21 rue du Danemark
56400 BREC'H
tel : 02 97 58 53 15
www.synergis-environnement.fr

Suivis environnementaux 2020

Rapport de synthèse

Parc éolien des Landes de Couesmé (56)

Commune de La Gacilly – Les Fougerêts – Saint-Martin-Sur-Oust

SOMMAIRE

I. Introduction 5
II. Contexte 6
II.1 Parc éolien des Landes de Couesmé 6
II.2 Localisation 6
III. Cadrage des suivis 17
III.1 Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité 17
III.2 Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement 23
III.3 Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères 31
IV. Résultats des suivis 37
IV.1 Suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune 37
V. Analyse 61
V.1 Suivi de la mortalité 61
Source : Marx G., 2017 65
V.2 Résultats du suivi en nacelle des chiroptères 78
VI. Bilan 78
VII. BIBLIOGRAPHIE 97

Index des tableaux

Tableau 1 - Caractéristique des éoliennes 6
Tableau 2 – Exemple de notation des types de couvert pour une éolienne 24
Tableau 3 – Exemple de coefficients de détectabilité 26
Tableau 4 – Exemple de calculs de A et d 27
Tableau 5 : Conditions de vent des chiroptères en fonction du vent 30
Tableau 6 - Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes 30
Tableau 7 - Regroupement d'espèces possibles 34
Tableau 8 - Tableau des distances de détection des chauves-souris en fonction des espèces et leur coefficient de détectabilité en fonction du milieu 35
Tableau 9 - Calcul du niveau d'activité en altitude 36
Tableau 10 - Calcul du niveau de richesse spécifique 36
Tableau 11 - Évaluation du seuil d'activité au sol pour chaque espèce de chauves-souris en Bretagne 36
Tableau 12 - Planning de réalisation du suivi de mortalité hebdomadaire 37
Tableau 13 : Planning des interventions du suivi quotidien 38
Tableau 14 – Résultats des tests de détection par intervenant et types de surfaces 43
Tableau 15 - Planning de réalisation des tests de persistance 43
Tableau 16 - Types d'habitats rencontrés et surfaces associées 44
Tableau 17 - Taux de détection composite par prospection (exemple d'une partie du suivi de E7) 52
Tableau 18 – Taux de détection composite par éolienne 53
Tableau 19 - récapitulatif des cadavres trouvés lors du suivi de mortalité 2020 54

Tableau 20 - Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien des Landes de Couesmé 55
Tableau 21 - Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien des Landes de Couesmé55
Tableau 22 - Mortalité réelle supposée par taxon et par éolienne sur le parc des Landes de Couesmé 56
Tableau 23 : Condition de bridage appliquer sur le parc des Landes de Couesmé en 2020 60
Tableau 24 – Distances des éoliennes aux reliefs paysagers 61
Tableau 25 – Répartition des séquences (nuit entière) ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Tableau 26 - Comparaison des cas de mortalités constatées et de mortalités réelles supposée ([]IC80%) entre 2019 et 2020 72
Tableau 27 -Répartition des séquences (nuit complète) sur l'ensemble du parc pour des conditions de vent de 6m/s 76
Tableau 28 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris 78
Tableau 29 : Espèces inventoriées en nacelle 78
Tableau 30 - Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle 79
Tableau 31 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h) 79
Tableau 32 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris 83
Tableau 33 : Espèces inventoriées en nacelle 83
Tableau 34 - Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle 84
Tableau 35 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h) 84
Tableau 36 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris 88
Tableau 37 : Espèces inventoriées en nacelle 88
Tableau 38 - Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle 89
Tableau 39 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h) 89
Tableau 40 – Conditions de bridage 2021 95

Index des figures

Figure 1- Localisation du parc éolien des Landes de Couesmé 7
Figure 2 – Zones naturelles présentes autour du parc éolien des Landes de Couesmé 9
Figure 3 : Vu depuis l'éolienne E1 13
Figure 4 : A) Vu depuis l'éolienne E7 B) Vu depuis l'éolienne E11 13
Figure 5 : Zones boisées autour des éoliennes du parc des landes de Couesmé 15
Figure 6 : Corridors écologiques autour du parc des Landes de Couesmé 16
Figure 7 – Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle 22
Figure 8 – Leurre fabriqué en tissu 26
Figure 9 - Principe de l'écholocalisation des chiroptères 31
Figure 10 - À gauche : ensemble du matériel d'enregistrement ; À droite : barre de fixation 33
Figure 11 - Schéma de principe des recherches de terrain 39
Figure 12 - Localisation des quadrats 1 à 4 du suivi de mortalité du site éolien des landes de Couesmé 40
Figure 13 : Localisation des quadrats 5 à 7 du suivi de mortalité du site éolien des landes de Couesmé 41
Figure 14 : Localisation des quadrats 8 à 11 du suivi de mortalité du site éolien des landes de Couesmé 42
Figure 15 - Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes 1 à 4 du site des landes de Couesmé 45
Figure 16 - Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes 5 à 7 du site des landes de Couesmé 46

Figure 17 - Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes 8 et 9 du site des landes de Couesmé 47

Figure 18 - Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes 10 et 11 du site des landes de Couesmé 48

Figure 19 - Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires hebdomadaires 49

Figure 20 - Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes toutes interventions confondues 50

Figure 21 - Test 1, nombre de cadavres restant par jour 51

Figure 22 - Test 2, nombre de cadavres par jour 52

Figure 23 -Chronologie des observations de mortalité, par espèce et par semaine 54

Figure 24 – Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée ». 57

Figure 25 - Vitesse moyenne maximale en début de nuit par éolienne en m/s. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondent à classe 0 : vent de 0m/s, classe 1 :]0 ;1m/s], classe 2 :]1 ;2m/s] ..., classe 12 :]11 ;12m/s], classe +12 : vent >12m/s. 58

Figure 26 – Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes). Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondent à classe 0 : rotation de 0tr/min, classe 1 :]0 ;1tr/min], classe 2 :]1 ;2tr/min] ..., classe 11 :]10 ;11tr/min], classe +11 : rotation >11tr/min. 59

Figure 27 – Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière 62

Figure 28 - chronologie des découvertes de buse variable (Marx, 2017) 63

Figure 29 – Chronologie des découvertes de martinet noir 65

Figure 30 - Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique) 68

Figure 31 - Somme des heures de bridage par semaine et chronologies des cas de mortalité par espèces 71

Figure 32 - Temps d'arrêt par semaine induit par le bridage en 2019 et 2020 72

Figure 33 - Temps d'arrêt par éolienne induit par le bridage en 2019 et 2020 73

Figure 34 - Vitesse moyenne maximale au crépuscule selon les éoliennes avec en haut les données de 2020 et en bas celle de 2019. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondent à classe 0 : vent de 0m/s, classe 1 :]0 ;1m/s], classe 2 :]1 ;2m/s] ..., classe 13 :]12 ;13m/s], classe +13 : vent >13m/s. 73

Figure 35 – Activité moyenne des éoliennes au crépuscule avec en haut les données de 2020 et en bas celle de 2019. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondent à classe 0 : rotation de 0tr/min, classe 1 :]0 ;1tr/min], classe 2 :]1 ;2tr/min] ..., classe 11 :]10 ;11tr/min], classe +11 : rotation >11tr/min. 75

Figure 36 - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 81

Figure 37 - Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent. L'encadrement rouge correspond aux mesures de bridage 82

Figure 38 - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 86

Figure 39 - Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent. L'encadrement rouge correspond aux mesures de bridage 87

Figure 40 - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 91

Figure 41 - Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent. L'encadrement rouge correspond aux mesures de bridage 92

I. Introduction

ENGIE Green est responsable depuis 2012 de l'exploitation de 11 aérogénérateurs sur les communes de La Gacilly, Les Fougerêts et Saint-Martin-sur-Oust. Depuis 2016, le bureau d'étude Althis (devenu Synergis Environnement) a été missionné du suivi environnemental de ce parc par ENGIE Green. A la suite du suivi de mortalité de 2019, qui portait sur l'ensemble du parc, ENGIE Green a décidé de reconduire ce suivi cette année 2020.

Le suivi environnemental comprend deux volets :

- ✓ **Le suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune**
- ✓ **Le suivi en nacelle de l'activité des chiroptères**

Ces suivis permettront de répondre aux trois principaux objectifs définis par le protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres et hiérarchisés ci-dessous par ordre de priorité décroissante.

1. Juger du niveau d'impact généré par le parc éolien suivi sur la faune volante pour être en mesure, le cas échéant, d'apporter une réponse corrective proportionnée et efficace pour annuler ou réduire l'impact.
2. Estimer les mortalités réelles générées par chaque parc éolien (« taux de mortalité ») pour permettre des comparaisons objectives entre parcs. Seule une estimation standardisée de la mortalité réelle, via l'utilisation de formules de calcul internationales, permet d'estimer un taux de mortalité comparable entre parcs éoliens. Il s'agit d'une approche quantitative de la mortalité qui permet de replacer le niveau d'impact sur un référentiel large.
3. Contribuer à alimenter une base de données nationale pour une vision globale et continue de l'impact du parc éolien Français sur la biodiversité. Il s'agit de valoriser les résultats de suivi au plus tôt dans le cadre d'une synthèse nationale organisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

L'objectif complémentaire de cette étude est également d'évaluer l'efficacité des mesures de réduction des impacts du parc sur la faune volante, mises en place en 2020.

Le présent rapport final traite du suivi de la mortalité et le suivi en nacelle de l'activité des chiroptères menés en 2020. Il reprend la méthodologie employée puis présente les résultats obtenus et propose une analyse au regard des données obtenues les années précédentes.

II. Contexte

II.1 Parc éolien des Landes de Couesmé

Le parc éolien des landes de Couesmé, d'une puissance de 33 MW, est constitué de 11 aérogénérateurs disposés sur 3 secteurs :

- Forêt noire à l'Est (éoliennes 1 à 4)
- Couesmé au centre (éoliennes 5 à 7)
- Grisan à l'Ouest (éoliennes 8 à 11)

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes

Elément de l'éolienne	Caractéristiques maximales du gabarit
Diamètre du rotor	108 m
Hauteur de la tour	90 m
Hauteur en bout de pale	144 m

II.2 Localisation

II.2.1 - Situation géographique et administrative

Le site est implanté sur trois communes du Morbihan en région Bretagne : La Gacilly, Les Fougerêts et Saint-Martin-sur-Oust. Les communes de la Gacilly et de Saint-Martin-Sur-Oust font partie de la communauté de communes de « L'Oust à Brocéliande Communauté », tandis que la commune de Les Fougerêts fait partie de l'intercommunalité de « Redon Agglomération ».

Ces communes se situent dans un contexte paysagé agricole et forestier. Le site se trouve sur dans l'axe Rennes – Vannes et plus précisément à 10 kilomètres au nord-ouest de Redon (Figure).

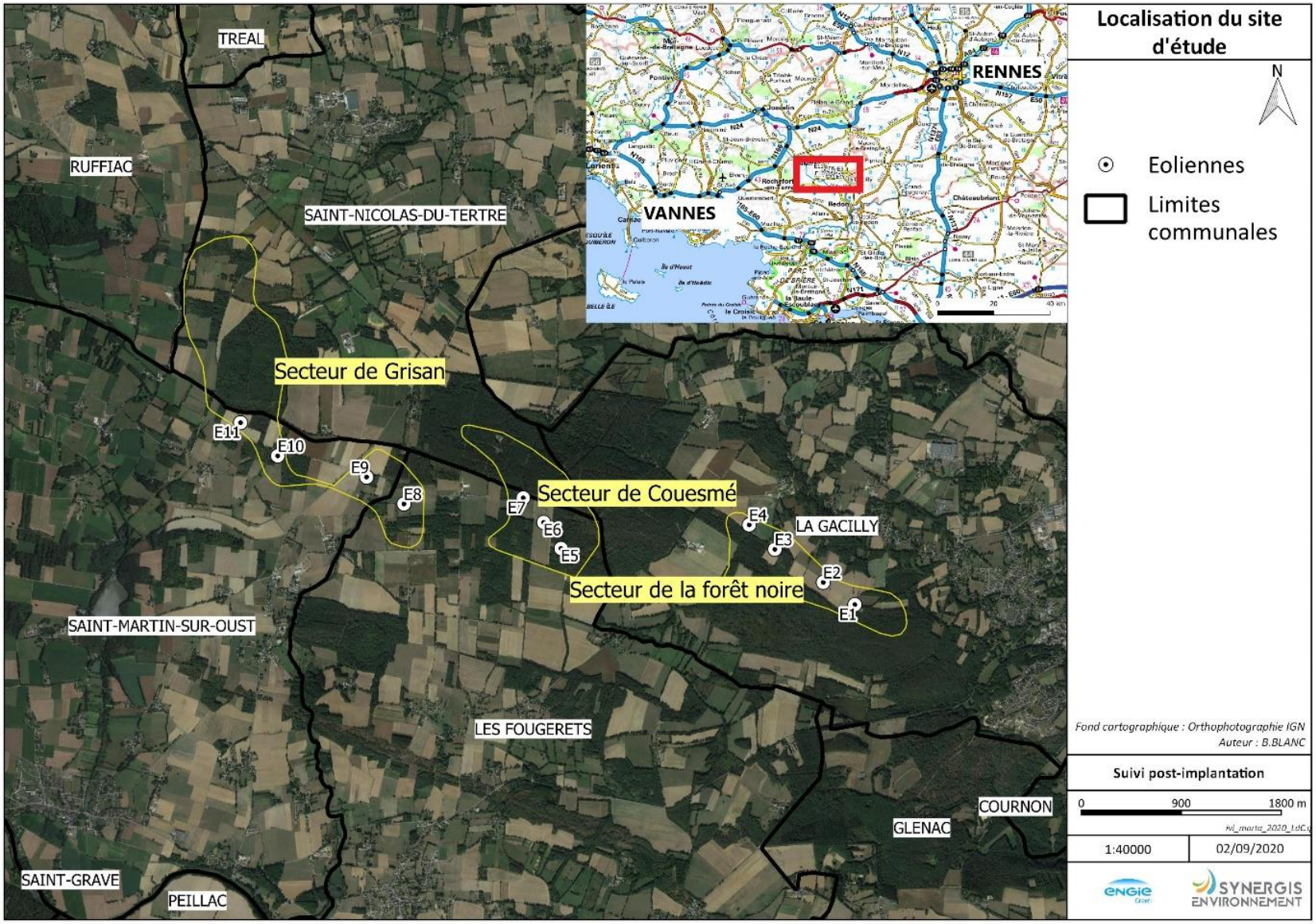


Figure : Localisation du parc éolien des Landes de Couesmé

II.2.2 - Zones naturelles proches

L'étude des zones naturelles aux alentours d'un site éolien peut permettre la mise en évidence de potentiels facteurs influençant les enjeux environnementaux. Une aire d'étude éloignée (AEE) de 10km autour du parc est désignée. La distance de 10km est prise arbitrairement, mais prend en compte la facile capacité de déplacement des espèces volantes étudiées dans ce rapport.

