 et 3,9 m/s. A noter que pour les espèces avec très peu d'activité enregistrée, ce seuil n'est pas à prendre en compte. (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Kergist-Moëlou (Côtes-d'Armor 22), OUEST AM').

Si l'on prend les vitesses de vent du bridage comme référentiel, il comprend 99% de l'activité des Chiroptères.

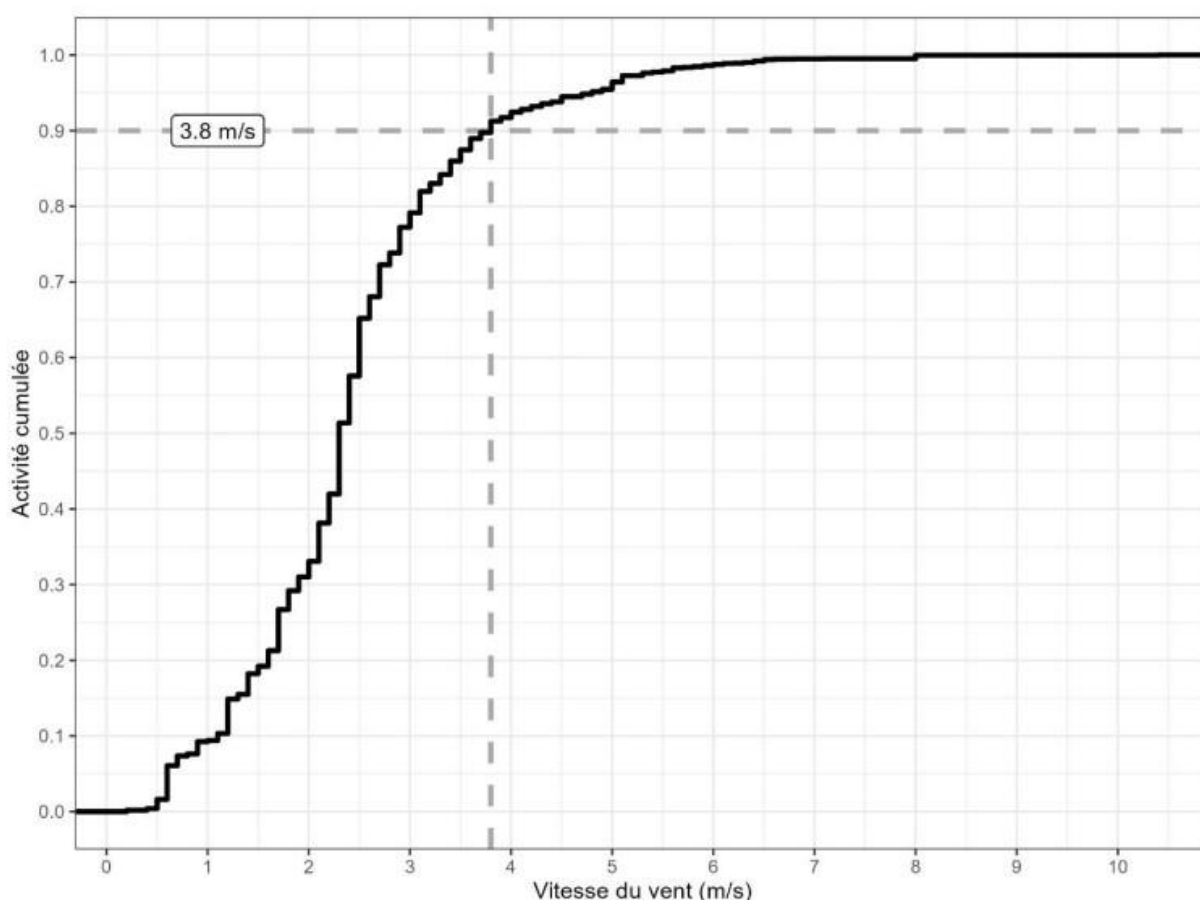


Figure 12 : corrélation entre l'activité globale des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.

(Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

En 2023, sur le parc de Malaunay Nord, l'activité a été enregistrée à partir d'une vitesse de vent de 0,2 m/s et jusqu'à 10,4 m/s. 90% de l'activité est comprise entre 0 m/s et 3,8 m/s. En fonction des espèces, le seuil de vitesse de vent au-dessous duquel se concentre 90% de l'activité est compris entre 3,4 et 5,6 m/s. Lors du pic d'activité en juin, 90% de l'activité est comprise entre 0,2 et 3,4 m/s. Lors du pic d'activité en septembre, 90% de l'activité est comprise entre 0,2 et 4 m/s. A noter que pour les espèces avec très peu d'activité enregistrée, ce seuil n'est pas à prendre en compte (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Kergrist-Moëlou (Côtes-d'Armor 22), OUEST AM').

Si l'on prend les vitesses de vent du bridage comme référentiel, il comprend 99% de l'activité des Chiroptères.

Température

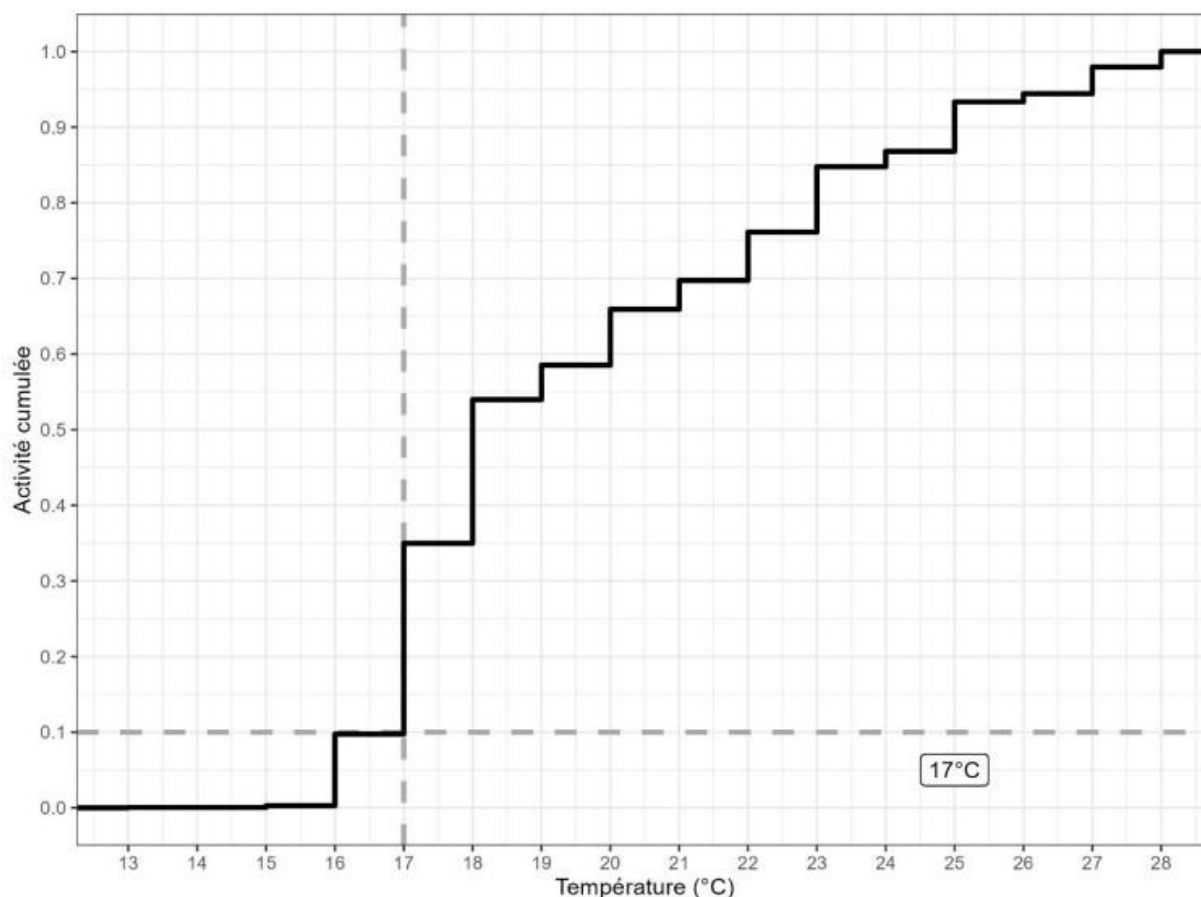


Figure 15 : corrélation entre l'activité générale et la température en °C.

(Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

En 2023, sur le parc de Malaunay Sud, 90% de l'activité des chiroptères (toutes espèces confondues) est comprise entre 17°C et 28°C. En fonction des espèces, le seuil de température au-dessus duquel se concentre 90% de l'activité varie entre 16 et 17°C. L'activité débute à partir de 13°C. Lors du pic d'activité en juin, 90% de l'activité est comprise entre 16 et 23°C. Lors du pic d'activité en septembre, 90% de l'activité est comprise entre 20 et 28°C. Ce seuil n'est pas à prendre en compte pour les espèces avec très peu d'activité enregistrée (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Sud, commune de Kergist-Moëlou (Côtes-d'Armor 22), OUEST AM').

Si l'on prend les vitesses de vent du bridage comme référentiel, il comprend 100% de l'activité des Chiroptères.

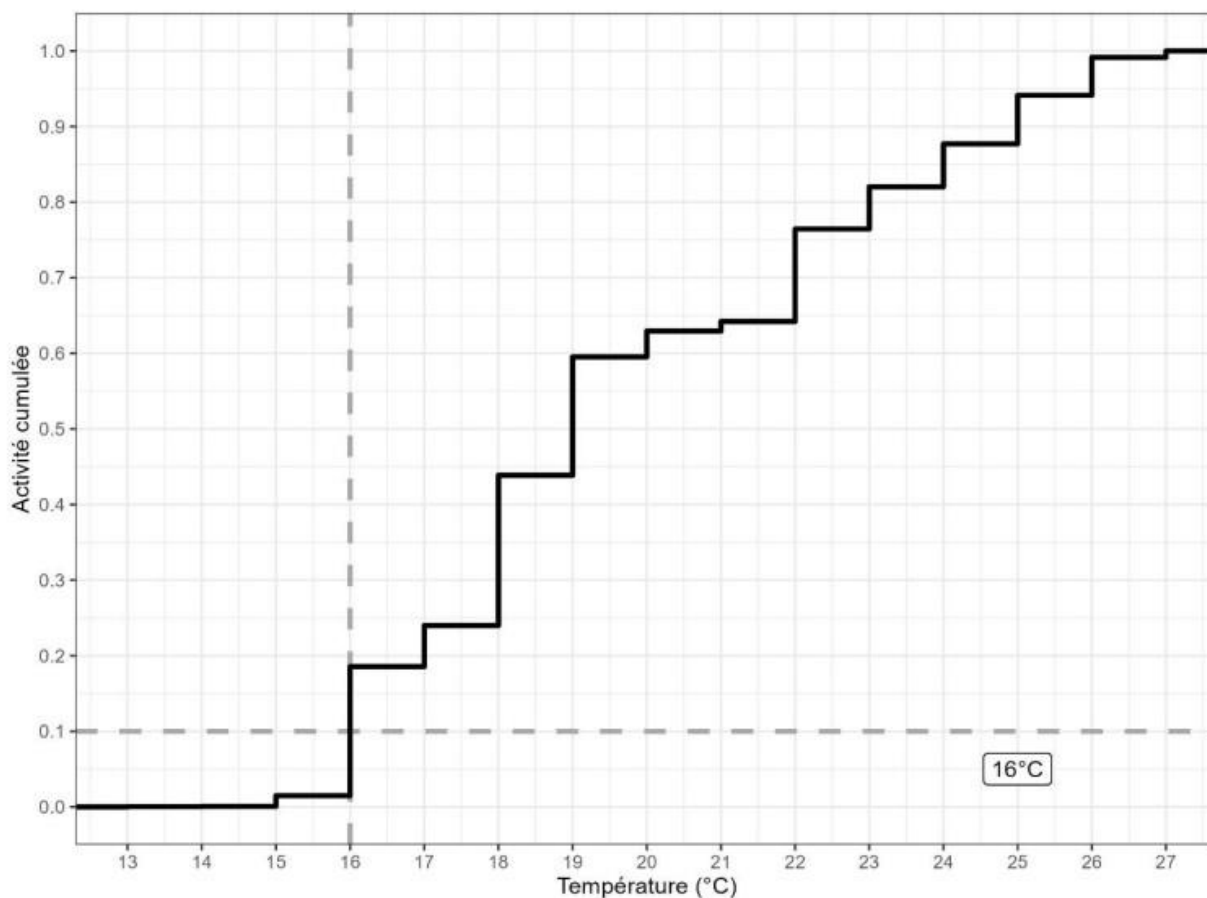


Figure 15 : corrélation entre l'activité générale et la température en °C.

(Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Ploumagoar (Côtes-d'Armor 22), OUEST Am')

En 2023, le parc de Malaunay Nord, 90% de l'activité des chiroptères (toutes espèces confondues) est comprise entre 16°C et 27°C. En fonction des espèces, le seuil de température au-dessus duquel se concentre 90% de l'activité varie entre 16 et 19°C. L'activité débute à partir de 13°C. Lors du pic d'activité en juin, 90% de l'activité est comprise entre 16 et 23°C. Lors du pic d'activité en septembre, 90% de l'activité est comprise entre 19 et 27°C. Ce seuil n'est pas à prendre en compte pour les espèces avec très peu d'activité enregistrée (Source : Suivi d'activité chiroptères post implantation d'éoliennes du parc éolien de Malaunay Nord, commune de Kergist-Moëlou (Côtes-d'Armor 22), OUEST AM').

Si l'on prend les vitesses de vent du bridage comme référentiel, il comprend 100% de l'activité des Chiroptères.

Si l'on cumule les pourcentages d'activité des chiroptères selon les conditions météorologiques (vitesse du vent et température), le bridage englobe environ 98% de l'activité en altitude.

3.3 – Comparaison des données de suivis avec celles de l'étude d'impact

3.3.1 – Objectifs de la comparaison

Cette comparaison des données du suivi avec celles de l'étude d'impact a pour objectif d'analyser les éventuelles évolutions des habitats, de fréquentation du parc éolien par l'avifaune et par les chiroptères, entre l'état initial (avant la création du parc éolien) et aujourd'hui (après la création du parc).

3.3.2 – Comparaison des méthodes appliquées

Pour permettre la comparaison entre les données des expertises réalisées après la mise en service du parc et celles de l'étude d'impact, les méthodes appliquées doivent correspondre en partie.

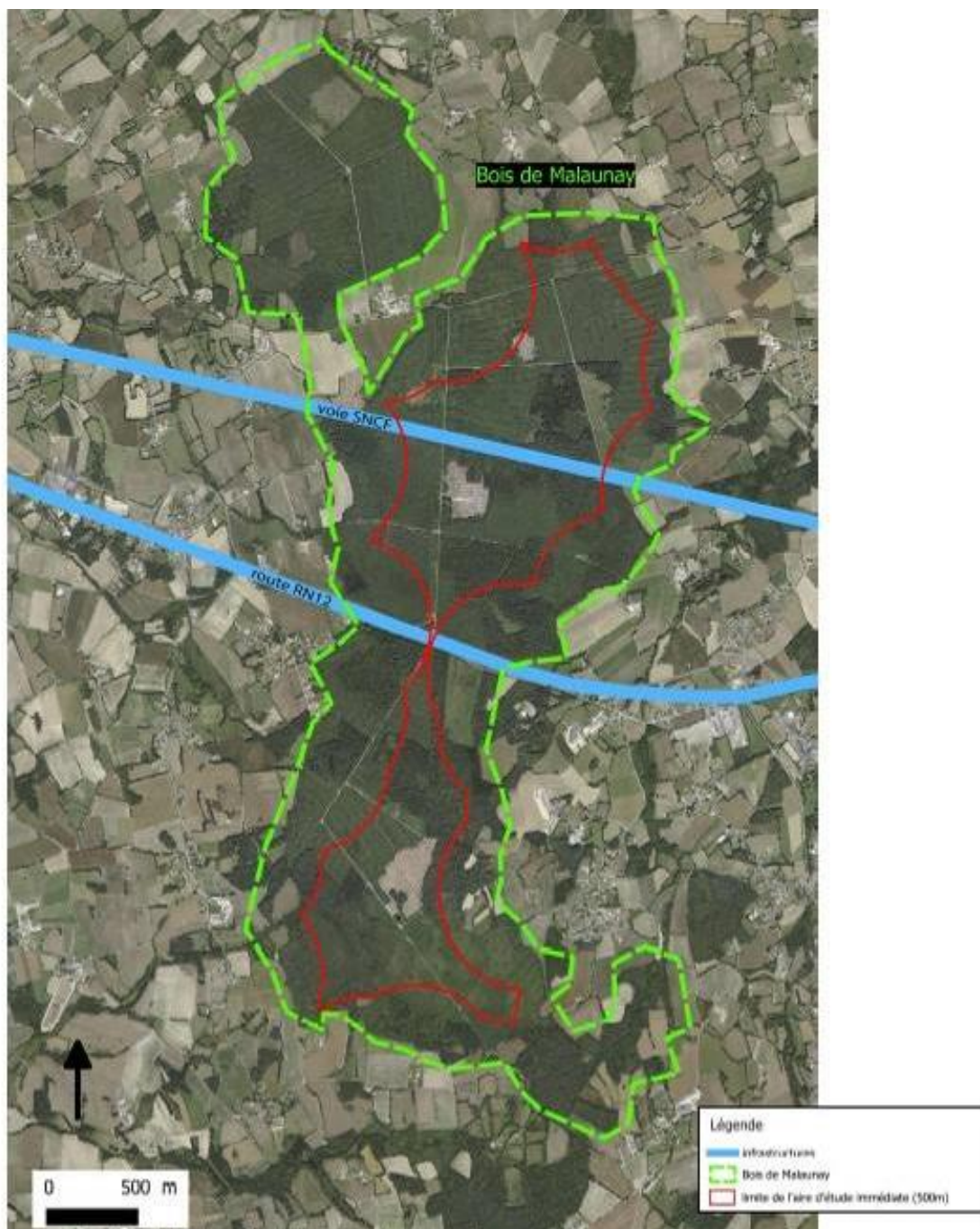
◆ Aires d'étude :

Comme en 2022, l'aire prospectée dans le cadre de l'étude d'impact (aire d'étude immédiate) est nettement plus importante que celle du présent suivi.

Les relevés réalisés après la mise en place du parc se sont cantonnés sur et en périphérie du parc. Le protocole MEDDE concernant les suivis environnementaux de parcs éoliens précise que l'aire d'étude à appliquer pour le suivi de l'activité avifaune est de 300 m autour de chaque éolienne.

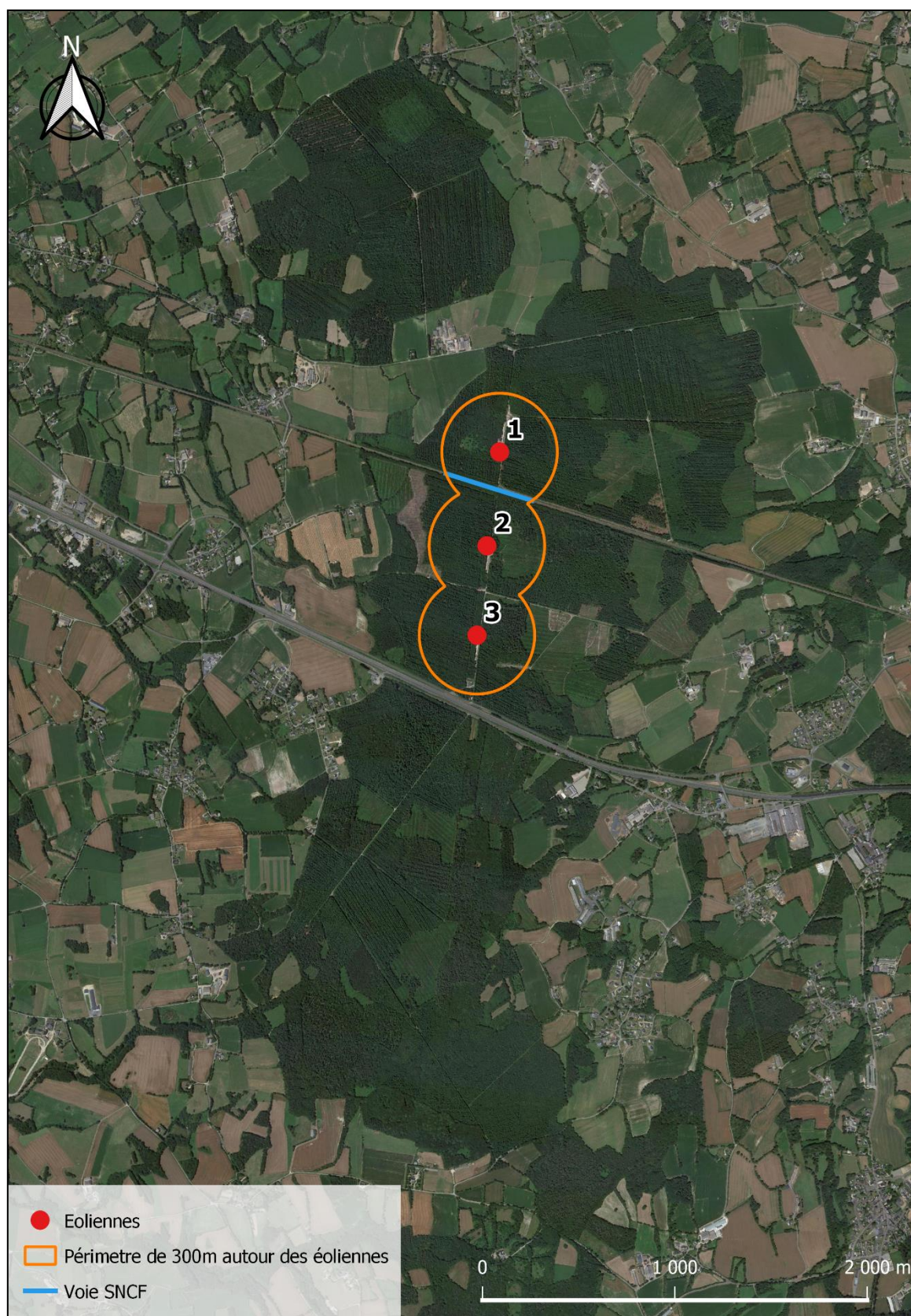
Les données de l'étude d'impact ont ainsi été triées pour correspondre à ce périmètre.