La zone naturelle la plus proche est située à 1,5 km du site éolien (ZNIEFF de type 1). Plus éloigné, dans le rayon de 10 km, trois ZNIEFF de type 1 et une de type 2 sont présentes, ainsi que deux ZSC (Figure 2).

II.2.2.1 - ZNIEFF

Les ZNIEFF de type 1 sont caractérisées par leurs intérêts biologiques remarquables (présence d'espèces protégées, associations d'espèces ou espèces rares, menacées ou caractéristiques du patrimoine régional).

Les ZNIEFF de type 2 sont des espaces qui intègrent des ensembles naturels fonctionnels et paysagers, possédant une cohésion élevée et plus riches que les milieux alentours.

À noter que le classement des ZNIEFF, justifié scientifiquement en se fondant sur des espèces et des habitats d'intérêts patrimoniaux, n'a pas de portée réglementaire. Cependant, il est pris en considération par les tribunaux administratifs et le Conseil d'Etat pour apprécier la légalité d'un acte administratif, surtout s'il y a présence d'espèces protégées au sein de la ZNIEFF.

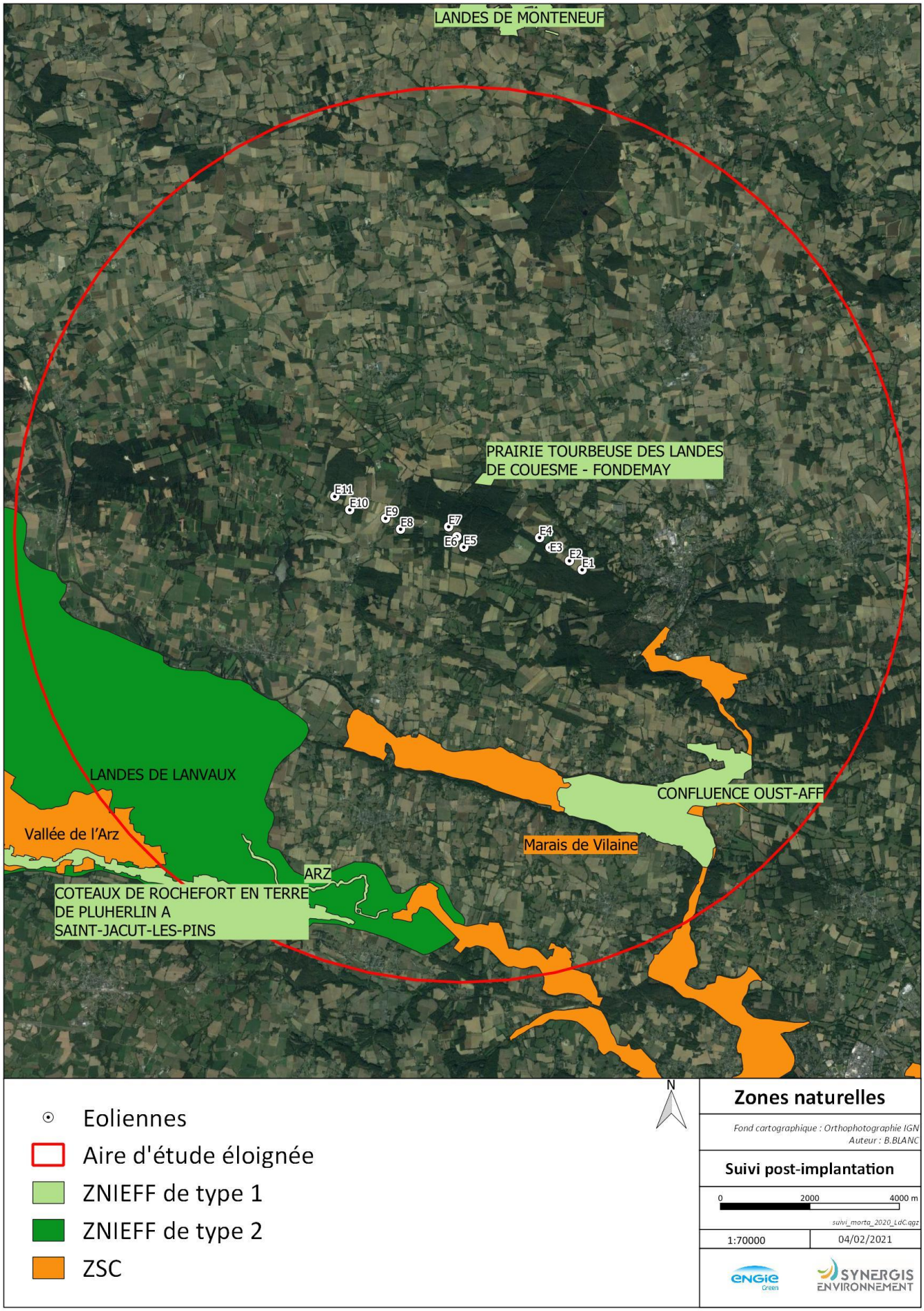


Figure 1 : Zones naturelles présentes autour du parc éolien des Landes de Couesmé

Nom	ZNIEFF de type	Description
Prairie tourbeuse des landes Couesmé – Fondemay	1	Dans la partie aval du ruisseau de Sigré, subsistent au sein de prairies méso-hygrophiles quelques secteurs de moliniaies oligotrophes dérivant des anciennes landes tourbeuses qui s'y trouvaient. Un quart environ de la superficie de la ZNIEFF est occupé par un groupement tourbeux dominé par la molinie, cependant cette prairie tourbeuse est encore très diversifiée et possède un cortège floristique oligotrophe très intéressant.

Identifiant : 530006309– Distance par rapport au parc : 1,5 km

Nom	ZNIEFF de type	Description
Confluence Oust-Aff	1	Le site, d'une taille importante, comprend la zone de confluence entre deux rivières majeures du département, une partie du canal de Nantes à Brest et les milieux bordant ces rivières et canaux. L'existence de prairies humides naturelles, de fossés en eau, d'anciens bras morts et de petites roselières asséchées forme une mosaïque de milieux propices au développement d'espèces et d'habitats déterminants.

Identifiant : 530006309 – Distance par rapport au parc : 5 km

Nom	ZNIEFF de type	Description
Landes de Lanvaux	2	Le site constitue l'élément majeur du relief morbihannais. Les deux principales rivières, l'Arz au sud et la Claie au nord, coulent vers l'est et rejoignent l'Oust (bassin versant de la Vilaine). Une forte densité de landes et de bois y est présente. La chênaie-hêtraie acidiphile traitée en taillis est bien représentée. Localement le colluvionnement des bas de versants induit un enrichissement du sol avec une plus faible acidité favorisant une flore de sous-bois neutrophile.

Identifiant : 530014743– Distance par rapport à au parc : 5 km

Nom	ZNIEFF de type	Description
Arz	1	Tronçon du cours inférieur de l'Arz, situé à l'aval du premier obstacle à la migration des poissons sur cette rivière. Très importante zone de frayères à la lamproie marine. Habitats déterminants : Eaux courantes & Forêt de Frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens.

Identifiant : 530015505 – Distance par rapport à au parc : 8 km

Nom	ZNIEFF de type	Description
Coteaux de Rochefort-en-Terre de Pluherlin à St-Jacut-les-Pins	1	Cet espace remarquable de landes, pelouses et rochers de schistes gréseux ou ardoisiers est situé sur la ligne de crête constituant la bordure méridionale des Landes de Lanvaux dans sa partie est. Le gisement ardoisier de Rochefort-en-Terre comporte plusieurs veines ardoisières qui ont été exploitées, certaines comportent encore des galeries souterraines offrant des conditions favorables à l'hivernage des chauves-souris.

Identifiant : 530008256– Distance par rapport au parc : 9 km

Les ZNIEFF mettent en évidence des corridors écologiques formés par des rivières et leurs abords boisés ou constitués de landes, potentiellement attractifs pour l'avifaune et les chiroptères (Figure 1).

II.2.2.2 - NATURA 2000 : Zone Spéciale de Conservation (ZSC)

Les Zones Spéciales de Conservation sont introduites en droit de l'Union européenne par la directive Habitats-Faune-Flore. Ce sont des sites d'importance communautaire désignés par les États membres par un acte réglementaire, administratif et/ou contractuel où sont appliquées les mesures de conservation nécessaire au maintien ou rétablissement, dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et/ou des populations des espèces pour lesquels le site est désigné.

Nom	Description
Marais de Vilaine	Vaste plaine d'inondation (la Vilaine) formant un ensemble de prairies mésohygrophiles à hygrophiles, de marais, étangs et côteaux à landes sèches à mésophiles. Bien que la construction du barrage d'Arzal ait soustrait les marais de Vilaine à l'influence des remontées d'eau saumâtre, le site "marais de Vilaine" conserve un potentiel de restauration exceptionnel (qualitatif et quantitatif). La présence en situation continentale de groupements relictuels de schorre est un témoignage de la richesse et de l'originalité de ces habitats. Par ailleurs, le site revêt une importance particulière pour plusieurs espèces de poissons, ainsi que pour la loutre d'Europe et plusieurs espèces de chauves-souris, dont le grand rhinolophe, le petit rhinolophe, le grand murin et le murin à oreilles échancrées.

Identifiant : FR5300002 – Distance par rapport au parc 2 km

Nom	Description
Vallée de l'Arz	Crêtes schisteuses portant un ensemble de landes, landes boisées et affleurements rocheux dominant par le Sud une portion de la rivière l'Arz sur environ dix kilomètres. Site remarquable par la présence de landes sèches et de groupements pionniers sur affleurements schisteux, dominant la rivière de l'Arz avec végétation à renoncules riche en espèces d'intérêt communautaire. A noter notamment la diversité du peuplement odonatologique, la reproduction avérée de la lamproie marine et de la lamproie de Planer, ainsi que la présence régulière de la loutre d'Europe. La zone comporte par ailleurs 13 des 17 espèces de chiroptères présentes en Bretagne, dont les six espèces figurant en annexe II de la Directive. Le caractère exceptionnel d'une telle diversité, notamment en période d'hivernage (11 espèces), est lié aux nombreuses opportunités de gîte ainsi qu'à la variété des conditions hygrométriques offertes par d'anciennes ardoisières (La Grée du Pont de l'Eglise, commune de Pluherlin).

Identifiant : FR5300058 – Distance par rapport au parc 9,5 km

Les sites NATURA 2000 identifiés dans l'aire d'étude éloignée sont présentés comme très favorables à la reproduction et l'hibernation des chauves-souris. Les plaines inondables de la Vilaine sont aussi attractives pour les espèces d'oiseaux migrateurs (Figure 1).

Bilan zones naturelles proches

Les sites naturels décrivent l'aire d'étude éloignée comme un potentiel **couloir de déplacement pour les oiseaux** (migration et différentes activées lors de la reproduction) avec la présence de corridors (linéaire de landes, boisements et rivières), ainsi que des zones **de haltes migratoires** constituées par un réseau de prairies inondables désigné par la présence des ZNEFF et des ZSC. Ces mêmes corridors sont **très attractifs pour les espèces de chiroptères** aussi bien pour les activités de **chasse que de migration**. Les boisements, les anciennes carrières d'ardoise et les roches schisteuses sont aussi **très favorables à la reproduction et l'hibernation des chauves-souris**.

II.2.3 - Contexte paysager

Le site éolien des landes de Couesmé se trouve dans un contexte forestier et agricole, comprenant des cultures et des prairies (Figure 2 et Figure 3). Un maillage de haies assez dense parsème le territoire, donnant un aspect de bocage au paysage. L'ensemble des trois sites sont à proximité de boisement (Figure 4). Les boisements, tout comme les haies, sont des corridors pour l'avifaune et les chiroptères (Montgomery *et al.* 2020). L'activité des chiroptères diminue avec l'éloignement à un boisement et notamment sa lisière (Johnson *et al.*, 2004 ; Morris *et al.*, 2010). Certains chiroptères utilisent également ces milieux boisés comme gîte. Les rivières de l'Arz et de l'Oust, leurs affluents et zones humides associés, sont localisés au sud du site, constituent au niveau régional un corridor linéaire d'importance (Figure 5). Les boisements juxtaposés aux éoliennes peuvent être compris comme une extension de ce corridor régional.

Figure 2 : Vu depuis l'éolienne E1

Figure 3 : A) Vu depuis l'éolienne E7 B) Vu depuis l'éolienne E11

La forte densité de milieux naturels (boisement) et semi-naturels (prairies et haies) met en évidence une connectivité paysagère forte. Cette connectivité peut être attrayante pour les espèces d'oiseaux et de chauves-souris.

Le schéma régional de cohérence écologique Bretagne (SRCE) identifie un corridor terrestre au sud du parc éolien des landes de Couesmé. Cependant la largeur de cette entité ne peut être défini précisément. Les boisements et le réseau de haies au niveau du parc peut-être prient en compte comme l'extension de ce corridor régional (Figure 5).

Bilan du potentiel d'attrait du site

L'aire d'étude éloignée comprend un grand corridor écologique au sud des éoliennes et le contexte paysager local présente une forte connectivité écologique. Ces deux éléments mettent en évidence un **potentiel d'attrait de l'avifaune et des chiroptères moyen.**

Figure 4 : Zones boisées autour des éoliennes du parc des landes de Couesmé

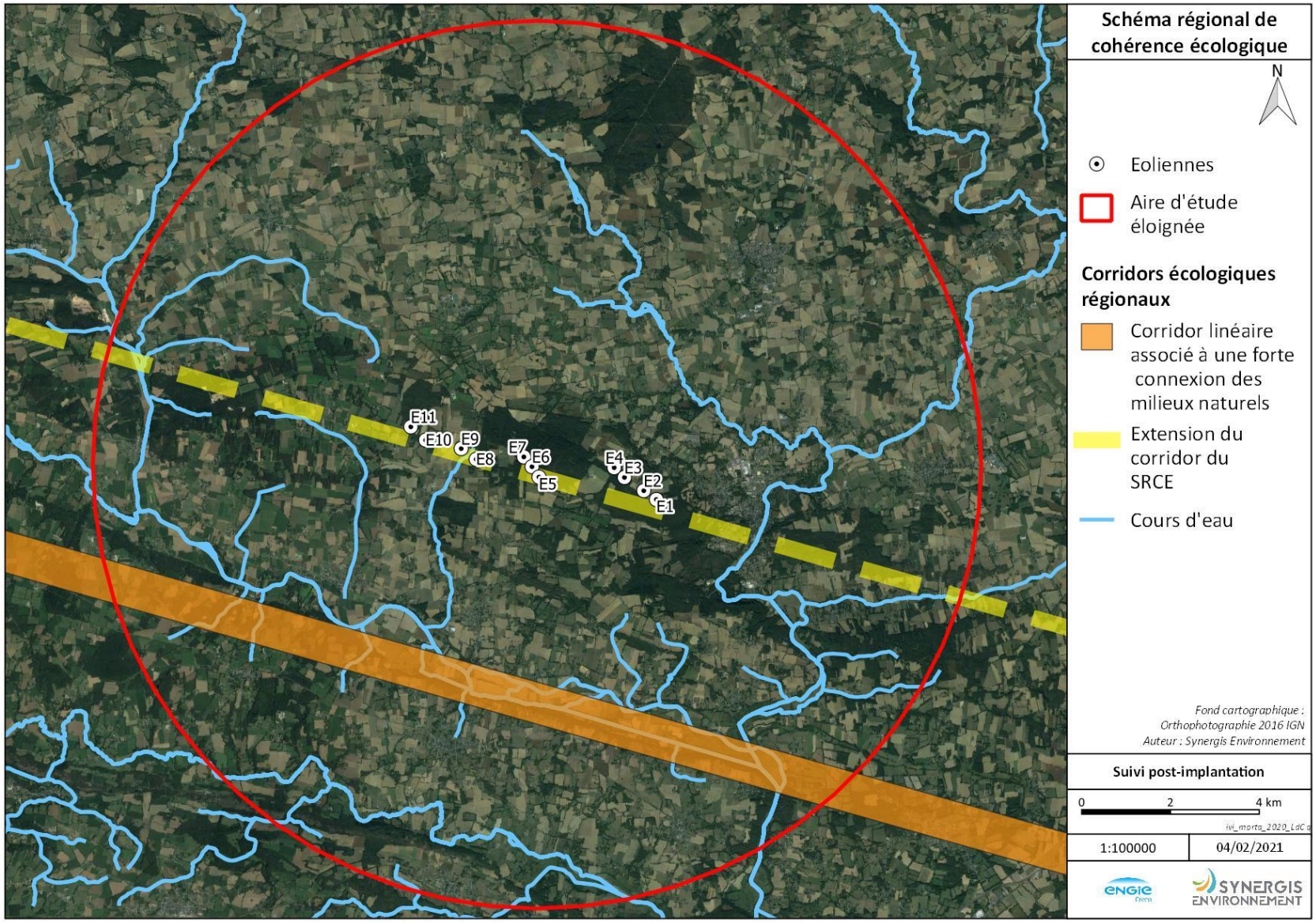


Figure 5 : Corridors écologiques autour du parc des Landes de Couesmé

III. Cadrage des suivis

Les cadres méthodologie des deux volets de l'étude (« suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune » et le « suivi en nacelle de l'activité des chiroptères ») mis en place par Synergis Environnement sont présentés en s'appuyant sur le document-cadre dernièrement validé par le ministère de la transition écologique et solidaire (2018) et le cahier des clauses techniques particulières fournit par d'ENGIE GREEN.

Ce suivi fait suite, au suivi de mortalité opéré en 2019 sur le parc des Landes des Couesmé et à ses préconisations de reconduire le suivi sur l'année 2020 au regard des nouvelles mesures de réductions des risques de collisions avec la faune volante.

III.1 Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité

III.1.1 - Rappel de la commande

Un suivi hebdomadaire est réalisé sous chacune des 11 éoliennes, de la semaine 19 à la semaine 44 (1 jour par semaine).

A la suite de la pose d'un effaroucheur à ultrason (NRG Bat Deterrent System)sur deux éoliennes (E1 et E4), un complément de suivi est demandé : Un suivi quotidien (5 jours par semaine) est alors réalisé sous les éoliennes E1, E2, E3 et E4, de la semaine 28 à 35. L'objectif de ce suivi quotidien est de tester l'efficacité des effaroucheurs sur les machines qui en sont équipés (E1 et E4) par rapport aux deux autres machines non équipés – éoliennes « témoins » (E2 etE3).

Ce système d'effaroucheur est expérimental et s'inscrit dans une étude plus large intégrant d'autres parcs éoliens.

III.1.2 - Protocoles de terrain proposés

Le principe de départ est simple, il consiste à parcourir une surface-échantillon adaptée autour de chaque éolienne afin de détecter les cadavres associés à la mortalité éolienne.

L'échantillonnage peut se faire en carré ou en cercle, de longueur ou diamètre de 100 m ou du diamètre du rotor pour les éoliennes à pales de plus de 50 m. Seules les zones avec une végétation suffisamment ouverte sont prises en compte.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacés de 5 à 10 m pour couvrir la totalité de celle-ci. Le temps de prospection attendu est de 30 à 45 minutes pour une surface-échantillon de base.

Cependant trois facteurs principaux mènent à une sous-estimation de la mortalité, en se contentant de compter les oiseaux et les chiroptères trouvés morts au pied des éoliennes (Dulac, 2008) :

- ✓ La disparition des cadavres entre le moment où l'oiseau ou la chauve-souris tombe et le moment de la recherche sur le terrain (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages, dégradation rapide par les fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours)
- ✓ La difficulté à repérer les animaux, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute
- ✓ La réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales

On peut aussi évoquer la mortalité différée (animal blessé se déplaçant largement hors de l'aire de recherche avant de décéder), qui n'est actuellement pas évaluée

La prise en compte de ces 3 facteurs implique différentes adaptations, dont certaines sur le terrain.

La prédation se produit essentiellement au cours du jour (prédateurs et charognards nocturnes ou crépusculaires en début et fin de journée, et des aurores à la tombée de la nuit pour les prédateurs et charognards diurnes). En pleine nuit, la prédation est limitée aux espèces réellement nocturnes.

La prospection doit se faire le plus tôt possible afin de limiter cette prédation.

La détectabilité diminue si la luminosité est trop faible, il n'est donc pas possible de commencer aux aurores. La prospection doit donc commencer au plus tôt, à partir du lever du soleil.

En cas de travaux agricoles sur une partie de la surface, de présence de biocides, d'évolution défavorable du couvert végétal, la surface prospectée sera réduite provisoirement. Un état des lieux de l'occupation des sols au pied des éoliennes doit être conduit en conséquence.

III.1.3 - Prise en compte des biais

Pour compléter la prise en compte des facteurs évoqués précédemment, sources de biais, des coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain.

Winkelman a le premier intégré (1989, 1992) ces coefficients correcteurs (in Dulac, 2008). Le principe a été repris et amélioré par la suite. Une formule résume la prise en compte de ces coefficients par Winkelman :

$$N_{estimé} = C / (p*d) * A$$

$N_{estimé}$: = nombre de cadavres total

C = nombre de cadavres comptabilisés

d = taux de détection

p = taux de persistance durant l'intervalle de suivi

A = coefficient correcteur de surface = **S_{ap} / S_p**

S_p : Surface prospectée

S_{ap} : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100m*100m)

III.1.3.1 - Mortalité détectée et attribuable à l'éolienne

Afin de prendre en compte la mortalité uniquement imputable au fonctionnement du parc éolien, les éventuels cadavres liés à d'autres causes de mortalité que l'éolien (Nb) ne sont pas intégrés.

N_a : Nombre de cadavres découverts

N_b : Nombre de cadavres découverts dont la mort n'est pas liée aux éoliennes

C = nombre de cadavres comptabilisés = **N_a** – **N_b**

Trois coefficients pondérateurs sont appliqués afin de corriger les biais de la méthodologie.

III.1.3.2 - Coefficient de détectabilité (**d**)

Ce coefficient correspond à l'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres sur une surface donnée, avec un couvert identifié.

Il est déterminé à partir d'un test mené en parallèle au suivi en tant que tel. Il est compris entre 0 (aucun cadavre détecté) à 1 (tous les cadavres sont retrouvés).

III.1.3.3 - Durée de persistance ($\bar{t}$)

Il remplace **p,** proportion de cadavres restant à la fin de l'intervalle de suivi, auquel il est lié, dans les calculs plus développés des estimateurs retenus.

Ce coefficient correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre avant sa disparition (tout en considérant qu'au-delà de plus de 2 semaines, la prédation d'un cadavre par un charognard devient presque nulle).

III.1.3.4 - Pondération de surface de prospection

En théorie la surface prospectée est minimum de 1 ha (100m*100m) pour un carré et de 0,78 ha pour un cercle. En pratique, des éléments comme une végétation trop haute, un traitement par biocide au mauvais moment, etc., empêchent l'observateur d'accéder à certaines parcelles.

Afin de prendre en compte les surfaces pour lesquelles aucune prospection n'est effectuée, un coefficient **A** est calculé en divisant la surface réellement prospectée (**Sp**) par la surface théorique de prospection (**Sap** = 100m*100m). Cette pondération est actualisée chaque prospection et pour chaque éolienne.

L'évolution des cultures est souvent le facteur principal de modification des surfaces prospectées. Une parcelle ayant un couvert végétal supérieur à 30 cm de haut est systématiquement non prospectée, la détection diminuant alors très fortement.

III.1.3.5 - Estimateurs de mortalité utilisés

Formule d'Erickson

Dans la méthode d'Erickson, le taux de persistance des cadavres, de la formule initiale de Winkelmann, est remplacé par la durée moyenne de persistance. L'avantage de cette méthode est de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi vaut 0 (intervalle de suivi long).

La formule d'Erickson (ERICKSON & *al.*, 2000 in DULAC, 2008) est la suivante :

$$N = \frac{I \times C}{\bar{t} \times d} \times A$$

I est la fréquence de passage en jour. **C** est le nombre de cadavres trouvés. ***A*** est le coefficient de correction de surface. ***D*** est le coefficient de détectabilité. $\bar{t}$ est la durée moyenne de persistance des cadavres.

Formule de Jones

Pour son estimation de la mortalité, Jones et al. (in DULAC 2008) propose une méthode de calcul en retravaillant la valeur du paramètre de la persistance des cadavres. Il considère que la mortalité est constante dans le temps et que la persistance des cadavres suit une loi exponentielle négative. Cette méthode suppose que 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. Ainsi, la valeur de *p* est définie par l'équation suivante :

$$p = exp^{(-0.5 \times I/\bar{t})}$$

$$N = \frac{c}{d \times exp^{(-0.5 \times I/\bar{t})} \times \hat{e}} \times A$$

Avec coefficient correcteur d'intervalle effectif : $\hat{e} = \frac{Min(I : \hat{I})}{I}$

Jones *et al.* Ajoutent la notion d'intervalle effectif en considérant que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est pas tombé au début de l'intervalle, mais plus probablement au cours de cet intervalle. Il convient donc de redéfinir l'intervalle réellement suivi appelé intervalle effectif $\hat{I}$ qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1%.

Sa valeur vaut donc : $\hat{I} = \log(-0{,}01 \times \bar{t})$

Pour les calculs, la valeur de I prend la valeur minimale entre I et $\hat{I}$ (CORNUT & VINCENT, 2010 in DULAC 2008).

Formule de Huso

Huso part de la formule de Jones (HUSO, 2010 in DULAC 2008), mais elle considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Elle considère également que la mortalité est constante.

$$p = \frac{\bar{t} \times (1 - exp^{-I/\bar{t}})}{I}$$

$$\text{D'où : } N = \frac{c}{d \times \frac{\bar{t} \times (1 - exp^{-I/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \times A$$

De même, dans les calculs, I prends la valeur minimale entre I et $\hat{I}$.

III.1.4 - Rappels théoriques

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec le traitement statistique et probabiliste, les résultats donnés par les estimateurs peuvent paraître étonnants, voire incohérents. En premier lieu, les calculs donnent des résultats décimaux (qui sont arrondis dans le texte), pour des nombres de cas de mortalité.

De plus, les estimateurs fonctionnent sur un certain nombre de probabilités estimées à partir des données de terrain. Afin de rendre compte de la variabilité potentielle des situations initiales, de nombreux cas théoriques sont simulés.

Par exemple, si 10 cadavres sont retrouvés, ça peut correspondre à 10 cas effectifs de mortalité, comme à 100 cas effectifs.

En simulant à de nombreuses reprises les possibilités correspondant à un ensemble de données, par tirage aléatoire d'une mortalité théorique, il est possible d'établir 3 éléments :

La médiane, cas théorique le moins extrême. Il y a autant de cas théoriques avec une mortalité moindre qu'avec une mortalité supérieure.

L'intervalle de confiance (IC) de 80%, borné par 2 valeurs (IC 10 et IC 90), qui indique que 80% des cas théoriques testés sont situés entre les 2 bornes. Dans la plupart des cas, la situation réelle est dans cet intervalle. Plus cet intervalle est grand, moins les résultats sont certains. Cet intervalle, dans ce contexte, joue le rôle de définir le minimum et le maximum.

L'intervalle de confiance de 95%, borné par les 2 valeurs (IC 2,5 et IC 97,5). Il indique donc que 95% des cas théoriques testés sont situés entre ces 2 bornes.