PERIMETRES D'ETUDE DE L'ETUDE D'IMPACT



(Source : étude d'impact sur l'environnement et la sante pour le projet de parc éolien dans la forêt de Malaunay)

SITUATION DES EOLIENNES AU SEIN DES PERIMETRES D'ETUDE



◆ **Pression des inventaires pour l'avifaune :**

Périodes d'inventaire	Nombre de prospections à l'étude d'impact	Nombre de prospections post-création 2022	Nombre de prospections post-création (2023)
Hiver	1	1	1
Printemps	4	3	3
��t��	4	2	2
Automne	1	1	1
Total de passages	10	7	7

Dans les 3 cas, les 4 périodes d'inventaires ont fait l'objet de prospections, ce qui permet d'avoir une base d'inventaires comparable entre les deux analyses.

La pression d'inventaires est elle aussi relativement semblable entre les 3 études, même si celle-ci a été légèrement plus importante lors de l'étude d'impact que lors des expertises après la création du parc.

Le nombre de passages défini par le protocole de suivi de la mortalité pourra influencer sur les données collectées et donc sur les résultats du suivi de l'avifaune.

◆ **Pression des inventaires pour les chiroptères :**

La pression des inventaires entre l'étude d'impact et le suivi est très différente, puisque à l'étude d'impact, 5 nuits d'enregistrements actifs ont été réalisées, ainsi que 3 nuits de points d'écoute et de capture ont été réalisées.

Les 2 années de suivi ont, quant à elles, bénéficiées de 9 nuits d'écoutes actives, ainsi que la pose d'un enregistreur au sol à 6 reprises. De plus, 2 micros à hauteur de m  t ont été posés sur une des éoliennes du parc de Malaunay Sud et sur l'éolienne du parc de Malaunay Nord. Ainsi, des enregistrements ont été réalisés toutes les nuits, aux périodes favorables pour les chiroptères.

Le protocole appliqué pour le suivi est plus complet, mais permet difficilement de réaliser une comparaison avec les données de l'étude d'impact. Toutefois, l'analyse permet de mettre en avant plusieurs points développés ci-dessous.

3.3.3 – Comparaison entre les résultats

◆ **Résultats pour l'avifaune :**

Entre 2010 et 2011 (  tude d'impact), au sein de l'aire d'étude immédiate, 65 espèces d'oiseaux ont été observées. Parmi celles-ci, 51 sont protégées au niveau national par l'article 3 de l'arrêté du 29 octobre 2009. D'autre part, une seule espèce est inscrite à l'annexe 1 de la directive "Oiseaux" (Directive européenne 79/409/CEE) : l'engoulevent d'Europe. D'autres espèces patrimoniales protégées et/ou inscrites sur les listes rouges ont été observées :

- Le vanneau huppé
- La b  cas   des bois
- Le rougequeue à front blanc
- Le traquet motteux
- La fauvette grisette
- Le pouillot fitis
- Le roitelet à triple bandeau

- Le gobemouche gris
- La mésange noire
- La linotte mélodieuse
- Le bouvreuil pivoine
- Le grosbec casse-noyaux
- Le bruant jaune

En 2022, 25 espèces ont été recensées sur la zone d'étude, dont 19 sont protégées nationalement et 6 sont considérées comme patrimoniales selon leur classement sur les listes rouges nationale (septembre 2016) et régionale (juin 2015), leur statut au niveau européen et leur inscription ZNIEFF :

- Le faucon crécerelle
- Le serin cini
- Le roitelet à triple bandeau
- Le roitelet huppé
- La mésange nonnette
- L'hirondelle des fenêtres

En 2023, 29 espèces ont été recensées sur la zone d'étude, dont 21 sont protégées nationalement et 8 sont considérées comme patrimoniales selon leur classement sur les listes rouges nationale (septembre 2016) et régionale (juin 2015), leur statut au niveau européen et leur inscription ZNIEFF :

- Le bruant jaune
- Le chardonneret élégant
- La linotte mélodieuse
- Le roitelet à triple bandeau
- Le verdier d'Europe
- Le héron cendré
- Le goéland argenté
- L'hirondelle rustique

Une légère diminution du nombre d'espèces retrouvées sur le site est encore observée en 2023 par rapport à l'étude d'impact mais une stabilisation du nombre d'espèces est observée entre 2022 et 2023. Cela peut s'expliquer par une pression d'inventaires inférieure à celle de l'étude menée entre 2010 et 2011, que ce soit par la réduction du périmètre d'étude post-implantation que par la diminution du nombre de passages. De plus les inventaires lors de l'étude d'impact ont aussi été mené au sud de la route N12, cette partie de la forêt de Malaunay a de forts enjeux écologiques avec une forte diversité de milieux et d'espèces. Certaines espèces ont également vu leurs populations chuter à l'échelle nationale, ce qui se répercute forcément sur le site et dans les inventaires réalisés en 2022, soit plus de 10 ans après la majeure partie des inventaires réalisés dans le cadre de l'étude d'impact.

En revanche on constate l'apparition de nouvelles espèces, comme le rougequeue noir sur le site, ce qui peut s'expliquer par la création de surfaces enherbées, suite à l'implantation des éoliennes. Ces nouvelles surfaces peuvent offrir des sites favorables à la flore et aux insectes, source de nourriture pour les oiseaux.

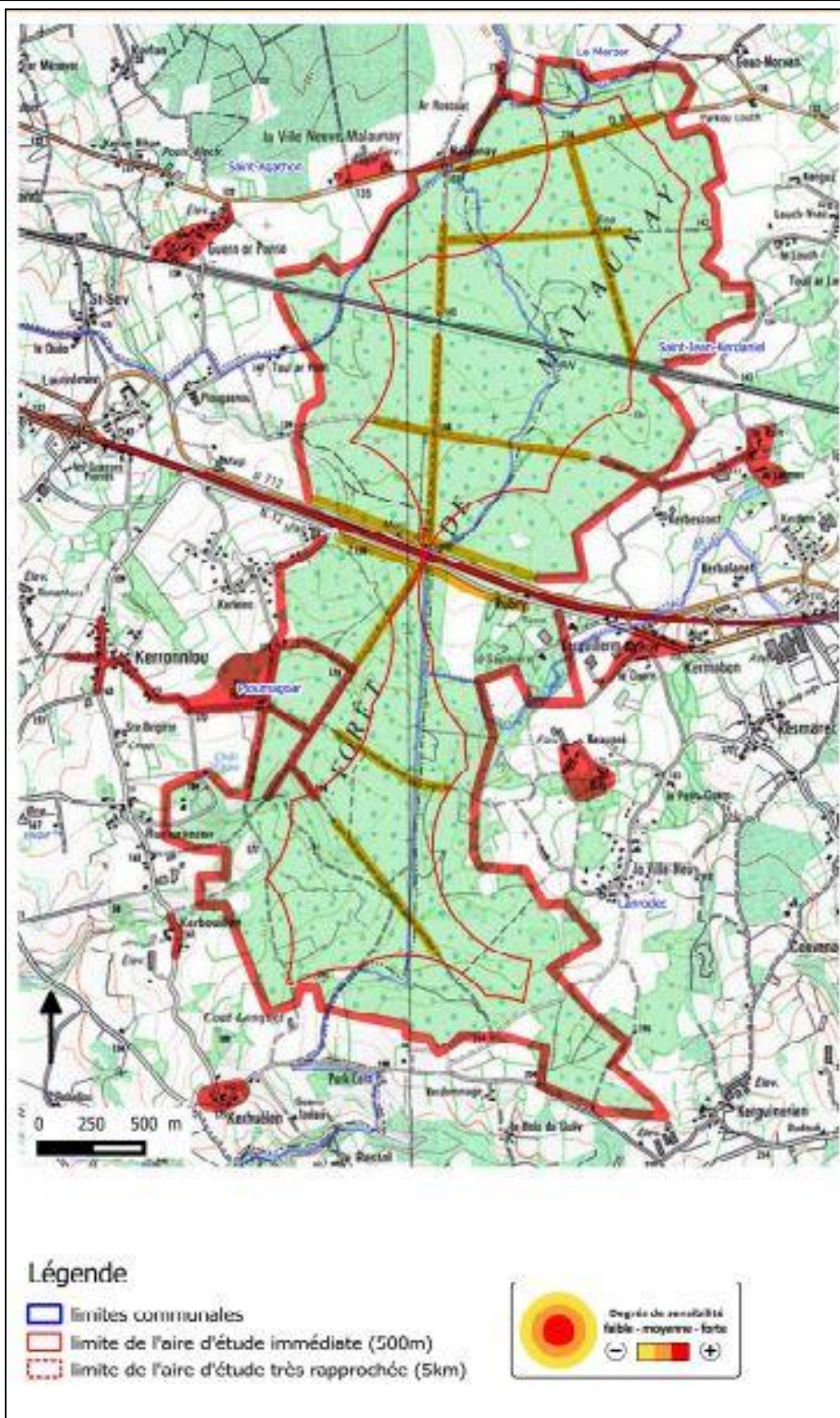
Ces nouveaux habitats, malgré une présence sur de très faibles surfaces (bandes de moins de 50cm par endroits), sont des zones prisées par les oiseaux.

◆ **Résultats pour les chiroptères :**

Dans le cadre de l'étude d'impact, 9 espèces de chiroptères ont été recensées en 5 nuits d'enregistrements actifs, 3 nuits de points d'écoute et de capture :

- La pipistrelle commune
- La pipistrelle de Kuhl
- La pipistrelle de Nathusius
- La pipistrelle de Kuhl/Nathusius
- La sérotine commune
- Le Murin de Bechstein
- Le murin de Daubenton
- La barbastelle d'Europe
- L'oreillard roux
- L'oreillard gris
- L'oreillard indéterminé

SECTEURS A ENJEUX POUR LES CHIROPTERES – ETUDE D'IMPACT



(Source : étude d'impact sur l'environnement et la sante pour le projet de parc éolien dans la forêt de Malaunay)

En 2022, ce sont 14 espèces de chiroptères qui ont été recensées au sol lors du suivi.

Nom vernaculaire	% de représentation de l'espèce
Pipistrelle commune	63,2%
Pipistrelle Kuhl	21,3%
Barbastelle d'Europe	6,4%
Sérotine commune	4,7%
Noctule de Leisler	1,2%
Murin de Bechstein	0,9%
Pipistrelle de Nathusius	0,9%
Oreillard gris	0,5%
Noctule commune	0,3%
Grand Murin	0,2%
Petit rhinolophe	0,2%
Murin de Daubenton	0,1%
Murin à moustaches	0,1%
Oreillard roux	0,1%

Nom scientifique	Nom français	Espèce recensée avant l'existence du parc (2010 – 2011)	Espèce recensée après création du parc (2022)	Espèce recensée après création du parc (2023)	Espèce non recensée en 2023
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	X	X	X	
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	X	X	X	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	X	X	X	
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	X	X	X	
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune		X	X	
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler		X	X	
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	X	X	X	
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin		X		X
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	X	X	X	
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches		X		X
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	X	X	X	
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	X	X	X	
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	X	X		X
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe		X	X	

On constate la persistance de certaines espèces lors du suivi post-implantation de 2023 :

- La noctule commune
- La noctule de Leisler
- Le petit rhinolophe

Cela s'explique, comme évoqué précédemment, par une pression de prospection plus importante lors du suivi post-implantation que lors de l'étude d'impact. De plus, la plupart de ces espèces sont aussi peut présentes en Côtes d'Armor et elles représentent aussi peu de contacts sur la totalité du suivi.