Comme il s'agit de cas théoriques, il est toujours possible de proposer des cas extrêmes ayant d'infimes probabilités de convenir à la situation réelle. En cela, les cas ne peuvent être bordés par un minimum ou un maximum calculé absolu (quoique la mortalité ne pouvant être négative, la borne inférieure peut mathématiquement atteindre 0, minimum absolu).

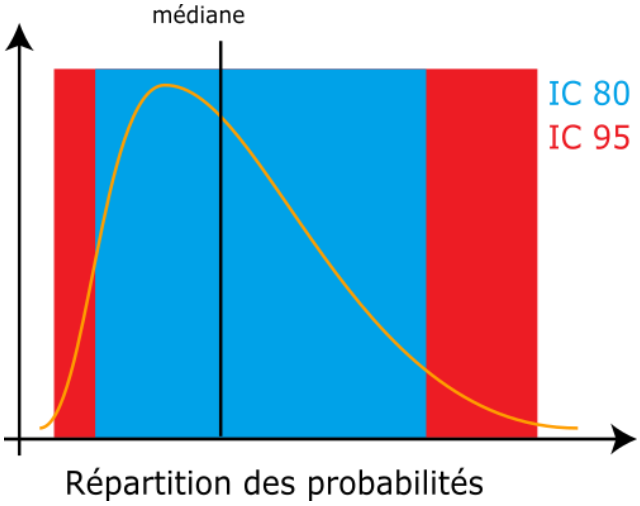


Figure 6 – Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

Les estimateurs travaillant avec des séries aléatoires de cas théoriques pour tester les possibilités, la même estimation faite 2 fois conduira à des résultats légèrement différents.

Les estimateurs ne calquent pas les bornes inférieures des intervalles sur le nombre de cas réellement enregistrés. Il est donc possible que le calcul indique une borne inférieure au nombre de cas. Quand il est fait état de l'intervalle, ce sont les limites calculées qui sont indiquées. Quand il est évoqué le chiffre réel, la borne inférieure est ajustée au nombre de cas réellement enregistrés.

III.2 Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement

III.2.1 - Protocole de terrain retenu

Le suivi se fait sur un carré de 100 m de côté centré sur chaque éolienne.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacés de 10 m pour couvrir celle-ci. Toutes les zones avec une végétation de plus de 30 cm de haut sont écartées.

Le suivi court de mi-mai 2020 à fin octobre 2020 (semaine 19 à semaine 44) et à lieu une fois par semaine le jeudi.

Un suivi complémentaire sur quatre éoliennes dont les deux disposants d'un effaroucheur à ultrason est réalisé quotidiennement (5 jours/semaines) de la semaine 28 à 35.

III.2.2 - Prise en compte du type de surface

Comme chacun peut se l'imaginer, il n'est pas aussi facile de chercher un objet sur une surface goudronnée que dans 30 cm d'herbe. Partant de ce constat, il est apparu logique de traiter de façon différenciée les différents types de surface dans les processus de suivi, de test et d'analyse.

Pour ceci, 5 types de surface sont définis :

- Surfaces planes (voiries, certaines plateformes, champs labourés nivelés)
- Végétation basse (moins de 15 cm, moins de 25 cm avec un port dressé et un recouvrement inférieur à 20%, sol nu très irrégulier)
- Végétation moyenne (plus de 15 cm ou plus de 25 avec port dressé, mais moins de 30 cm de hauteur moyenne)
- Végétation haute (plus de 30 cm, mais pouvant être parcouru)
- Inaccessible (fourré dense, zone clôturée…)

Seules les 3 premières sont prises en compte en pratique dans le suivi, la quatrième pouvant néanmoins révéler des espèces de grande taille.

Ce type de surface varie au fil du temps. Chaque quadrat prospecté peut donc être divisé, à chaque prospection, en plusieurs polygones avec des types de surface différents. Ceci est relevé à chaque fois, afin de pouvoir suivre l'évolution des types de couvert.

Tableau 2 : Exemple de notation des types de couvert pour une éolienne

Eolienne A	Surface plane	Végétation basse	Non prospectable
Semaine 1	0,6 ha	0,4 ha	0 ha
Semaine 2	0,5 ha	0,3 ha	0,2 ha
Semaine 3	0,5 ha	0,3 ha	0,2 ha

III.2.3 - Test de détection

Le test de détection permet d'établir le coefficient de détectabilité. Celui-ci est personnel, associé à un intervenant. Il varie aussi selon l'occupation du sol (couvert végétal).

III.2.3.1 - Limites du test de détection du protocole

Le test originel est prévu pour chaque intervenant, au moins 2 fois, pour et sur chaque site, dans des conditions réelles, sans que l'intervenant ne soit prévenu, avec un nombre suffisant de leurres posés.

Dans les faits, deux aspects importants se conjuguent, qui limitent la portée :

- L'aspect surprise est vite éventé ; dès qu'un intervenant observe un leurre, il intègre qu'un test est en cours. Seule la recherche jusqu'à la découverte du premier leurre n'est pas biaisée. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition de tester avec de faibles quantités.
- Le développement de la végétation au fil des semaines est rapide au début de la saison de suivi. Le contexte local qui sert de référence pour le suivi n'est donc pas nécessairement pertinent au-delà d'une courte période (maximum 2-3 semaines en début de saison).

De plus, en fonction de l'équipe de suivi, le nombre d'intervenants à tester peut-être important (intervenants réguliers et remplaçants potentiels). Avec en outre la distance, l'organisation devient complexe, et les contraintes techniques et financières peuvent amener à ne pas se conformer strictement au protocole, surtout quand plusieurs parcs différents sont pris en charge.

Il parait également raisonnable de penser que la capacité de détection d'un observateur est globalement la même entre deux jeunes champs de maïs de même développement ou entre deux plateformes gravillonnées.

III.2.3.2 - Adaptation du test de détection

Synergis Environnement a mis en place une méthodologie de test alternative, qui permet d'optimiser la définition du coefficient de détectabilité tout comme l'organisation des tests.

Hormis le constat de départ sur le test de détection, il a été choisi de prendre en compte la variation du coefficient de détectabilité selon le type de surface (III.2.1 -).

Le test de détection adapté est calqué sur le test originel, avec pour différences :

- La surface totale est généralement inférieure à 1 ha, elle comprend un ou plusieurs types de surface.
- La disposition des leurres est tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire avec distance minimale de 4m) afin de limiter le biais testeur. Elles sont lâchées en l'air au point prévu.
- Le test est chronométré, avec des temps minimal et maximal définis selon la surface du test en proportion des surfaces réelles (base 1h/ha). Ceci limite le biais observateur averti, puisque celui-ci, au courant par principe du test en cours, ne peut augmenter sensiblement son temps de recherche et ainsi intensifier celle-ci.
- Le nombre de leurres cumulés sur plusieurs tests augmente la fiabilité du coefficient de détectabilité (en principe 20 à 30 leurres par test).

Trois types de leurres sont utilisés : tissu (forme en tissu marron), fibre (forme en fibres brunes non tissées) et réaliste (confectionné avec des plumes de ramier ou de corneille). Les résultats des tests permettent de comparer les différents leurres en vue de l'amélioration de ceux-ci.

Figure 7 : Leurre fabriqué en tissu

Source : photo ALTHIS

Le nombre de tests adaptés n'est pas limité (modalités pratiques de mise en place moins lourdes). Un cumul des tests sur plusieurs années est aussi prévu. Un test sur site est généralement réalisé (pour un intervenant régulier), afin de contrôler la cohérence des résultats (avec séparation des types de surfaces). Des corrections peuvent être appliquées en compensation.

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection. Ces tests permettent de définir le coefficient de détectabilité pour chaque intervenant. On obtient donc, pour chaque intervenant un coefficient de détectabilité pour chaque type de surface, selon le modèle ci-dessous.

Tableau 3 : Exemple de coefficients de détectabilité

Intervenant	Surface plane	Végétation basse	Végétation haute
Intervenant 1	0,85	0,4	0,2
Intervenant 2	0,84	0,28	0,14

III.2.4 - Prise en compte conjointe de la détectabilité et du couvert

III.2.4.1 - Principe

À chaque type de couvert, et à chaque intervenant est associé un taux de détectabilité spécifique.

À chaque éolienne et à chaque passage est associée une surface par type de couvert.

Il est donc possible de définir pour chaque journée un coefficient moyenné journalier de détectabilité et la surface prospectée journalière. Sur la période de suivi, on peut prendre en compte les moyennes pour le suivi, ce qui donne la surface prospectée moyenne, donc le coefficient correcteur de surface, et le coefficient composite de détectabilité qui sont nécessaires pour la mise en œuvre des calculs.

$$A = \frac{\sum_{i=0}^{n}(\frac{Sp+Sb+Sh}{Sap})}{n}$$

$$d = \frac{\sum_{i=0}^{n}(dp \times Sp + db \times Sb + dh \times Sm)}{n}$$

A : Coefficient correcteur de surface

S_p : Surface prospectée journalière en surface plane

S_b : Surface prospectée journalière en végétation basse

S_m : Surface prospectée journalière en végétation moyenne

S_{ap} : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100m*100m)

d : Coefficient composite de détectabilité des observateurs

d_p : Coefficient de détectabilité de l'observateur en surface plane

d_b : Coefficient de détectabilité de l'observateur en végétation basse

d_m : Coefficient de détectabilité de l'observateur en végétation moyenne

Tableau 4 : Exemple de calculs de A et d

Eolienne A	Intervenant	Surface plane			Végétation basse			Non prospectable	Détectabilité moyenné	Correction de surface prospectée
		S_p	d_p	S_p * d_p	S_b	d_b	S_b* d_b		d	A
Semaine 1	Intervenant 1	0,6	0,85	0,51	0,4	0,4	0,16	0 ha	0,67	1
Semaine 2	Intervenant 2	0,5	0,84	0,42	0,3	0,28	0,084	0,2 ha	0,504	0,8
Semaine 3	Intervenant 1	0,5	0,85	0,425	0,3	0,4	0,12	0,2 ha	0,545	0,8
Bilan		0,53	0,847	0,45	0,33	0,36	0,12	0,13 ha	**0,573**	**0,87**

III.2.4.2 - Mise en œuvre

Les 3 estimateurs retenus pour les calculs sont disponibles, pour une mise en œuvre, de façon simple et fiable, sur le site du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) : https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/

Les données sont à fournir sous une forme précise :

- Le nombre de cas de mortalité est saisi par passage dans un fichier,
- La durée de persistance par carcasse du test est saisie dans un fichier,
- 4 autres données sont fournies : l'intervalle entre passages, les nombres de leurres posés et retrouvés pour la détection, et le pourcentage de surface prospectée.

Avec ces éléments, le programme fournit l'estimation médiane et les intervalles de confiance à 95% et 80% pour chaque estimateur. Les 3 modèles utilisés ne sont pas comparés, mais moyennés pour définir la médiane et l'intervalle de confiance à 80%.

III.2.4.3 - Utilisation des coefficients de détectabilité composites

L'utilisation du programme du CEFE pour les calculs nécessite de fournir des chiffres de détection, issus des tests de terrain, en moyennant les différents observateurs. La prise en compte des différents couverts végétaux ne permet pas d'utiliser directement le programme. On recrée donc des chiffres utilisables avec les taux composites.

Le nombre de leurres des tests de détection est pris en référence. Combiné avec le coefficient de détectabilité composite par prospection, le nombre de leurres théoriquement détecté dans chaque cas est calculé. Ceci permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection).

Détection théorique = nombre de leurres utilisés pour les tests x d

Exemple pour 40 leurres aux tests de détection et chiffres du Tableau 5 :

Détection théorique sur l'éolienne E = 40 x d = 40 x 0,573 = 22,92.

Sur l'éolienne E, avec un couvert à 53% plat et 33% bas en moyenne, qui correspond à un taux de détection composite de 57,3%, le test de détection pour 40 leurres aurait théoriquement permis de retrouver 23 leurres.

III.2.5 - Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement

III.2.5.1 - Définitions

Moments de la journée

Le maximum d'activité des chauves-souris intervient dans la demi-heure précédente et les 3 heures suivant le coucher du soleil. En vue de faciliter les analyses, la journée a été découpée en 5 périodes :

- Le crépuscule (½ heure avant le coucher du soleil)
- Le début de nuit (du coucher jusqu'à 3 h après le coucher de soleil)
- Le milieu de nuit (entre le début et la fin)
- La fin de nuit (à partir de 2 h avant le lever du soleil)
- La période « journée » (du lever à 9 h, puis de 19 h au crépuscule)

Le crépuscule et le début de nuit forment conjointement la première partie de nuit.

Séquences

Les données disponibles issues de mesures (vitesse et orientation du vent, activité de l'éolienne, température de l'air) sont relevées par séquences de 10 minutes. Les séquences permettent de visualiser des changements sur un pas de temps beaucoup plus fin que celui du suivi de mortalité, qui est de l'ordre de la semaine. Pour des causes techniques, seules les moyennes des différents paramètres sont disponibles. Les moyennes au cours de cet intervalle long ne sont pas très pertinentes. Cependant, la séquence n'est pas une échelle de restitution adaptée.

Chaque variable étudiée (vent…) est traduite en données discrètes par séquence. Il est recherché des indicateurs, qui définissent le caractère favorable (pour l'activité des chiroptères) ou non d'une mesure, ou qui simplifient la lecture de la donnée (orientation du vent).

A l'échelle des pas de temps restitués (nuit, semaine, mois), il est possible alors de calculer une fréquence des résultats sur le pas de temps considéré (X% de séquences favorables). Ces indicateurs par pas de temps permettent de les analyser et comparer.

Une variable mesurée (niveau de vent, de température, d'activité éolienne) est transformée en fréquence de séquence favorable ou non à l'activité des chiroptères ou présentant un danger.

Trois indicateurs sont retenus, pour être utilisés dans l'analyse.

III.2.5.2 - Vent favorable à l'activité des chiroptères

La limite de vent favorable de référence, pour les chiroptères, est de 7 m/s. Cette limite théorique issue de la bibliographie peut être ajustée avec la répartition des séquences avec contacts en fonction du vent. Il sera ici utilisé deux limites selon les éoliennes, 5,5 m/s ou 6m/s. c'est limites correspondent aux limites retenues pour le bridage des éoliennes.

L'analyse des vents favorables se base sur les données de vent moyen (mesures fournies par Engie green). Ainsi, la vitesse moyenne est enregistrée pour une séquence de dix minutes. La vitesse moyenne permet la mise en place d'un indicateur peu détaillé, mais valide (Tableau 5). La moyenne de vent seule ne permet pas de définir la variabilité des vents lors des nuits (toutes les données sont proches de la moyenne) ou si une forte amplitude de vent a eu lieu (répartition des périodes favorable ou défavorable).

Tableau 5 : Conditions de vent des chiroptères en fonction du vent

Mesures du vent	Conditions de vent
Vent moyen (< 5,5 ou 6 m/s)	Favorable
Vent moyen (> 5,5 ou 6 m/s)	Défavorable

La fréquence ou le nombre de séquences enregistrées favorable ou défavorable peut ainsi être évalué, donnant une indication générale du potentiel d'activité sur la période considérée.

III.2.5.3 - Danger associé au fonctionnement éolien

Les éoliennes modernes ont une utilisation optimale du vent. Dès que celui-ci est suffisant, elles tournent à un régime assez soutenu (plus de 6 tours par minute), qui donne une vitesse linéaire en extrémité de pale vite supérieure à 100 km/h. Les seuls mouvements peu dangereux sont donc ceux en roue libre à faible vitesse et il n'y a pas vraiment d'activité intermédiaire (voir Figure 35). Il est cependant possible de graduer le dépassement d'un seuil, selon s'il concerne les activités maximales, moyennes ou minimales.

Un seuil de 8 tours / minute peut être retenu en première instance. La représentation graphique des vitesses de rotation en distribution par classes permet de mettre en évidence la rupture de répartition qui correspond au début de la plage de fonctionnement. Un ajustement du seuil peut être réalisé en conséquence. Comme pour les vitesses de vent, les données disponibles sous forme de moyennes réduisent les potentialités d'analyses en résumant l'information à une variable et ne permettant pas d'apprécier les nuances.

Tableau 6 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes

Vitesse de rotation	Danger
Moyenne (< 8 tr/min)	Faible
Moyenne (> 8 tr/min)	Elevé

La proportion ou le nombre de séquences enregistrées de chaque catégorie peut ainsi être évalué, donnant une indication générale du danger sur la période considérée.

III.2.5.4 - Vents et activité des éoliennes

Les données fournies par l'exploitant sont utilisées, avec un relevé de vent (vitesses et orientation) et d'activité de l'éolienne toutes les dix minutes.

Étant donné également que le vent est un élément important pour l'activité des chauves-souris, dont le maximum d'activité intervient dans la demi-heure précédant et les 3 heures

suivant le coucher du soleil, l'analyse porte principalement sur le vent durant cette période. Elle s'appuie sur la division de la journée en 5 périodes (III.2.5.1 -).

On peut ainsi établir une répartition d'orientation par période, avec des orientations cardinales (NE, E, SE, S, SO, O, NO, N).

III.3 Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères

III.3.1 - Rappel de la commande

Il s'agit d'un suivi à hauteur de nacelle. Un enregistrement de l'activité des chiroptères doit être réalisé en continu (sans échantillonnage) entre les semaines 20 à 43 (début mi-mai à fin octobre). Le protocole de 2018 prévoit de commencer la semaine 20. A la demande d'ENGIE, 3 batcorders sont installés sur les éoliennes E2, E5 et E10 (seulement deux batcorders sont préconisés par le MEDDE, pour un parc de 9 à 16 éoliennes). À noter que l'accès aux nacelles ne peut se faire sans une personne habilitée. Ainsi, la mise en place des Batcorder sur le parc des landes de Couesmé a dû se faire en présence du personnel de la société ENGIE Green.

III.3.2 - Protocole mis en œuvre

III.3.2.1 - Principe d'écholocation chez les chauves-souris et suivis par acoustique

Les chauves-souris européennes utilisent le principe du sonar, appelé écholocalisation, pour se déplacer et pour chasser. Elles émettent ainsi des ultrasons qui leur permettent de se déplacer dans la nuit. En effet, les ultrasons (non audible pour l'oreille humaine) rebondissent sur les obstacles ou les proies et leurs échos sont captés par les chauves-souris au niveau des oreilles. C'est cet écho qui va leur permettre d'évaluer la distance et la forme des objets détectés (BARATAUD, 2015). En plus de ces ultrasons, les chiroptères peuvent également émettre des « cris sociaux » qui sont des cris de communication et qui sont audibles par l'homme. Les ultrasons sont émis soit avec le nez dans le cas des rhinolophes, soit avec la bouche dans le cas des vespertilions.

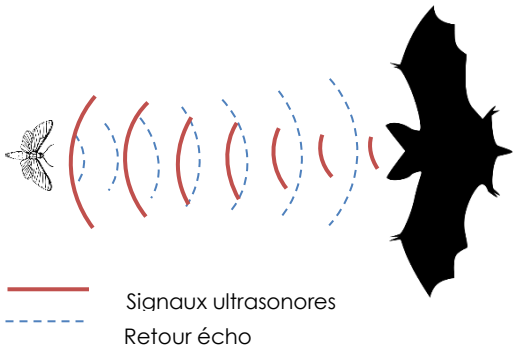


Figure 8 : Principe de l'écholocalisation des chiroptères

Chaque espèce possède des gammes de signaux qui lui sont propres. Il est alors possible d'identifier une espèce à partir de signaux ultrasonores enregistrés. Toutefois, en fonction du contexte, il peut exister des recouvrements (signaux ayant les mêmes caractéristiques), rendant l'identification plus délicate (BOONMAN & al., 1995 ; SIEMERS ET SCHNITZLER, 2000).

Ainsi, le suivi des chiroptères par acoustique, à l'aide d'un détecteur à ultrasons, permet donc de déterminer les espèces présentes dans l'aire d'étude en analysant les signaux obtenus. De plus, la présence d'un observateur discret (silencieux, sans éclairage et immobile) n'affecte pas le comportement des chauves-souris. Ainsi, en plus de l'espèce, il peut être relevé si l'individu capté est en chasse ou transit grâce à la structure et le rythme des signaux émis.

III.3.2.2 - Écoute en nacelle

- **Matériel utilisé**

Selon la révision 2018 du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE, 2018), les dispositifs automatisés de suivi d'activité en nacelle doivent pouvoir enregistrer sur l'ensemble de la nuit, sur l'intégralité de la saison. Ils doivent également capter la totalité des signaux acoustiques des chauves-souris.

Il a ainsi été choisi d'utiliser un GSM-Batcorder, développé par EcoObs, qui répond à tous les critères précédents. Ce dispositif est conçu spécialement pour l'écoute prolonger des chauves-souris en nacelle. Il est composé de :

1 - Un GSM-Batcorder (10 x 17 x 3 cm)
2 - Une batterie (7 x 10 x 5 cm ; taille du fil : 46 cm)
3 - Un microphone en disque (partie extérieure : 10 cm ; grand disque : 14 cm ; longueur du fil : 60 cm)
4 - Une alimentation (longueur du fil : 1,75 m)
5 - Une barre de fixation (8 x 25 x 4 cm)

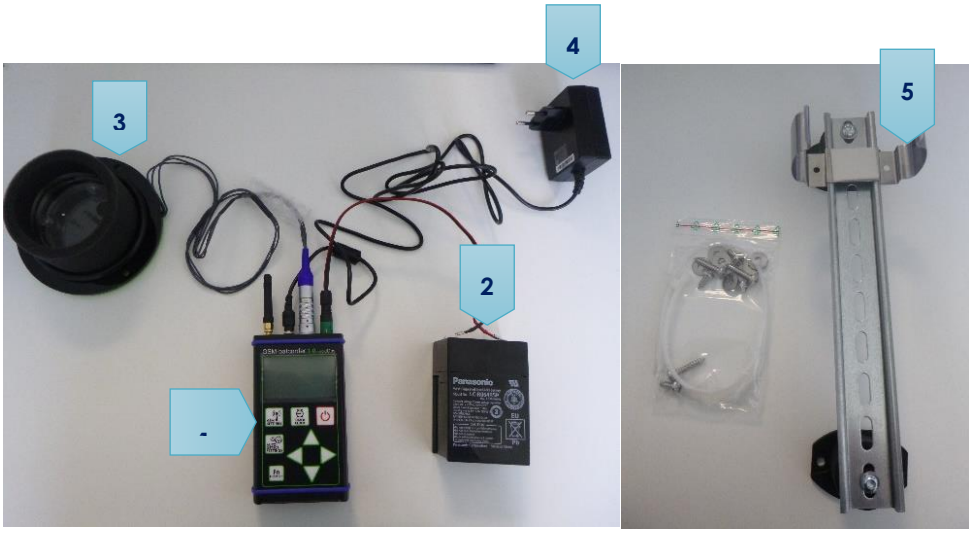


Figure 9 : À gauche : ensemble du matériel d'enregistrement ; À droite : barre de fixation

- **Installation**

Le module GSM-Batcorder se place donc dans la nacelle des éoliennes 2, 5 et 10. La barre de fixation est attachée au sol de la nacelle avec quatre vis, fournies, d'une longueur de 1,2 cm. Cela nécessite donc de percer dans la tôle de la nacelle. Le boîtier vient par la suite se clipser sur la barre de fixation. La batterie vient se positionner à côté du boîtier et peut être fixée sur la barre à l'aide de collier de serrage en plastique. Dans le cas du microphone en disque, un trou de 10 cm de diamètre doit être percé dans le sol de la nacelle. Le micro ressort ainsi sous la nacelle et le disque de plus grand diamètre vient fermer le trou. Celui-ci est également fixé dans la tôle grâce à trois vis de 2,8 cm. Un joint est présent afin d'empêcher l'eau et l'air de rentrer dans la nacelle.

Dans notre cas, le module a été installé dans la nacelle des éoliennes 2, 5 du parc éolien des landes de Couesmé, le 07 mai 2020. Sur l'éolienne 10, il n'a été posé que le 28 mai 2020.

- **Fonctionnement**

Le fonctionnement du Batcorder est simple. Différents paramétrages sont réglables directement via le boîtier : heures d'enregistrement, durée minimale de ces derniers, seuil de fréquences… Le boîtier enregistre sur une carte SD les séquences. Une carte SIM peut être insérée dans le Batcorder et permet ainsi à celui-ci d'envoyer après chaque nuit un SMS de statut de l'appareil. Il est également possible de changer les paramétrages du boîtier en cours de saison via l'envoi de SMS avec ce dernier.

Une fois l'enregistreur paramétré et installé dans la nacelle, celui-ci est autonome. En effet, en journée, le Batcorder est alimenté par la prise secteur et recharge en même temps la batterie sur laquelle il est également branché. Lorsqu'il est en « dormance », il est possible d'accéder aux données qu'il a enregistrées. Il se déclenche lui-même aux horaires programmés pour enregistrer. À ce moment-là, il se coupe de l'alimentation via le secteur pour basculer sur la

batterie. Il n'est également plus possible d'accéder aux données qu'il a acquises. Il rebascule sur l'alimentation via le secteur à sa mise en « dormance » et envoie un SMS à ce moment.

III.3.2.3 - Analyse des signaux et identification des espèces

Plusieurs centaines de séquences sont obtenues à la fin de l'étude. Cependant, toutes ne correspondront pas à l'enregistrement de chauves-souris, mais à des bruits « parasites » dus à l'éolienne. Le logiciel BcAdmin couplé au logiciel BatIdent (EcoObs) permet de faire le tri dans ces fichiers-ci.

Une fois les fichiers du Batcorder intégrés à la base de données de BcAdmin, le logiciel analyse les séquences et BatIdent fait une analyse automatique de celles-ci.

BatIdent est conçu pour donner un indice de confiance pertinent, en pourcentage pour chacune de ses déterminations. Il est toutefois important de vérifier dans les séquences dites « parasites » qu'il n'y a pas de chauves-souris dessus.

La détermination manuelle, à l'aide de l'onglet « visualisation » du logiciel BcAdmin, permet d'obtenir des informations plus précises telles que les fréquences initiales et terminales, les intervalles entre les signaux …, afin d'identifier l'espèce dont il est question sur l'enregistrement.

Cependant, il n'est pas toujours possible d'aboutir à l'identification d'une espèce sur certains fichiers, due à une mauvaise qualité de l'enregistrement, à des signaux de trop faible intensité ou encore à l'absence de critère discriminant. Dans ce cas, l'identification ne va pas plus loin que le genre et c'est le nom du groupe d'espèces qui est retenu. Les différents groupes d'espèces possibles sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Regroupement d'espèces possibles

Groupe d'espèces	Espèces comprises
P35	Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii)* Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii)*
P40	Pipistrelle de Nathusius (Pipistrellus nathusii) Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus)*
P50	Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus) Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*)
Plecotus sp	Oreillard gris (*Plecotus austriacus)* Oreillard roux (*Plecotus auritus)*
Myotis sp	Tous les Murins
Sérotule	Sérotine commune (*Eptesicus serotinus)* Noctule commune (*Nyctalus noctula*) Noctule de Leisler (*Nyctalus leislerii)*

Lors de l'analyse des risques, c'est l'espèce la plus sensible du groupe qui sera alors retenue.

Une fois l'ensemble identifié, les résultats sont convertis en nombre de contact par heure afin de lisser les biais liés au temps d'écoute. De plus, afin de lisser les biais liés à la distance de détection des espèces, il est choisi d'appliquer un coefficient de correction par espèce. En effet, la distance de détection s'avère différente en fonction des espèces. Un petit rhinolophe ne sera pas capté au-delà de 5m du micro tandis qu'une noctule commune sera enregistrée jusqu'à 150m. La probabilité de contacter une noctule commune sera donc beaucoup plus élevée que celle de rencontrer un petit rhinolophe. Les coefficients appliqués seront ceux préconisés par Michel Barataud dans son livre « Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe » (2015).