Néanmoins, on peut noter la non-détection de l'oreillard roux entre les 2 précédents suivis (2014-2017 et 2022) et 2023. On remarque aussi la non-détection du grand murin et du murin à moustaches entre 2022 et 2023. Cela peut s'expliquer par la faible présence de ces espèces en Côtes-d'Armor. De plus, ces trois espèces représentent peu de contacts sur la totalité du suivi lors de l'étude d'impact, sur le suivi de 2022 et de 2023 (0,1% pour l'oreillard roux et le murin à moustache et 0,2% pour le grand murin).

Outre les espèces présentes, l'analyse des données de l'étude d'impact permet de faire ressortir que, les lisières forestières sont les éléments les plus attractifs pour les Chiroptères au sein du massif forestier de Malaunay. Ensuite, les allées forestières et les quelques clairières sont favorables pour leurs déplacements et dans une moindre mesure pour leur alimentation.

La persistance de 3 espèces entre 2022 et 2023, que sont la noctule commune, la noctule de Leisler et le petit Rhinolophe, montre qu'elles se sont bien adaptées à l'implantation du parc éolien.

3.4 – Mortalité de l'avifaune et des chiroptères

3.4.1 – Causes possibles de mortalité des chiroptères

Plusieurs causes de mortalité peuvent être identifiées :

- Barotraumatisme / collision :
Tout laisse à penser que la mortalité induite par les éoliennes sur les chiroptères intervient après une collision même légère sur un individu de passage. Or, certains cadavres peuvent seulement présenter des traces de sang dans la bouche sans fractures apparentes. Ce phénomène de mortalité s'explique par un barotraumatisme (Baerwald et al., 2008). Les pâles des éoliennes entraînent de fortes et rapides variations de pression de l'air dans leur sillage (de l'ordre de 5 à 10 kPa, (Baerwald et al., 2008)) et causent indirectement des dommages aux tissus respiratoires, entraînant des hémorragies internes. Ces observations indiquent que les individus tués par les éoliennes s'approchent fortement des pâles et se font surprendre par leur mouvement de rotation. Ce phénomène semble assez récurrent chez les chiroptères.
- Curiosité des chiroptères :
Une étude radar menée par HORN et al. (2008) indique que les chauves-souris, qui ont montré des signes d'évitement des pâles, ne s'en éloignent pas mais continuent à "inspecter" autour des pâles, ce qui augmenterait le risque de collision.
La curiosité des chauves-souris peut donc avoir un effet sur les collisions, notamment lorsque de nouvelles éoliennes sont implantées.
- Limite de l'écholocation :
DIETZ et al. (2009) a démontré que les chiroptères sont plus vulnérables à la prédation par les rapaces que les passereaux, car l'écholocation ne permet pas de repérer le prédateur même à faible distance. De plus, l'étude met en avant que les chiroptères utilisent un faisceau acoustique relativement étroit, pour une meilleure perception des éléments devant eux.

Par conséquent, la vulnérabilité des chiroptères face aux pâles d'éoliennes est probablement plus forte que pour les oiseaux, car leur champ de vision acoustique ne permet pas de percevoir ce qui arrive par le haut ou par le bas, en l'occurrence les pales.

La suite des analyses a été réalisée en commun avec le parc de Malaunay Nord, conformément à l'arrêté préfectoral.

3.4.2 – Résultats bruts

Lors du suivi, en 35 passages menés sur le site, **3 cas de mortalité chez les chiroptères** ont été recensés :

Dates d'observation	Espèces trouvées	Numéros d'éolienne	Distances par rapport au mât	Raisons de la mortalité	Autres
12/06/2023	1 Pipistrelle de Kuhl	Eolienne 3	10 m	Barotraumatisme	Intact
12/06/2023	1 Pipistrelle commune	Eolienne 3	20 m	Barotraumatisme	Intact
19/07/2023	1 Pipistrelle commune	Eolienne 3	0 m (escaliers)	Barotraumatisme	Intact

Ces 3 mortalités (pipistrelle de Kuhl et pipistrelle commune) ont été constatées sur l'éolienne 3 du parc de Malaunay Sud, alors qu'une autre mortalité d'oiseau a été constatée sur l'éolienne 1 du parc de Malaunay Nord.

La suite des analyses a été réalisée en commun avec le parc de Malaunay Nord, conformément à l'arrêté préfectoral.

3.4.3 – Efficacité de l'observateur

Pour rappel, L'efficacité moyenne de l'observateur est calculée en réalisant une moyenne pondérée par la surface de chaque classe de visibilité (hauteur de la végétation) et le coefficient correcteur est à appliquer dans l'analyse (estimation de la mortalité selon les formules de Huso, Jones, Ericksen).

Trois tests ont été réalisés pour déterminer l'efficacité de la personne réalisant le suivi mortalité, sur les différents types d'habitats situés dans le carré de prospection (100m X 100m) autour des éoliennes. Les habitats testés sont donc :

- Les boisements avec une végétation dense et haute. Ces zones étant difficiles à prospecter, si un oiseau ou chiroptère y chutait, il serait impossible à retrouver. L'efficacité est donc considérée comme nulle dans ce cas.
- Les zones herbacées : banquettes de chemins et de plateformes.
- Les chemins et plateformes sans végétation.

Sur l'ensemble des tests, et tous habitats confondus, l'efficacité de la personne réalisant les tests est de **83%** (taux efficacité = 0,83).

L'efficacité (pourcentage de leurres retrouvés), par habitat, est de :

- 78% pour les zones herbacées : la végétation y est relativement basse ce qui facilite sensiblement les recherches
- 86% pour les zones sans végétation : sans végétation et sans obstacle visuel, les potentiels cadavres se repèrent sans difficulté.

3.4.4 – Evaluation de la prédation sur le site

Pour rappel, ce test consiste à déterminer le coefficient de prédation à appliquer dans l'analyse (Taux de persistance) et le coefficient correcteur est à appliquer dans l'analyse (estimation de la mortalité selon les formules de Huso, Jones, Ericksen).

Pendant le suivi, ce sont 3 tests de prédation qui ont été réalisés. Au total, ce sont 36 leurres (poussins + souris) qui ont été posés, relevés le lendemain puis tous les 3 jours, pendant 12 jours pour chaque test.

Comme pour le test d'efficacité, les différents habitats ont été testés pour cette analyse. Le taux de prédation selon la distance des mâts d'éoliennes a également été testé, afin d'analyser l'éventuel effarouchement des éoliennes sur les prédateurs.

Les différents passages sur le site ont pu mettre en avant la présence de nombreux prédateurs carnivores ou charognards de tous les taxons, parmi lesquels :

- Des mammifères comme le sanglier d'Europe. On peut également ajouter à cette liste les animaux de compagnie, comme les chiens (chasse sur le parc de Malaunay Sud et Nord).
- Des rapaces diurnes et nocturnes, ainsi que des oiseaux charognards comme la pie bavarde, la corneille noire ou le geai des chênes.

Dans l'évaluation de la prédation sur le parc éolien, les résultats donnent un pourcentage de persistance des leurres par jour, après leur pose (Jour 0), ainsi que le nombre moyen de jours de persistance pour un cadavre (calcul prenant en compte le pourcentage restant à la fin de l'intervalle de suivi), et les taux de persistance utilisés pour les méthodes de Jones et Huso :

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7	Jour 8	Jour 9	Jour 10	Jour 11	Jour 12
Pourcentage de persistance (%)	69,4	69,4	25,0	25,0	25,0	8,3	8,3	8,3	2,8	2,8	2,8	0,0
Temps moyen de persistance (Pe)	3,5 J											
Taux de persistance (P) "Jones"	0,649											
Taux de persistance (P) "Huso"	0,670											

Les valeurs ci-dessus résultent des 3 campagnes de tests appliqués.

La prédation, qui varie de manière conséquente en fonction de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques sur le site, s'effectue de manière relativement importante les 5 premiers jours, avant de diminuer progressivement et disparaître au 12^{ème} jour sur le site. Cette prédation peut s'expliquer par deux phénomènes :

- Une représentativité moyenne des prédateurs sur le site.
- Une baisse progressive de l'attractivité (perte d'odeur, individus moins visibles) des leurres utilisés pour les tests, de la météo (le beau temps favorise la chasse des prédateurs).

L'évaluation de la persistance pour chaque éolienne du parc donne :

	Eolienne 1	Eolienne 2	Eolienne 3
Pourcentage de persistance à J+10	8,3 %	0,0 %	0,0 %
Pourcentage de persistance à J+5	8,3 %	0,0 %	16,7 %
Temps moyen de persistance (Pe)	4,4 J	3,0 J	3,0 J
Taux de persistance "Jones"	0,712	0,607	0,607
Taux de persistance "Huso"	0,726	0,632	0,632

Les taux de persistance sont relativement faibles sur l'ensemble des éoliennes.

3.4.5 – Coefficient correcteur de surface

Le coefficient correcteur de surface est présenté ci-dessous :

	Cercle de 14 m		Cercle de 28 m		Cercle de 42 m		Cercle de 56 m		Surface totale prospectée en m ²	Surface totale en m ²
	Pourcentage de surface prospectée	Nombre de cadavres	Pourcentage de surface prospectée	Nombre de cadavres	Pourcentage de surface prospectée	Nombre de cadavres	Pourcentage de surface prospectée	Nombre de cadavres		
E1	93 %	0	43 %	0	20 %	1	14 %	0	2 532	9 858
E2	95 %	0	47 %	0	35 %	0	20 %	0	3 422	9 858
E3	95 %	2	51 %	1	22 %	0	12 %	0	2 746	9 858
Surface totale prospectée en m ²	8 699 / 29 574									
Coefficient de surface des éoliennes causant un impact	E1 : 5,00 E2 : / E3 : 1,36									

Du fait de la forte représentativité des boisements, les surfaces prospectées ont été forcément faibles. Les coefficients de surface ont donc tendance à être importants. En effet, celui de l'éolienne 3 est de 1,36 et encore plus avec celui de l'éolienne 1 qui est de 5.