Il est également important de noter qu'une absence de contact ne signifie pas forcément une absence de l'espèce sur le site étudié (MOTTE & LIBOIS, 2002), mais peut-être lié à de la non-détection.

Tableau 8 : Tableau des distances de détection des chauves-souris en fonction des espèces et leur coefficient de détectabilité en fonction du milieu

milieu ouvert ou semi-ouvert				sous-bois			
Intensité d'émission	**Espèces**	**distance détection (m)**	**coefficient détectabilité**	**Intensité d'émission**	**Espèces**	**distance détection (m)**	**coefficient détectabilité**
très faible à faible	*Rhinolophus hipposideros*	5	5,00	très faible à faible	*Rhinolophus hipposideros*	5	5,00
	Rhinolophus ferr./eur./meh.	10	2,50		*Plecotus spp.*	5	5,00
	Myotis emarginatus	10	2,50		*Myotis emarginatus*	8	3,13
	Myotis alcathoe	10	2,50		*Myotis nattereri*	8	3,13
	Myotis mystacinus	10	2,50		*Rhinolophus ferr./eur./meh.*	10	2,50
	Myotis brandtii	10	2,50		*Myotis alcathoe*	10	2,50
	Myotis daubentonii	15	1,67		*Myotis mystacinus*	10	2,50
	Myotis nattereri	15	1,67		*Myotis brandtii*	10	2,50
	Myotis bechsteinii	15	1,67		*Myotis daubentonii*	10	2,50
	Barbastella barbastellus	15	1,67		*Myotis bechsteinii*	10	2,50
moyenne	*Myotis oxygnathus*	20	1,25		*Barbastella barbastellus*	15	1,67
	Myotis myotis	20	1,25		*Myotis oxygnathus*	15	1,67
	Plecotus spp.	20	1,25		*Myotis myotis*	15	1,67
	Pipistrellus pygmaeus	25	1,00	moyenne	*Pipistrellus pygmaeus*	20	1,25
	Pipistrellus pipistrellus	25	1,00		*Miniopterus schreibersii*	20	1,25
	Pipistrellus kuhlii	25	1,00		*Pipistrellus pipistrellus*	25	1,00
	Pipistellus nathusii	25	1,00		*Pipistrellus kuhlii*	25	1,00
	Miniopterus schreibersii	30	0,83		*Pipistellus nathusii*	25	1,00
forte	*Hypsugo savii*	40	0,63	forte	*Hypsugo savii*	30	0,83
	Eptesicus serotinus	40	0,63		*Eptesicus serotinus*	30	0,83
très forte	*Eptesicus nilsonii*	50	0,50	très forte	*Eptesicus nilsonii*	50	0,50
	Eptesicus isabellinus	50	0,50		*Eptesicus isabellinus*	50	0,50
	Vespertilio murinus	50	0,50		*Vespertilio murinus*	50	0,50
	Nyctalus leisleri	80	0,31		*Nyctalus leisleri*	80	0,31
	Nyctalus noctula	100	0,25		*Nyctalus noctula*	100	0,25
	Tadarida teniotis	150	0,17		*Tadarida teniotis*	150	0,17
	Nyctalus lasiopterus	150	0,17		*Nyctalus lasiopterus*	150	0,17

Source : Barataud, 2015

Le but de ces analyses est de quantifier la richesse spécifique et l'activité des espèces sur le site. Ces informations sont également cartographiées et représentées graphiquement.

Le niveau d'activité des chauves-souris ainsi que le niveau de richesse spécifique en altitude sont définis selon les tableaux suivants :

Tableau 9 : Calcul du niveau d'activité en altitude

Niveau d'activité	Nb de contact / h
Nul à très faible	<0,4
Faible	0,4≤-<1
Moyen	1≤-<2
Fort	2≤-<3
Très fort	≥3

Tableau 10 : Calcul du niveau de richesse spécifique

Richesse spécifique	Nombre d'espèces
Nulle à très faible	0 à 2
Faible	3 à 4
Moyenne	5 à 7
Forte	8 à 10
Très forte	>10

Pour chaque espèce, le seuil d'activité sera toutefois hiérarchisé selon les niveaux établis pour la région Bretagne.

Le seuil d'activité est calculé en multipliant le nombre de contacts par le coefficient de détectabilité.

Tableau 11 : Évaluation du seuil d'activité en altitude pour chaque espèce de chauves-souris en Bretagne

Espèce	Indice de détectabilité	Niveau d'abondance en Bretagne	Seuil d'activité en altitude (n = nb contact / h)				
			Nul à très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Pipistrelle commune	Moyen	Commune à très commune	n < 0,16	0,16 ≤ n < 0,64	0,64 ≤ n < 1,2	1,2 ≤ n < 2,4	2,4 ≤ n
Pipistrelle de Kuhl	Moyen	Commune	n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,32	0,32 ≤ n < 0,6	0,6 ≤ n < 1,2	1,2 ≤ n
Pipistrelle de Nathusius	Moyen	Peu commune	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Pipistrelle pygmée	Moyen	Rare	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Barbastelle d'Europe	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Sérotine commune	Fort	Commune	n < 0,12	0,12 ≤ n < 0,48	0,48 ≤ n < 0,9	0,9 ≤ n < 1,8	1,8 ≤ n
Noctule commune	Très fort	Rare	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Noctule de Leisler	Très fort	Rare	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Sérotine bicolore	Très fort	Anecdotique	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Grande Noctule	Très fort	Anecdotique	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Oreillard roux	Fort (milieu ouvert)	Assez commune	n < 0,06	0,06 ≤ n < 0,24	0,24 ≤ n < 0,45	0,45 ≤ n < 0,9	0,9 ≤ n
Oreillard roux	Moyen (milieu semi-ouvert)	Assez commune	n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,16	0,16 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n < 0,6	0,6 ≤ n
Oreillard roux	Faible (milieu fermé)	Assez commune	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Oreillard gris	Fort (milieu ouvert)	Assez commune	n < 0,06	0,06 ≤ n < 0,24	0,24 ≤ n < 0,45	0,45 ≤ n < 0,9	0,9 ≤ n
Oreillard gris	Moyen (milieu semi-ouvert)	Assez commune	n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,16	0,16 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n < 0,6	0,6 ≤ n
Oreillard gris	Faible (milieu fermé)	Assez commune	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Grand Rhinolophe	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Petit Rhinolophe	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Murin d'Alcathoe	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Murin de Bechstein	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Murin à Oreilles échancrées	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Murin de Natterer	Faible	Assez commune	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Murin à moustaches	Faible	Assez commune	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Murin de Daubenton	Faible	Commune	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Grand Murin	Moyen (milieu ouvert et semi-ouvert)	Peu commune	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Grand Murin	Faible (milieu fermé)	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Minioptère de Schreibers	Moyen	Rare	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n

Légende :

tout milieu	milieu ouvert	milieu semi-ouvert	milieu fermé

IV.Résultats des suivis

IV.1 Suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune

IV.1.1 - Protocole mis en œuvre

Fréquence de suivis

Les interventions ont été réalisées de mi-mai à fin octobre (semaine 19 à 44), chaque jeudi de la semaine, soit 26 interventions au cours de l'année 2020 (Tableau 12). Le suivi complémentaire quotidien (5 jours par semaine) pour les deux éoliennes disposant d'effaroucheur à ultrason et des deux témoins c'est déroulé de la semaine 28 à 35, soit 39 interventions (Tableau 13).

Tableau 12 : Planning de réalisation du suivi de mortalité hebdomadaire

Dates	Intervenants
07/05/2020	Bastien Blanc
14/05/2020	Bastien Blanc
22/05/2020	Bastien Blanc
28/05/2020	Bastien Blanc
04/06/2020	Bastien Blanc
11/06/2020	Bastien Blanc
18/06/2020	Bastien Blanc
25/06/2020	Bastien Blanc
02/07/2020	Bastien Blanc
09/07/2020	Kilian David
16/07/2020	Bastien Blanc
23/07/2020	Bastien Blanc
30/07/2020	Bastien Blanc
06/08/2020	Bastien Blanc
13/08/2020	Kilian David
20/08/2020	Bastien Blanc
27/08/2020	Bastien Blanc
03/09/2020	Bastien Blanc
10/09/2020	Bastien Blanc
17/09/2020	Bastien Blanc
24/09/2020	Bastien Blanc
01/10/2020	Bastien Blanc
08/10/2020	Bastien Blanc
15/10/2020	Bastien Blanc
22/10/2020	Bastien Blanc
29/10/2020	Bastien Blanc

Tableau 13 : Planning des interventions du suivi quotidien

Dates	Intervenants
08/07/2020	Kilian David
09/07/2020	Kilian David
10/07/2020	Kilian David
13/07/2020	Kilian David
15/07/2020	Kilian David
16/07/2020	Bastien Blanc
17/07/2020	Kilian David
20/07/2020	Kilian David
21/07/2020	Kilian David
22/07/2020	Kilian David
23/07/2020	Bastien Blanc
24/07/2020	Kilian David
27/07/2020	Kilian David
28/07/2020	Kilian David
29/07/2020	Kilian David
30/07/2020	Bastien Blanc
31/07/2020	Kilian David
03/08/2020	Kilian David
04/08/2020	Kilian David
05/08/2020	Kilian David
07/08/2020	Kilian David
10/08/2020	Kilian David
11/08/2020	Kilian David
12/08/2020	Kilian David
13/08/2020	Kilian David
14/08/2020	Kilian David
17/08/2020	Kilian David
18/08/2020	Kilian David
19/08/2020	Kilian David
20/08/2020	Bastien Blanc
21/08/2020	Kilian David
24/08/2020	Kilian David
25/08/2020	Kilian David
26/08/2020	Kilian David
27/08/2020	Bastien Blanc
28/08/2020	Kilian David

Il est retenu uniquement les données du suivi hebdomadaire pour l'analyse de la mortalité, compte-tenu que le suivi secondaire à une fréquence différente et qu'il ne porte que sur quatre éoliennes. Ainsi, les cas de mortalité inventoriés lors du second suivi sont replacés sur les dates les plus proches des interventions du suivi hebdomadaire.

Protocole de terrain

Le protocole de terrain est inspiré de celui mis au point par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO, 2004).

Les prospections s'effectuent à pied sous les 11 aérogénérateurs. La surface à prospecter correspond à un carré de 100m*100m, soit une surface de 1hectare autour de chaque éolienne (Figure 10). Il est considéré que cette surface est suffisante pour obtenir une valeur précise de la mortalité induite par les éoliennes.

Pour réaliser cette prospection, l'observateur utilise une tablette de terrain munie d'un logiciel de cartographie (QGIS) et d'un GPS. Chaque éolienne est entourée par un quadrat (périmètre de la surface à prospecter,

Figure 11 à Figure 13). Celui-ci est ligné par des transects. L'observateur visualise sa position dans l'espace directement sur le logiciel. Il n'a plus qu'à suivre les transects pour rechercher efficacement les cadavres, tout en respectant leurs longueurs et leurs écartements. L'espacement entre transects est de 10m.

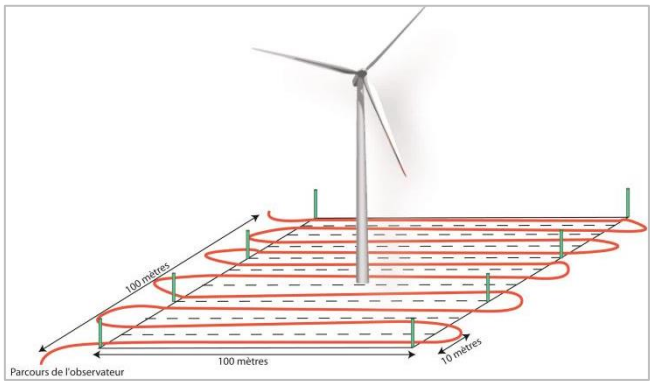


Figure 10 : Schéma de principe des recherches de terrain

Source : LPO, 2004

Pour toutes les journées de suivi et pour chaque aérogénérateur, une base de données est remplie, même en l'absence de cadavre. Elle contient entre autres : la date, le prospecteur, et au besoin, l'espèce localisée, une estimation de son âge, son état, etc.

De plus, chacun des quadrats prospectés est pris en photo, ainsi que tous les cadavres trouvés.

Figure 11 : Localisation des quadrats 1 à 4 du suivi de mortalité du site éolien des landes de Couesmé

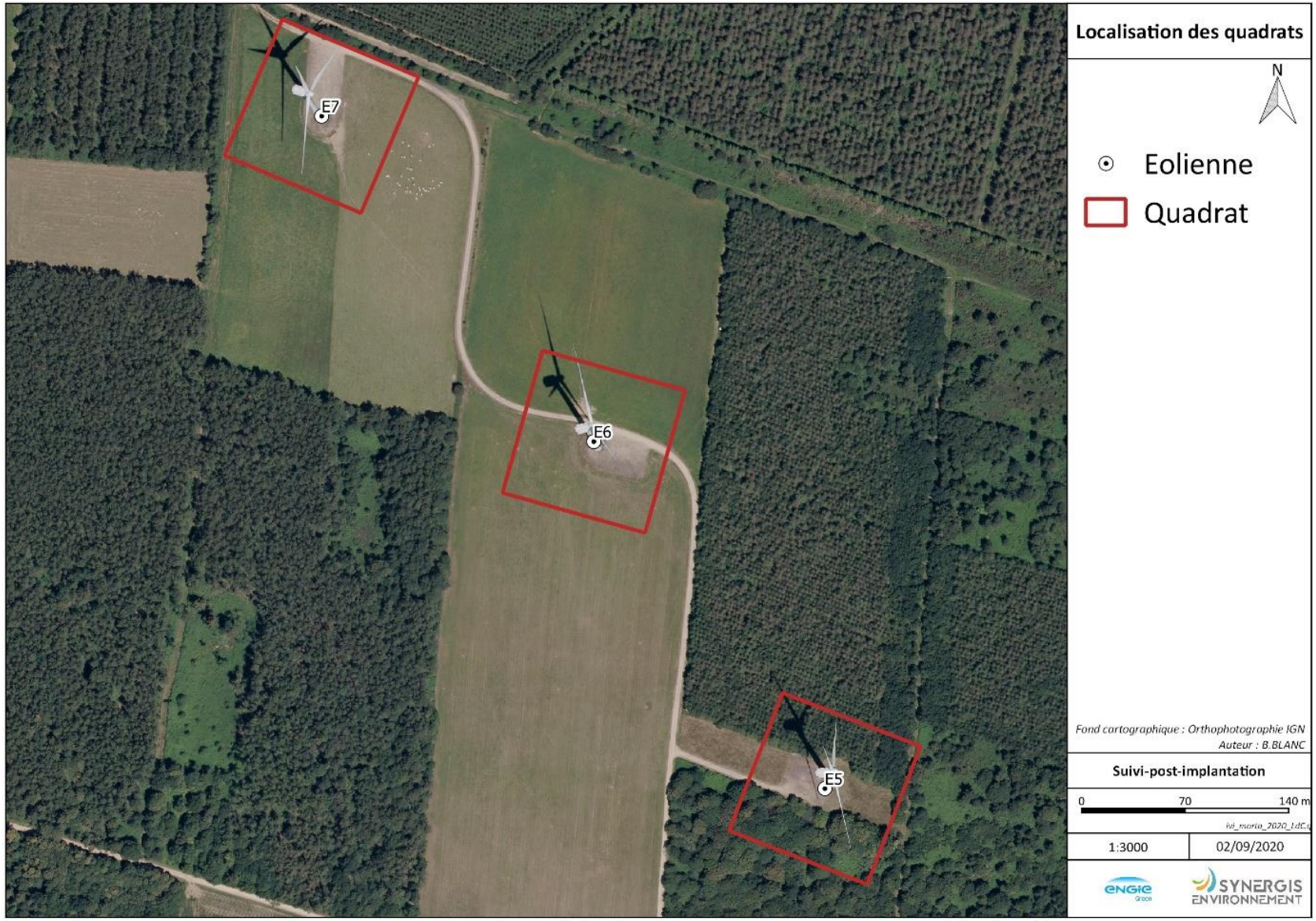


Figure 12 : Localisation des quadrats 5 à 7 du suivi de mortalité du site éolien des landes de Couesmé

Figure 13 : Localisation des quadrats 8 à 11 du suivi de mortalité du site éolien des landes de Couesmé

IV.1.1.1 - Test de détection

Le test de détection permet d'établir le coefficient de détectabilité. Celui-ci est personnel, associé à un intervenant et varie aussi selon l'occupation du sol (couvert végétal).

Tableau 14 : Résultats des tests de détection par intervenant et types de surfaces

Intervenants	Surface plane	Surface basse	Surface moyenne
Bastien Blanc	1	0,52	0,52
Kilian David	1	0,52	0,21

IV.1.1.2 - Test de persistance

Pour déterminer ce coefficient, 20 cadavres de poussins et de souris sont disséminés et répartis au pied de la moitié des éoliennes du site. Les cadavres sont dénombrés le lendemain et lors d'une série de contrôles, courant jusqu'à disparition des cadavres ou à concurrence de 14 jours.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi :

$$\bar{t} = \frac{\sum Persistance\ par\ cadavre}{Nbre\ cadavres}$$

Deux tests ont été menés, en début et fin de période de suivi.

Tableau 15 : Planning de réalisation des tests de persistance

Dates	Intervenants	Interventions
22/06/2020	Bastien Blanc	Mise en place du test 1
23/06/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 1
24/06/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 1
26/06/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 1
29/06/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 1
16/09/2020	Bastien Blanc	Mise en place du test 2
17/09/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 2
18/09/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 2
21/09/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 2
24/09/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 2
01/10/2020	Bastien Blanc	Contrôle test 2

IV.1.2 - Occupation du sol au pied des éoliennes

Quatre types de couverts sont majoritairement présents : culture, prairie de pâture, plateforme (comprenant les chemins d'accès) et boisement (comprenant les ronciers et les haies).

Les cultures sont majoritaires avec 55% de la surface totale des quadrats (Tableau 17). Ce sont des cultures de maïs, de blé et de colza (Figure 14 à 17). Les prairies représentent 20 % de la surface totale.

Ces différents couverts fluctuent en hauteur au fil du suivi. Ce qui n'est pas le cas des plateformes et des boisements représentant respectivement 15 et 10% de la surface totale.

Tableau 16 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées

Typologie simplifiée des habitats	Surface (en ha)	Pourcentage
Culture	6,0	55%
Prairie	2,3	20%
Plateforme	1,7	15%
Boisement	1,1	10%

Ces couverts induisent quatre types de surface, du point de vue du suivi :

- Les plateformes sont considérées comme des « surfaces planes »
- Les prairies sont en « végétation basse », « végétation moyenne » ou « végétation haute », selon la période
- Les cultures sont soit « non prospectables », « surfaces planes », « végétation basse », « végétation moyenne » ou « végétation haute », selon la culture et son développement
- Les boisements sont considérés comme « non prospectables »

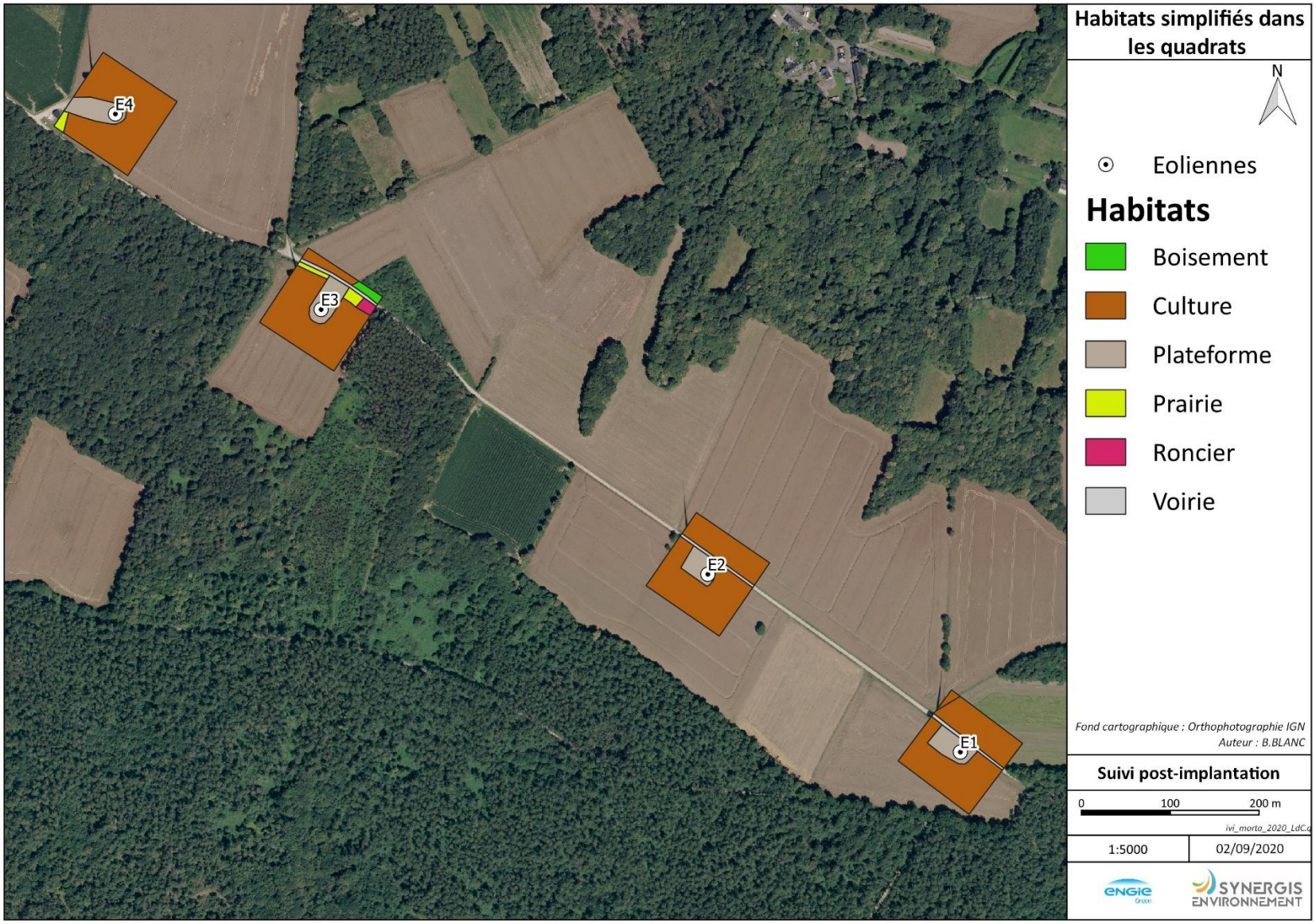


Figure 14 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes 1 à 4 du site des landes de Couesmé

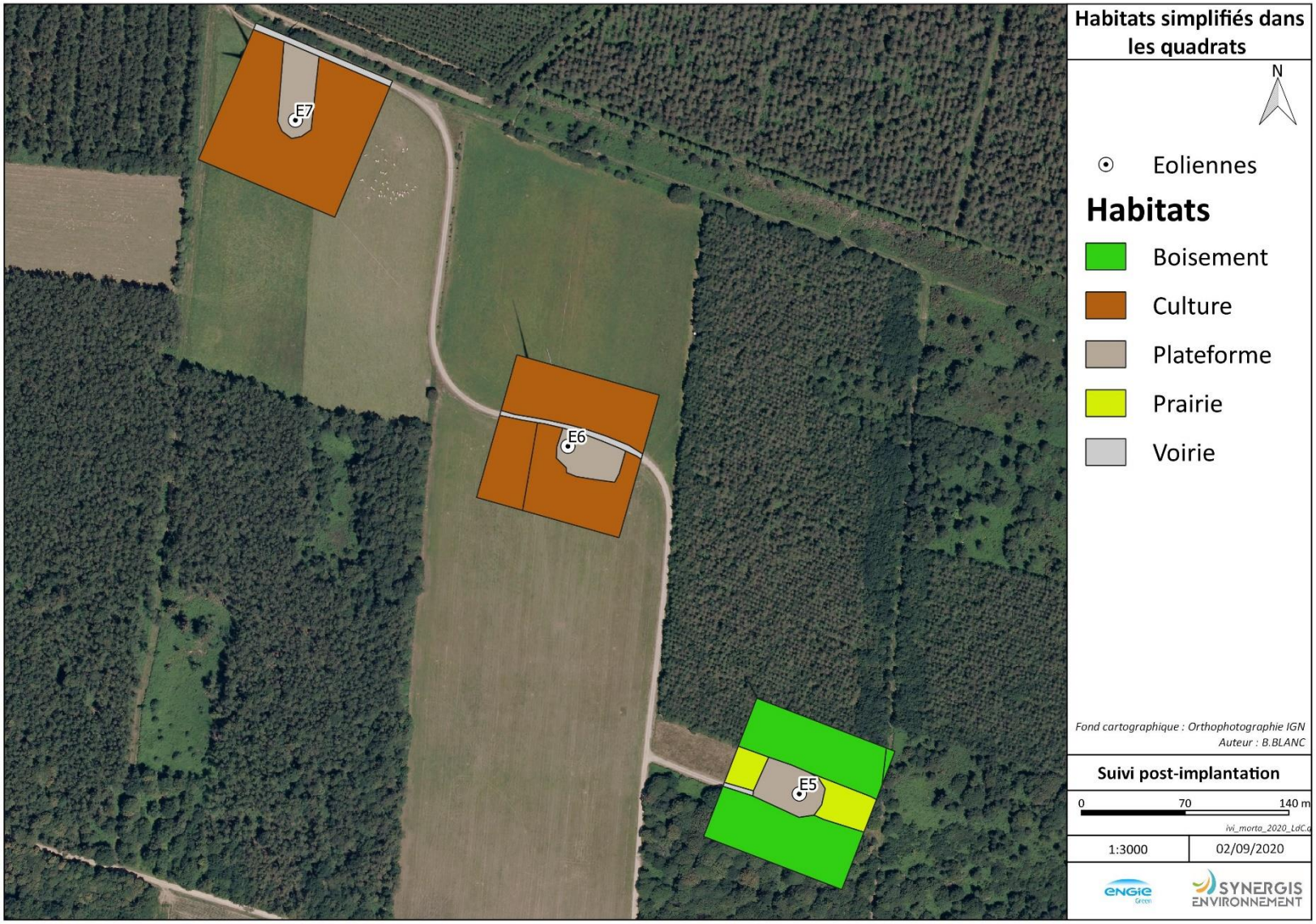


Figure 15 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes 5 à 7 du site des landes de Couesmé