TYPE DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE (CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M) **SESSION JANVIER 2023**



● Eoliennes Type de végétation : absente rase moyenne haute

TYPE DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE (CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M) **SESSION AVRIL 2023**



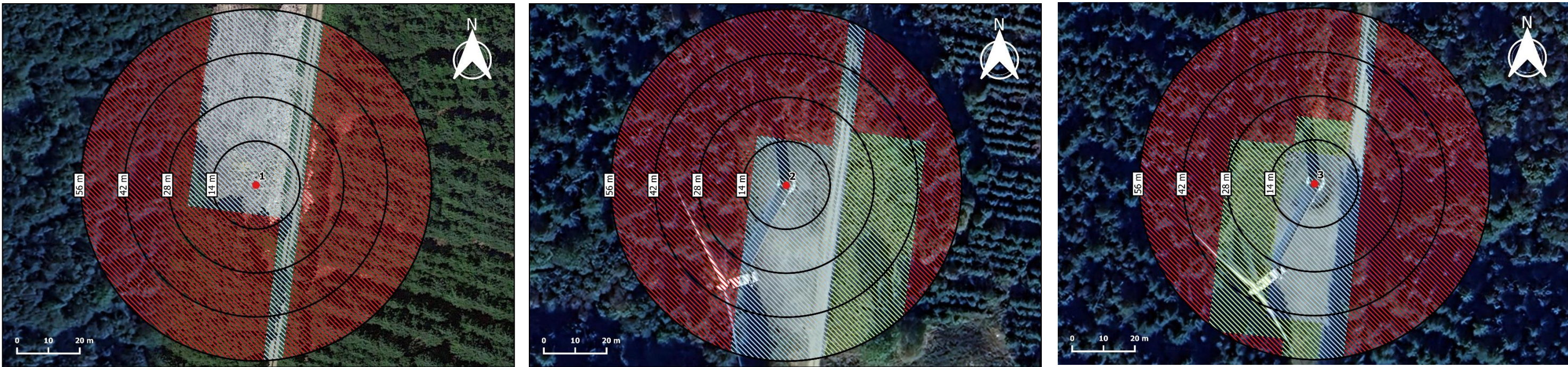
● Eoliennes Type de végétation : absente rase moyenne haute

TYPE DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE (CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M) **SESSION MAI 2023**



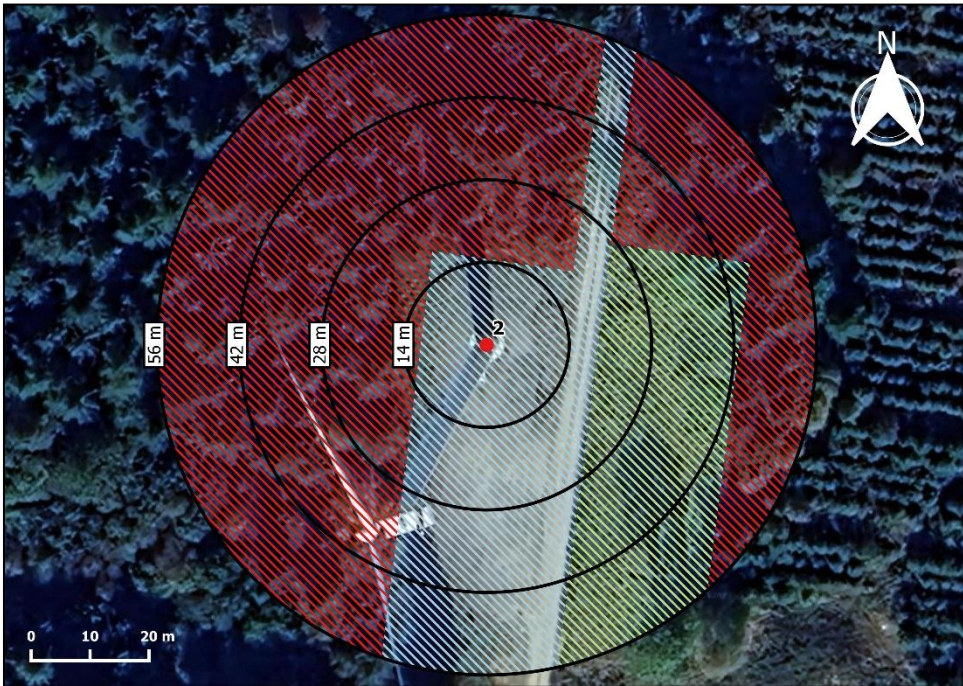
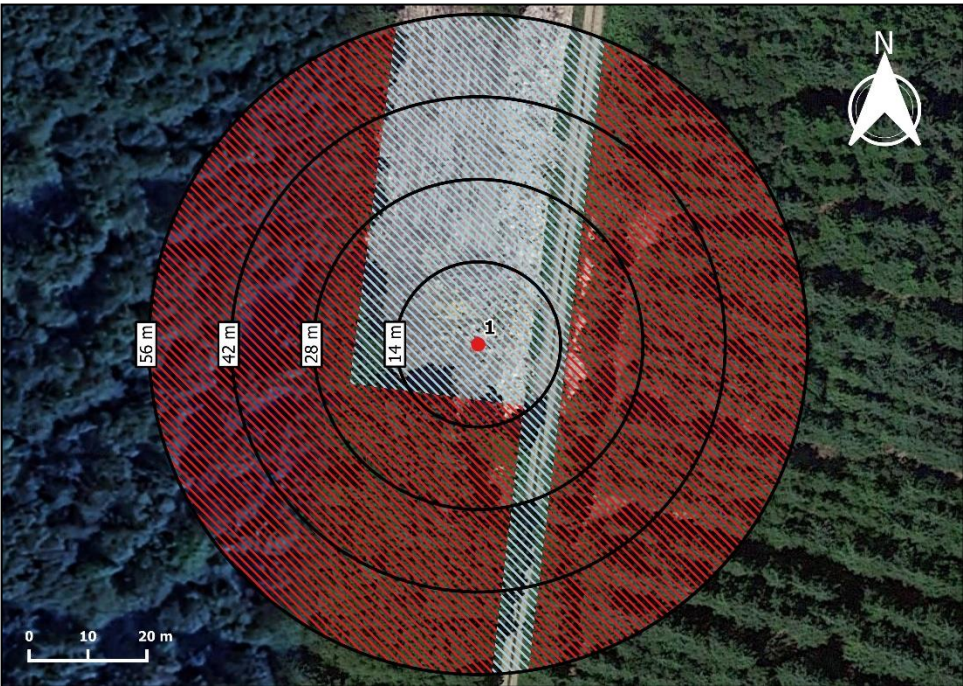
● Eoliennes Type de végétation : absente rase moyenne haute

TYPE DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE (CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M) **SESSION JUIN 2023**



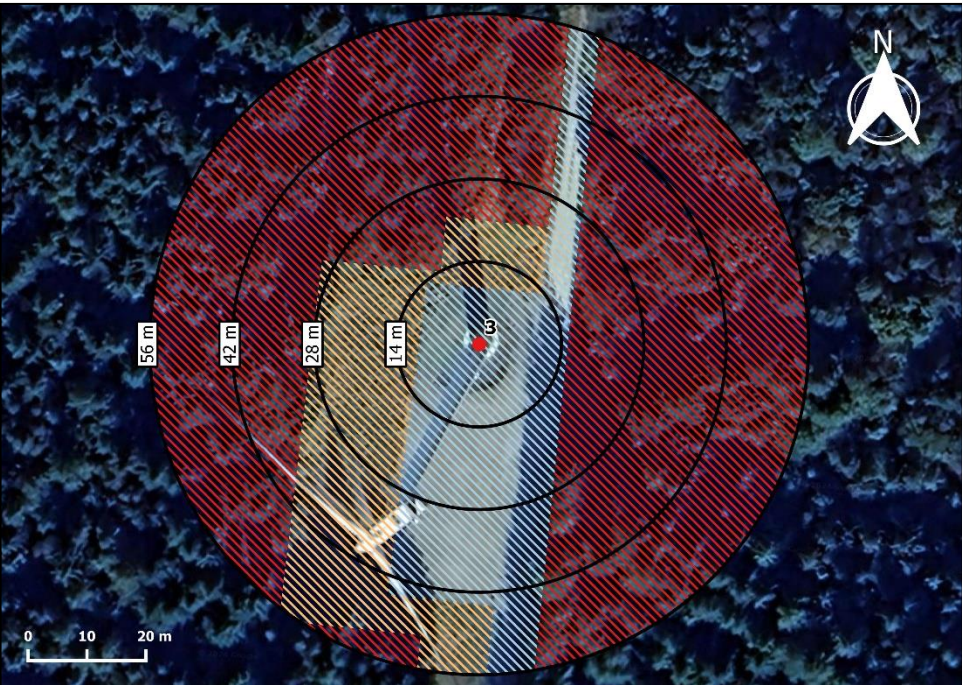
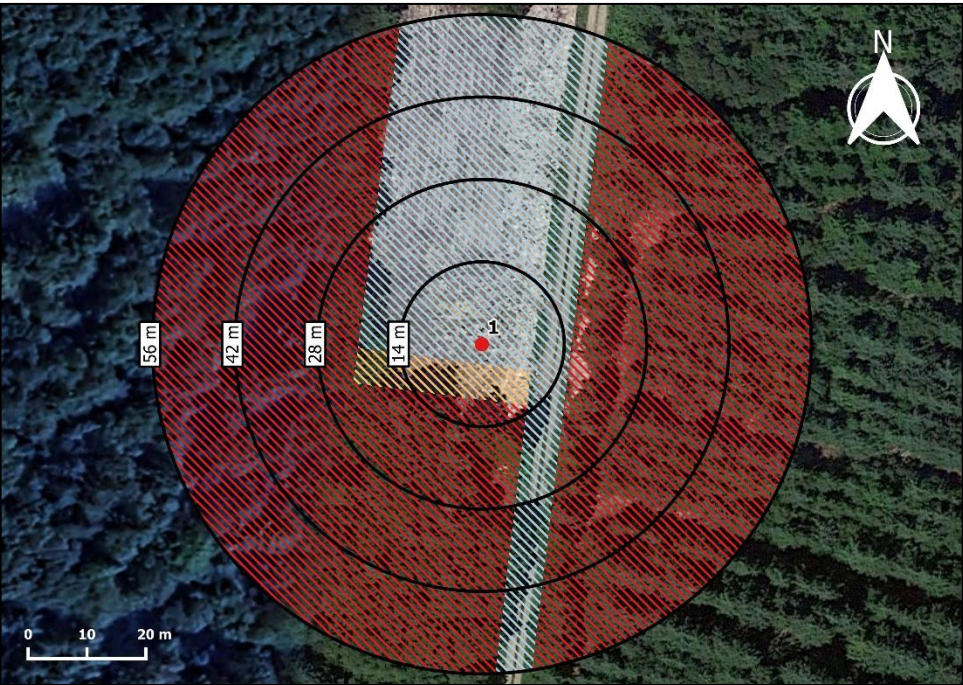
● Eoliennes Type de végétation : absente rase moyenne haute

TYPE DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE (CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M) **SESSION JUILLET 2023**



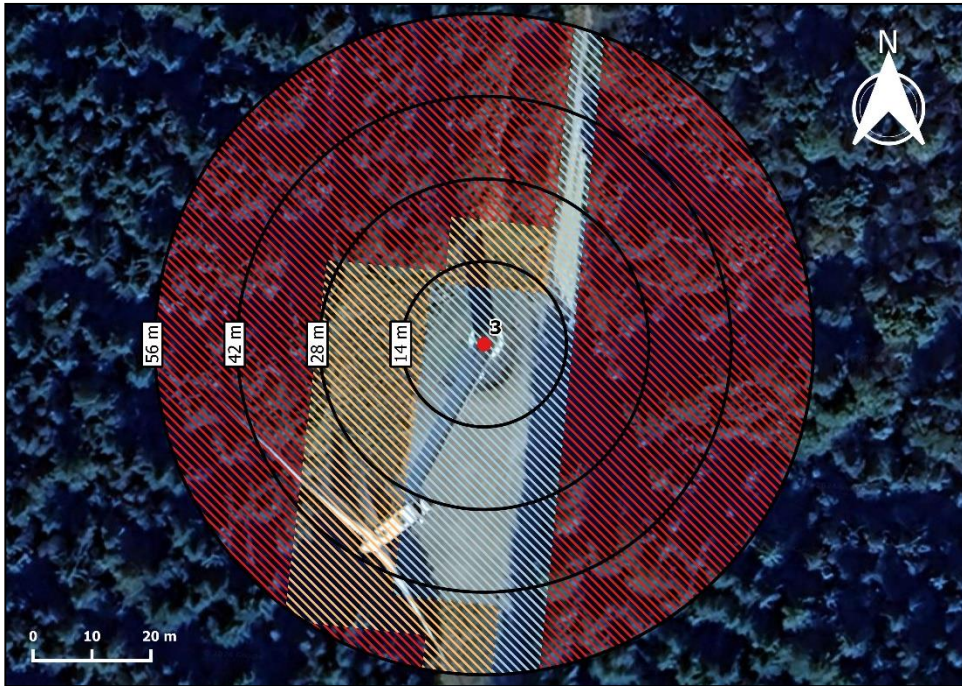
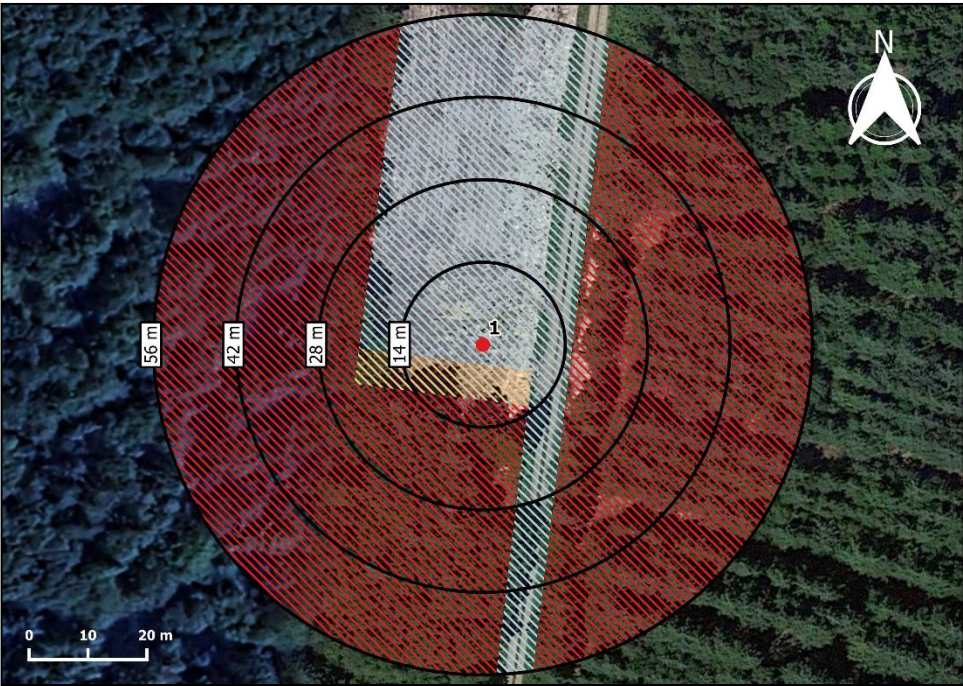
● Eoliennes Type de végétation : absente rase moyenne haute

TYPE DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE (CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M) **SESSION AOUT 2023**



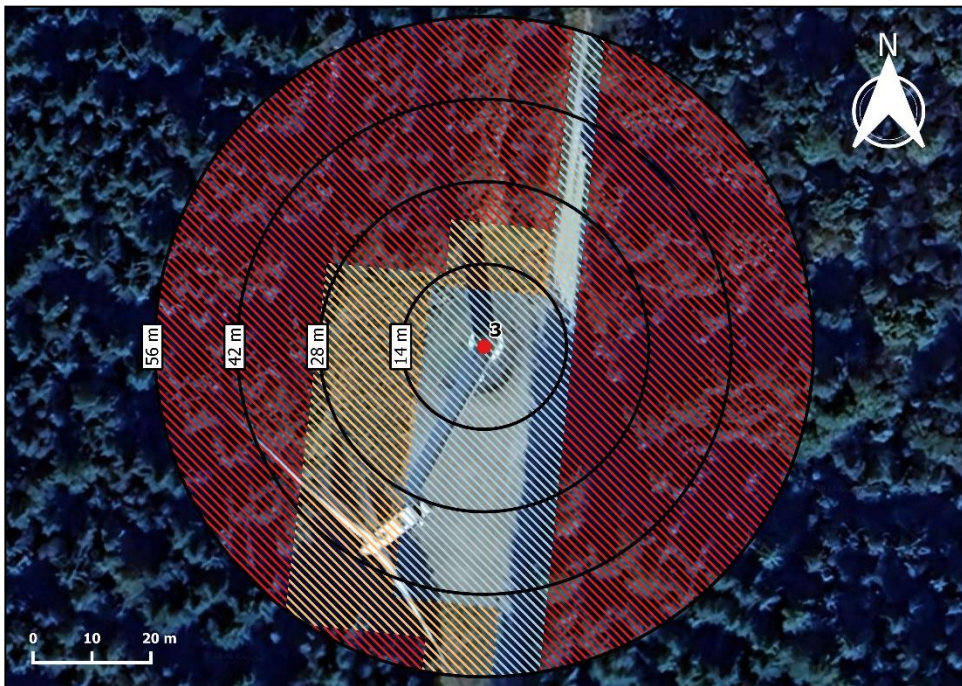
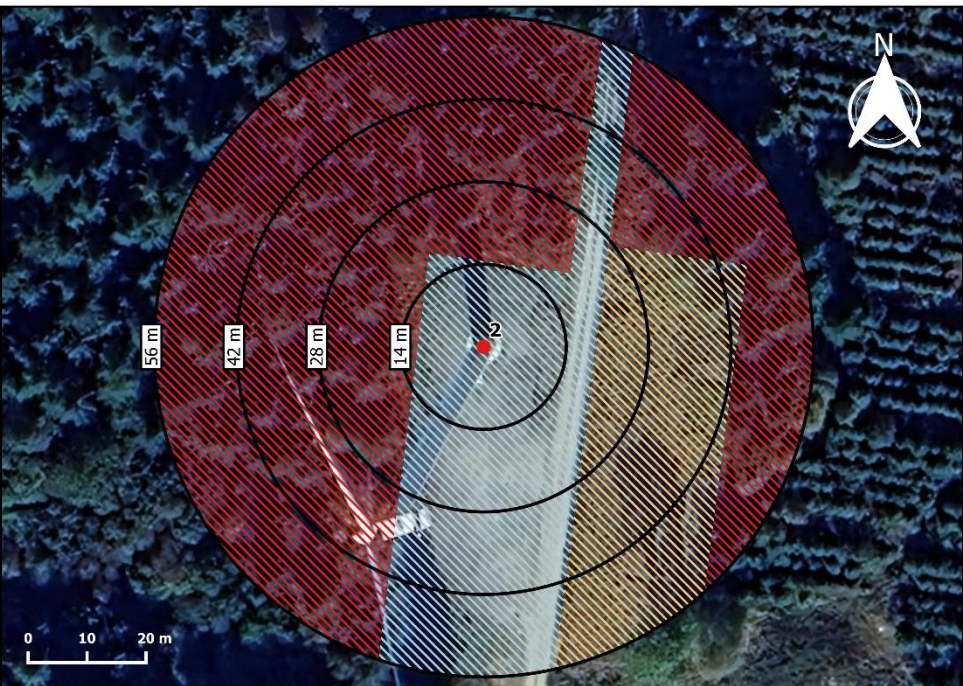
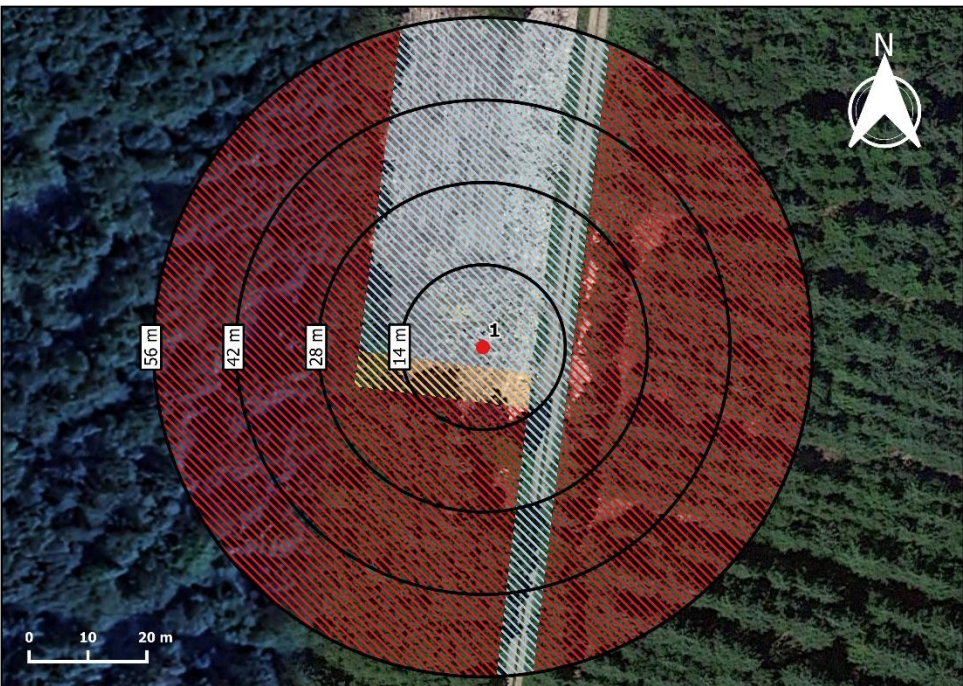
● Eoliennes Type de végétation : absente rase moyenne haute

TYPE DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE (CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M) **SESSION SEPTEMBRE 2023**



● Eoliennes Type de végétation : absente rase moyenne haute

TYPE DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE (CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M) **SESSION OCTOBRE 2023**



● Eoliennes Type de végétation : absente rase moyenne haute

Les parties non prospectées correspondent ici à la « végétation moyenne » et "végétation haute" dans le tableau suivant :

Eolienne 1			
% Végétation absente	% Végétation herbacée rase	% Végétation moyenne	% Végétation haute
25,5 %	0,0 %	0,7 %	73,8 %
Eolienne 2			
% Végétation absente	% Végétation herbacée rase	% Végétation moyenne	% Végétation haute
29,3 %	4,0 %	5,9 %	60,8 %
Eolienne 3			
% Végétation absente	% Végétation herbacée rase	% Végétation moyenne	% Végétation haute
22,7 %	3,8 %	5,7 %	67,8 %

3.4.6 – Estimation finale de la mortalité

Le tableau ci-dessous présente les estimations de mortalité sur la durée du suivi, selon les différentes méthodes décrites précédemment, en appliquant par multiplication le coefficient de surface :

	Formule "Erickson" Chiroptères	Formule "Erickson" Oiseaux	Formule "Jones" Chiroptères	Formule "Jones" Oiseaux	Formule "Huso" Chiroptères	Formule "Huso" Oiseaux
Eolienne 1 / an	0,00	4,11	0,00	8,50	0,00	8,34
Eolienne 2 / an	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eolienne 3 / an	4,92	0,00	8,12	0,00	7,79	0,00
Parc éolien / an	4,92	4,11	8,12	8,50	7,79	8,24
Eolienne / an	1,64	1,37	2,71	2,83	2,60	2,78
Cumul Chiroptères + Oiseaux	9,03		16,62		16,03	
Cumul Chiroptères + Oiseaux par éolienne	3,01		5,54		5,35	

3.4.7 – Analyse des résultats

Lors des passages pour la mortalité, des chiroptères et des oiseaux ont été retrouvés, l'estimation de la mortalité porte alors sur les 2 taxons. Bien que les formules de Jones et Huso soient probablement plus fiables, les estimations de mortalité sur le parc de Malaunay Nord et Sud, sont comprises entre 9,03 et 16,62 individus d'oiseaux et de chiroptères. A titre indicatif, la moyenne annuelle de ces trois estimations confondues est estimée à **13,93 individus d'oiseaux et de chiroptères potentiellement touchés par an**.

Globalement, l'impact des éoliennes sur l'avifaune et les chiroptères est considéré comme modéré. Le bridage mis en place sur les éoliennes semble efficace, en effet le bridage prend en compte 98% de l'activité des chiroptères sur les 2 parcs.

Il est important de noter que les 2 mortalités de pipistrelles le 12 juin 2023 sont dues à un dysfonctionnement du système de bridage (cf. ANNEXES). L'autre mortalité de pipistrelle au mois de juillet est sans doute comprise dans les 2% d'activité non pris en compte dans le bridage.

Un autre calcul de la mortalité pour les chiroptères a été effectué sans prendre en compte les 2 mortalités de pipistrelles dû à un dysfonctionnement du bridage. Dans un premier temps, il est à noter une diminution du coefficient correcteur A de surface pour l'éolienne E3 de 1,36 à 1,05. L'estimation de la mortalité pour les chiroptères donne alors :

- Formule Erickson : 1,27 individus/éolienne/an soit 3,86 individus de chiroptères sur le parc/an
- Formule Jones : 2,10 individus/éolienne/an soit 6,30 individus de chiroptères sur le parc/an
- Formule Huso : 2,02 individus/éolienne/an soit 6,05 individus de chiroptères sur le parc/an

On observe une diminution de la mortalité, si l'on ne prend pas en compte les 2 mortalité de pipistrelles dû à un dysfonctionnement. Cela montre une certaine efficacité du bridage mis en place.

3.4.8 – Comparaison avec les résultats de 2022

Pour rappel, en 2022, 3 cas chez les chiroptères et 2 cas de mortalité chez les oiseaux ont été recensés :

Dates d'observation	Espèces trouvées	Numéros d'éolienne	Distances par rapport au mât	Raisons de la mortalité	Autres
16/05/2022	2 Pipistrelles communes	Eolienne 3	5 m	Barotraumatisme	Intact
16/05/2022	1 Pipistrelle de Kuhl	Eolienne 3	15 m	Barotraumatisme	Intact
10/10/2022	1 Roitelet huppé	Eolienne 3	30 m	Collision probable	Intact
19/04/2022	1 Epervier d'Europe	Eolienne 1	20 m	Collision probable	Intact

On peut noter un maintien de la mortalité chez les chiroptères en 2023 et une légère diminution de la mortalité de l'avifaune.

Les surfaces non prospectées en 2023 sont relativement les mêmes qu'en 2022. L'évaluation de la prédation a mis en avant une baisse du temps moyen de persistance des cadavres, avec un temps moyen de 8,26 jours en 2022, contre 3,5 jours en 2023. L'efficacité des observateurs a augmenté en 2023, il était de 75% en 2022, contre 83% en 2023.

En 2022 les résultats de la mortalité étaient les suivants :

	Formule "Erickson" Chiroptères	Formule "Erickson" Oiseaux	Formule "Jones" Chiroptères	Formule "Jones" Oiseaux	Formule "Huso" Chiroptères	Formule "Huso" Oiseaux
Eolienne 1 / an	0,00	0,62	0,00	2,79	0,00	2,78
Eolienne 2 / an	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eolienne 3 / an	1,76	2,12	5,28	6,35	5,24	6,30
Parc éolien / an	1,76	2,73	5,28	9,13	5,24	9,08
Eolienne / an	0,59	0,91	1,76	3,04	1,75	3,03
Cumul Chiroptères + Oiseaux	4,49		14,41		14,32	
Cumul Chiroptères + Oiseaux par éolienne	1,49		4,80		4,77	

- Formule Erickson :
 - 0,59 individus/éolienne/an soit 1,76 individus de chiroptères sur le parc/an
 - 0,91 individus/éolienne/an soit 2,73 individus d'oiseaux sur le parc/an
- Formule Jones :
 - 1,76 individus/éolienne/an soit 5,28 individus de chiroptères sur le parc/an
 - 3,04 individus/éolienne/an soit 9,13 individus d'oiseaux sur le parc/an
- Formule Huso :
 - 1,75 individus/éolienne/an soit 5,24 individus de chiroptères sur le parc/an
 - 3,03 individus/éolienne/an soit 9,08 individus d'oiseaux sur le parc/an

En conclusion :

Pour l'avifaune, la mortalité semble augmenter faiblement entre 2022 et 2023, malgré une diminution du nombre de cadavre retrouvé en 2023.

Pour les chiroptères, la mortalité semble légèrement augmentée entre 2022 et 2023, malgré un maintien du nombre de cadavres retrouvés en 2023.

On peut également noté que, si l'on ne prend pas en compte les 2 chauves-souris impactées accidentellement, la mortalité estimée est similaire voir moindre par rapport aux chiffres de 2022.

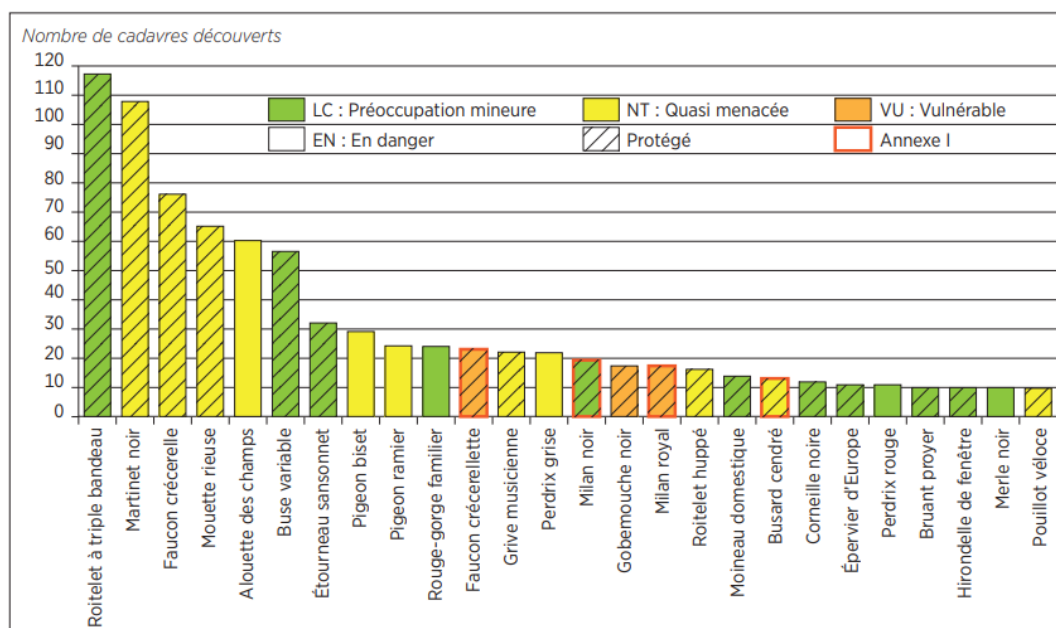
3.4.9 – Comparaison avec d'autres sites éoliens

Le tableau ci-dessous présente l'estimation de mortalité aviaire sur d'autres parcs éoliens analysés en France par rapport à l'étude actuelle :

Site	Année	Nombre d'éolienne	Nombre d'individus trouvés	Estimation (n) mortalité/éolienne/an	Référence de l'étude
Ploumagoar (Côtes-d'Armor)	2023	3	4	3,01<n<5,54	Etude actuelle
Plestan (Côtes-d'Armor)	2023	3	1	0,30<n<0,68	ATLAM
Nieul sur l'Autise (Vendée)	2023	8	6	1,30<n<2,33	ATLAM
Ploumagoar (Côtes-d'Armor)	2022	3	5	1,49<n<4,77	ATLAM
Xanton-Chassenon II (Vendée)	2022	2	1	3,27<n<4,97	ATLAM
Lamballe (Côtes-d'Armor)	2022	2	1	2,5<n<3,5	OUEST'AM
Ids-Saint-Roch (Cher)	2022	6	9	21,24<n<28,94	EXEN
Lazenay (Cher)	2022	9	49	17,89<n<246,67	EVINERUDE
Bois de l'Arche (Eure-et-Loir)	2022	4	8	34,84<n<155,02	ECOSPHERE
Toury (Eure-et-Loir)	2022	4	11	13,50<n<20	BIOTOPE
Champagne Berrichone (Indre)	2022	5	7	28,96<n<39,48	EXEN
Liniez (Indre)	2022	5	13	35,2<n<226,5	ENCIS Environnement
Lion-en-Beauce (Loiret)	2022	3	25	29<n<45,3	BIOTOPE
Sermaises (Loiret)	2022	6	7	6,8<n<12	OUEST'AM
Leury (Aisne)	2020	4	28	9,59<n<17,42	Envol Environnement
Nieul sur l'Autise (Vendée)	2020	8	4	1,32<n<1,84	ATLAM
Vairé Mulinière – La Voie Lambert (Vendée)	2019/2020	5	6	7,32<n<16,74	CERA Environnement
Xanton-Chassenon I (Vendée)	2019	3	3	2,89<n<8,87	ATLAM
Nieul sur l'Autise (Vendée)	2019	8	9	2,72<n<4,08	ATLAM

Les estimations, menée sur le parc de Malaunay, se situent globalement en dessous de la moyenne des données issues des autres études mentionnées dans le tableau ci-dessus.

Figure 8 – Principales espèces retrouvées sous les éoliennes françaises entre 1997 et 2015, statuts de protection et de conservation (Marx, 2017)



Si l'on s'intéresse aux principales espèces retrouvées mortes sous les éoliennes, le pouillot véloce se classe 26^{ème} au niveau des espèces d'oiseaux les plus impactées par les éoliennes. Pour les chiroptères, la pipistrelle commune et la pipistrelle de Kuhl impactées par le parc de Malaunay font parties de celles les plus impactées à l'échelle européenne, respectivement 1^{ère} et 5^{ème}, et française, respectivement 1^{ère} et 6^{ème} :

ESPECES	France	Europe
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	995	2386
<i>Chiroptera spec.</i>	439	1095
<i>Pipistrellus spec.</i>	303	733
<i>P. nathusii</i>	272	1590
<i>P. kuhlii</i>	219	469
<i>P. pygmaeus</i>	176	448
<i>N. leislerii</i>	153	712
<i>Nyctalus noctula</i>	104	1543
<i>Hypsugo savii</i>	57	344
<i>P. pipistrellus / pygmaeus</i>	40	412
<i>Eptesicus serotinus</i>	33	120
<i>Vespertilio murinus</i>	11	214
<i>N. lasiopterus</i>	10	41
<i>Miniopterus schreibersi</i>	7	13
<i>Barbastella barbastellus</i>	4	6
<i>Myotis myotis</i>	3	7
<i>M. emarginatus</i>	3	5
<i>Tadarida teniotis</i>	2	71
<i>Nyctalus spec.</i>	1	22
<i>M. blythii</i>	1	7

(Tobias Durr : Mortalité des chiroptères en Europe et en France (MAJ Janvier 2020):
<http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>)

4 – CONCLUSION :

Le suivi de la mortalité réalisé en 35 passages sur les mois de janvier, puis d'avril à octobre 2023 sur le parc éolien de Malaunay Sud, en commun avec le parc éolien de Malaunay Nord, a conclu à la mortalité de 3 individus protégés chez les chiroptères (2 pipistrelles communes et 1 pipistrelle de Kuhl) sur le parc de Malaunay Sud. Sur le parc de Malaunay Nord, la mortalité d'un individu chez les oiseaux (pouillot véloce) a été constatée.

Pour rappel, les formules les plus fiables (Huso / Jones) pour l'estimation de la mortalité démontrent un effet modéré, mais réel, des éoliennes sur les oiseaux et les Chiroptères, avec :

- Formule Erickson :
 - 4,92 individus/éolienne/an soit 1,64 individus de chiroptères sur le parc/an
 - 4,11 individus/éolienne/an soit 1,37 individus d'oiseaux sur le parc/an
- Formule Jones :
 - 8,12 individus/éolienne/an soit 2,71 individus de chiroptères sur le parc/an
 - 8,50 individus/éolienne/an soit 2,83 individus d'oiseaux sur le parc/an
- Formule Huso :
 - 7,79 individus/éolienne/an soit 2,60 individus de chiroptères sur le parc/an
 - 8,24 individus/éolienne/an soit 2,78 individus d'oiseaux sur le parc/an

La période la plus sensible est celle des jeunes chiroptères en chasse sur le site. Le parc est implanté au sein d'une forêt composée essentiellement de conifères, étant peu favorables aux chiroptères pour leur alimentation, même si la présence d'allées forestières sur la zone permet en effet une facilité de déplacement pour de nombreuses espèces. Les données brutes vont dans ce sens et n'ont montré que très peu de "buzz" (signaux observés lors d'une phase de chasse).

Malgré une augmentation de la mortalité estimée, le nombre de cadavre d'oiseaux a diminué en 2023.

Le parc de Malaunay Sud étant très récent (2^{ème} année d'exploitation), il conviendra de poursuivre le suivi de la mortalité dans les prochaines années et de vérifier une prise en compte, par les espèces, des éoliennes dans le territoire et le début d'une certaine adaptabilité de plusieurs espèces survolant le parc éolien.

Concernant le parc de Malaunay Sud, en l'absence de mortalité réellement significative de chiroptères, **il est possible de conclure que le bridage mis en place par IEL sur le parc de Malaunay Sud est efficace. En effet, l'analyse des données météorologiques en altitude, ont montré que le bridage permet de couvrir 98% de l'activité des chiroptères au minimum.**

En conséquence il n'est pas proposé d'adaptation du bridage appliqué.

Conformément à l'arrêté, une 3^{ème} année de suivi sera mise en place, avec le même protocole, pour confirmer cette efficacité.

ANNEXES :

Tableaux de calcul :

Estimation de mortalité pour les Oiseaux :

	Nombre de cadavre pour le cercle de 14 m	Proportion de surface réellement prospectée sur le cercle de 14 m	Nombre de cadavre pour le cercle de 28 m	Proportion de surface réellement prospectée sur le cercle de 28 m	Nombre de cadavre pour le cercle de 42 m	Proportion de surface réellement prospectée sur le cercle de 42 m	Nombre de cadavre pour le cercle de 56 m	Proportion de surface réellement prospectée sur le cercle de 56 m
E1	0	93 %	0	43 %	1	20 %	0	14 %
E2	0	95 %	0	47 %	0	35 %	0	20 %
E3	0	95 %	0	51 %	0	22 %	0	12 %

Nombre de cadavres retrouvés par éolienne		Coefficient correcteur de surface (A)
E1	1	5,00
E2	0	0,00
E3	0	0,00

Efficacité de l'observateur													
Sans végétation													Total
Nombre d'objets trouvés	3	4	2	3									12
Nombre d'objets posés	3	4	3	4									14
Végétation herbacée													Total
Nombre d'objets trouvés	1	2	3	1									7
Nombre d'objets posés	1	3	3	2									9
Végétation moyenne													Total
Nombre d'objets trouvés													0
Nombre d'objets posés													0

Coefficient d'efficacité	0,83
--------------------------	------

Persistence des cadavres (Pe)

Pe par éolienne							Pe moyen par test		Pe moyen par éolienne	
	Test 1	Pe	Test 2	Pe	Test 3	Pe	Test 1		Eolienne 1	
Eolienne 1	12	3,0	24	6,0	17	4,3		3,8		4,4
Eolienne 2	12	3,0	18	4,5	6	1,5		4,3		3,0
Eolienne 3	22	5,5	10	2,5	4	1,0		2,3		3,0

Pe	3,47
----	------

Par jours													
Jour TEST 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Nombre de cadavres « prédatés »	1	1	10	10	10	10	10	10	12	12	12	12	
Pourcentage de persistance	91,7 %	91,7 %	16,7 %	16,7 %	16,7 %	16,7 %	16,7 %	16,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	

Jours TEST 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Nombre de cadavres « prédatés »	1	1	6	6	6	12	12	12	12	12	12	12	
Pourcentage de persistance	91,7 %	91,7 %	50,0 %	50,0 %	50,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	00 %	0,0 %	

Jours TEST 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Nombre de cadavres « prédatés »	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	
Pourcentage de persistance	25,0 %	25,0 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	0,00 %	

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Pourcentage moyen de persistance	69,4 %	69,4 %	25,0 %	25,0 %	25,0 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	2,8 %	2,8 %	2,8 %	0,0 %	

Pourcentage de persistance à J+5	
Eolienne 1	8,3 %
Eolienne 2	0,0 %
Eolienne 3	16,7 %

Pourcentage de persistance à J+10	
Eolienne 1	8,3 %
Eolienne 2	0,0 %
Eolienne 3	0,0 %

Taux de persistance de l'ensemble du parc			
Taux de persistance (P) - Jones		Taux de persistance (P) - Huso	
P (Jones)	0,649	P (Huso)	0,670

Taux de persistance par éolienne			
Taux de persistance (P) - Jones		Taux de persistance (P) - Huso	
Eolienne 1	0,712	Eolienne 1	0,726
Eolienne 2	0,607	Eolienne 2	0,632
Eolienne 3	0,607	Eolienne 3	0,632

Intervalle de l'effectif (i)	
Eolienne 1	8,8
Eolienne 2	6,0
Eolienne 3	6,0

Coefficient correcteur	
Eolienne 1	1,0
Eolienne 2	1,0
Eolienne 3	1,0

(N) Estimation de la mortalité (Méthode Erickson)		(N) Estimation de la mortalité (Méthode Jones)		(N) Estimation de la mortalité (Méthode Huso)	
N (E1)	4,11	N (E1)	8,50	N (E1)	8,34
N (E2)	0,00	N (E2)	0,00	N (E2)	0,00
N (E3)	0,00	N (E3)	0,00	N (E3)	0,00

	Méthode Erickson	Méthode Jones	Méthode Huso
Mortalité du parc par an	4,11	8,50	8,34
Mortalité moyenne par éolienne et par an	1,37	2,83	2,78

Estimation de mortalité pour les Chiroptères :

	Nombre de cadavres retrouvés pour le cercle de 14 m	Proportion de surface réellement prospectée sur le cercle de 14m	Nombre de cadavres retrouvés pour le cercle de 28 m	Proportion de surface réellement prospectée sur le cercle de 28 m	Nombre de cadavres retrouvés pour le cercle de 42 m	Proportion de surface réellement prospectée sur le cercle de 42 m	Nombre de cadavres retrouvés pour le cercle de 56 m	Proportion de surface réellement prospectée sur le cercle de 56 m
E1	0	93 %	0	43 %	0	20 %	0	14 %
E2	0	95 %	0	47 %	0	35 %	0	20 %
E3	2	95 %	1	51 %	0	22 %	0	12 %

Nombre de cadavres retrouvés par éolienne		Coefficient correcteur de surface (A)
E1	0	0,00
E2	0	0,00
E3	3	1,36

Efficacité de l'observateur														
Sans végétation														Total
Nombre d'objets trouvés				3	4	2	3							12
Nombre d'objets posés				3	4	3	4							14
Végétation herbacée														Total
Nombre d'objets trouvés				1	2	3	1							7
Nombre d'objets posés				1	3	3	2							9
Végétation moyenne														Total
Nombre d'objets trouvés														0
Nombre d'objets posés														0

Coefficient d'efficacité	0,83
--------------------------	------

Persistence des cadavres (Pe)

Pe par éolienne							Pe moyen par test		Pe moyen par éolienne	
	Test 1	Pe	Test 2	Pe	Test 3	Pe	Test 1		Eolienne 1	
Eolienne 1	12	3,0	24	6,0	17	4,3		3,8		4,4
Eolienne 2	12	3,0	18	4,5	6	1,5		4,3		3,0
Eolienne 3	22	5,5	10	2,5	4	1,0		2,3		3,0

Pe	3,47
----	------

Par Jours												
Jours TEST 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nombre de cadavres « prédatés »	1	1	10	10	10	10	10	10	12	12	12	12
Pourcentage de Persistence	91,7 %	91,7 %	16,7 %	16,7 %	16,7 %	16,7 %	16,7 %	16,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Jours TEST 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nombre de cadavres « prédatés »	1	1	6	6	6	12	12	12	12	12	12	12
Pourcentage de Persistence	91,7 %	91,7 %	50,0 %	50,0 %	50,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	00 %	0,0 %

Jours TEST 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nombre de cadavres « prédatés »	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12
Pourcentage de Persistence	25,0 %	25,0 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	0,00 %

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pourcentage moyen de Persistence	69,4 %	69,4 %	25,0 %	25,0 %	25,0 %	8,3 %	8,3 %	8,3 %	2,8 %	2,8 %	2,8 %	0,0 %

Pourcentage de Persistence à J+5	
Eolienne 1	8,3 %
Eolienne 2	0,0 %
Eolienne 3	16,7 %

Pourcentage de Persistence à J+10	
Eolienne 1	8,3 %
Eolienne 2	0,0 %
Eolienne 3	0,0 %

Taux de Persistence de l'ensemble du parc			
Taux de persistance (P) - Jones		Taux de persistance (P) - Huso	
P (Jones)	0,649	P (Huso)	0,670

Taux de Persistence par éolienne			
Taux de persistance (P) - Jones		Taux de persistance (P) - Huso	
Eolienne 1	0,712	Eolienne 1	0,726
Eolienne 2	0,607	Eolienne 2	0,632
Eolienne 3	0,607	Eolienne 3	0,632

Intervalle effectif (i)		Coefficient correcteur	
Eolienne 1	8,8	Eolienne 1	1,00
Eolienne 2	6,0	Eolienne 2	1,00
Eolienne 3	6,0	Eolienne 3	1,00

(N) Estimation de la mortalité (Méthode Erickson)		(N) Estimation de la mortalité (Méthode Jones)		(N) Estimation de la mortalité (Méthode Huso)	
N (E1)	0,00	N (E1)	0,00	N (E1)	0,00
N (E2)	0,00	N (E2)	0,00	N (E2)	0,00
N (E3)	4,92	N (E3)	8,12	N (E3)	7,79

	Méthode Erickson	Méthode Jones	Méthode Huso
Mortalité du parc par an	4,92	8,12	7,79
Mortalité moyenne par éolienne et par an	1,64	2,71	2,60