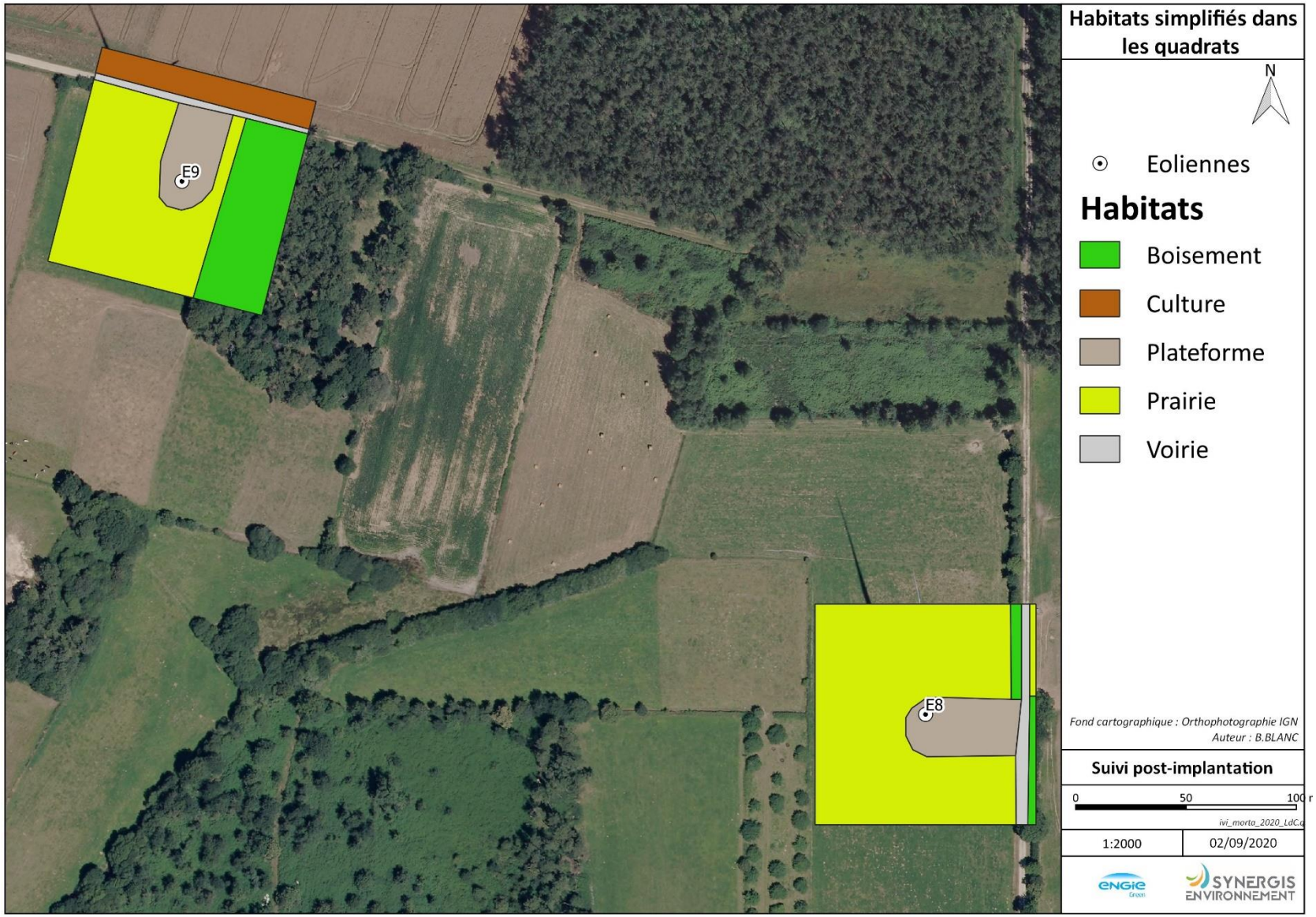


Figure 16 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes 8 et 9 du site des landes de Couesmé

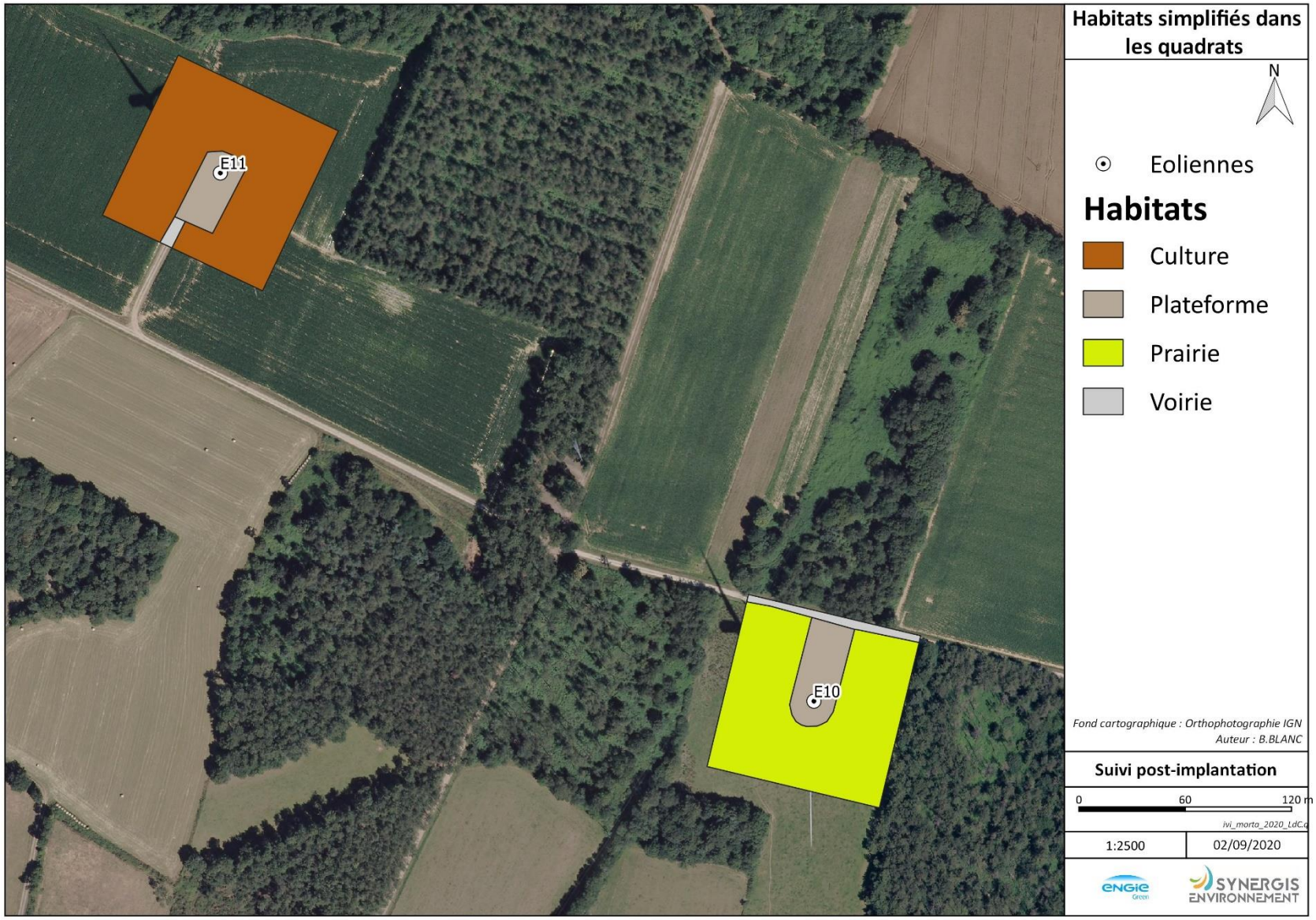


Figure 17 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes 10 et 11 du site des landes de Couesmé

IV.1.3 - Surfaces prospectées

La surface globale prospectée est assez hétérogène au cours de la période de prospection, avec de grandes disparités (Figure 18). Certaines semaines, moins de 4 ha sont prospectés (semaine 27 et 28) tandis que pour d'autres, la surface prospectée s'élève à plus de 9 ha (semaines 39, 40, 41 et 44). Le maximum possible prospectable, 11 ha, n'est jamais atteint.

Les semaines à faibles surfaces prospectées correspondent aux périodes ou les prairies et les cultures présentent une hauteur de végétation trop haute et/ou trop dense pour être parcourues et/ou en activité agricole (présence de bétail, fauche en cours). A contrario, les semaines plus largement prospectées correspondent aux moissonnages des cultures et au pâturage récent.

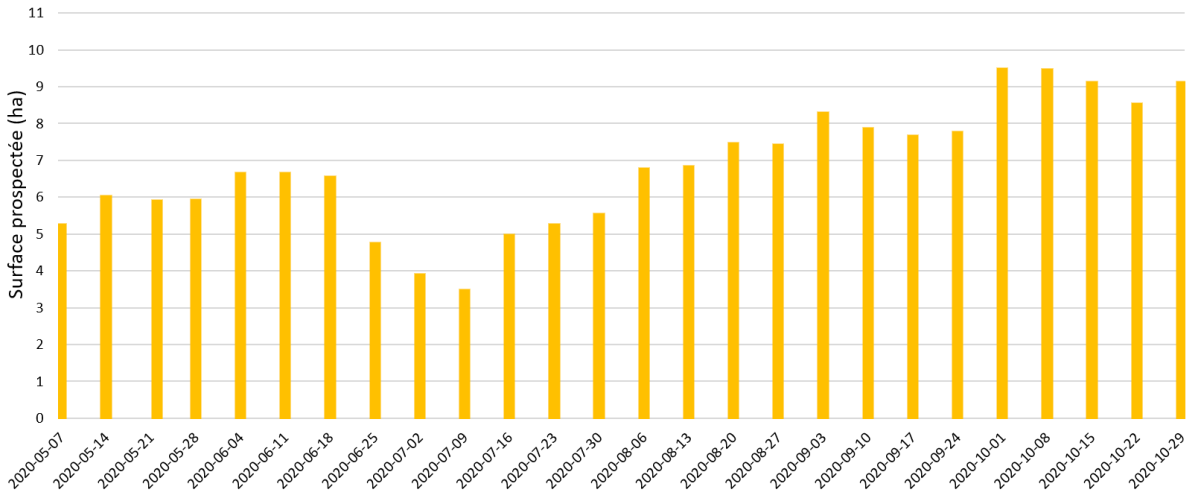


Figure 18 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires hebdomadaires

C'est le quadrat de l'éolienne E10 qui a été le plus prospectée en termes de surface au cours du suivi de 2020 (Figure 19). Les éoliennes les plus prospectées sont celles qui présentent à leurs pieds des cultures de blé ou de colza (E2 et E3) ou bien des prairies avec des pressions de pâturage fortes, mais sur de courtes périodes (E6, E7 et E10).

Pour les autres éoliennes, les surfaces hautes ou inaccessibles étaient en quantité plus importante. Avec notamment l'éolienne E5 totalement entourée de boisement et E9 sur sa partie sud-est. La présence de maïs au pied des éoliennes a également réduit les surfaces prospectables du mois de juillet à mi-octobre (éolienne E1, E4 et E11).

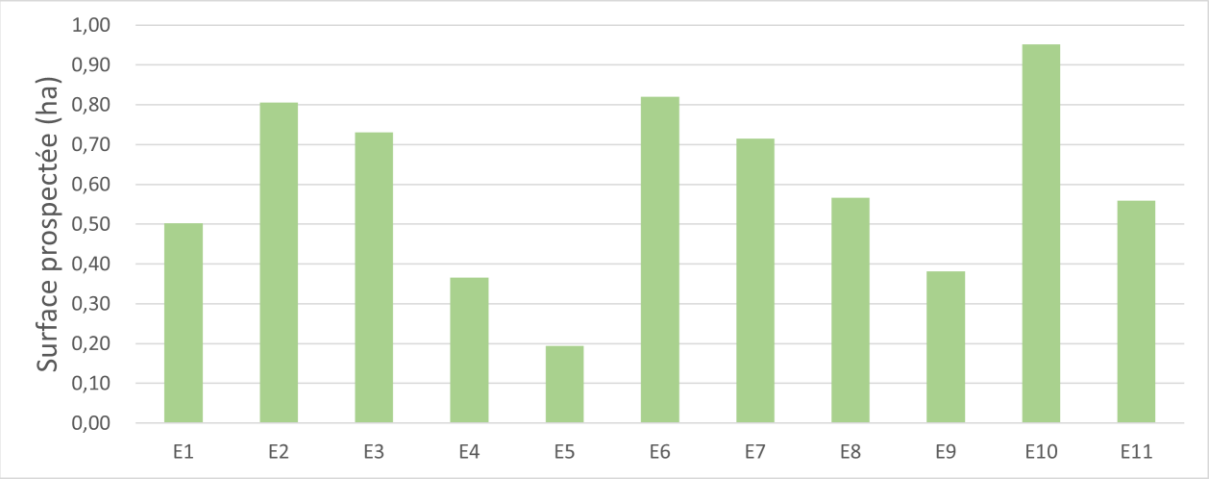


Figure 19 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes toutes interventions confondues

IV.1.4 - Coefficients de correction

IV.1.4.1 - Test de détection

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection. Ces derniers permettent de définir le coefficient de détectabilité pour chaque intervenant. Deux tests doivent être réalisés à des périodes différentes pour chaque intervenant, avec différents types de végétation pour chaque test (surface plane, végétation basse, moyenne, haute). Il faut utiliser 15 à 20 leurres et effectuer la prospection en respectant le protocole établi, tout en ayant un contrôle strict du timing en fonction de la surface (pour limiter l'intensification de la recherche au-delà de la pratique régulière).

Normalement, les intervenants ignorent qu'ils sont en test. Dans les faits, dès qu'un intervenant observe un leurre, il intègre qu'un test est en cours. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition de tester avec de faibles quantités. De plus, les contraintes pratiques (transport, préparation) font qu'il est compliqué de mettre en place ce type de test.

La quasi-totalité des passages sur les différents sites éoliens a été effectuée par deux opérateurs seulement. De ce fait, une méthodologie de test alternative a été utilisée, permettant d'avoir un taux de détection par type de végétation pour chaque intervenant.

Pour chaque test, un préparateur dépose (par jet en l'air) un nombre de leurres qu'il définit (l'objectif étant de disposer d'un lot de données suffisantes), selon une disposition tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire). Les leurres en tissu foncé ont été réutilisés, ainsi que des leurres en coton brun plus clair, et des leurres plus réalistes, mais moins nombreux.

L'intervenant principal a été testé sur un total de 90 leurres lors des deux tests génériques. Ces tests ont été mis en place sur un total de linéaire de 1034m. Les résultats des tests sont utilisés directement dans le Tableau 18 : Taux de détection composite par éolienne.

IV.1.4.2 - Test de persistance

Le test consiste à disperser, comme proies, des cadavres de 10 poussins et 10 souris au pied des éoliennes, dans la zone prospectée, et à suivre leur disparition progressive. Le premier test a été mené le 14 mai ; le second le 16 septembre. Chacun de ces deux tests a été réalisé sur six éoliennes du parc, avec 2 à 4 proies par éoliennes. Avec ces deux tests, toutes les éoliennes ont été testées au moins une fois.

Les deux tests montrent une persistance moyenne, la moitié des cadavres ayant disparu en moins de 4 jours, bien que certains soient restés sur place plus de 14 jours (Figure 20 et Figure 21). La persistance des cadavres est plus faible en septembre avec les trois quarts des cadavres qui ont disparu en 4 jours et seulement un cadavre ayant persisté sur les 14 jours du test contre 6 lors du premier test.

Le taux de persistance global est de 5,5 jours sur le parc éolien des Landes de Couesmé.

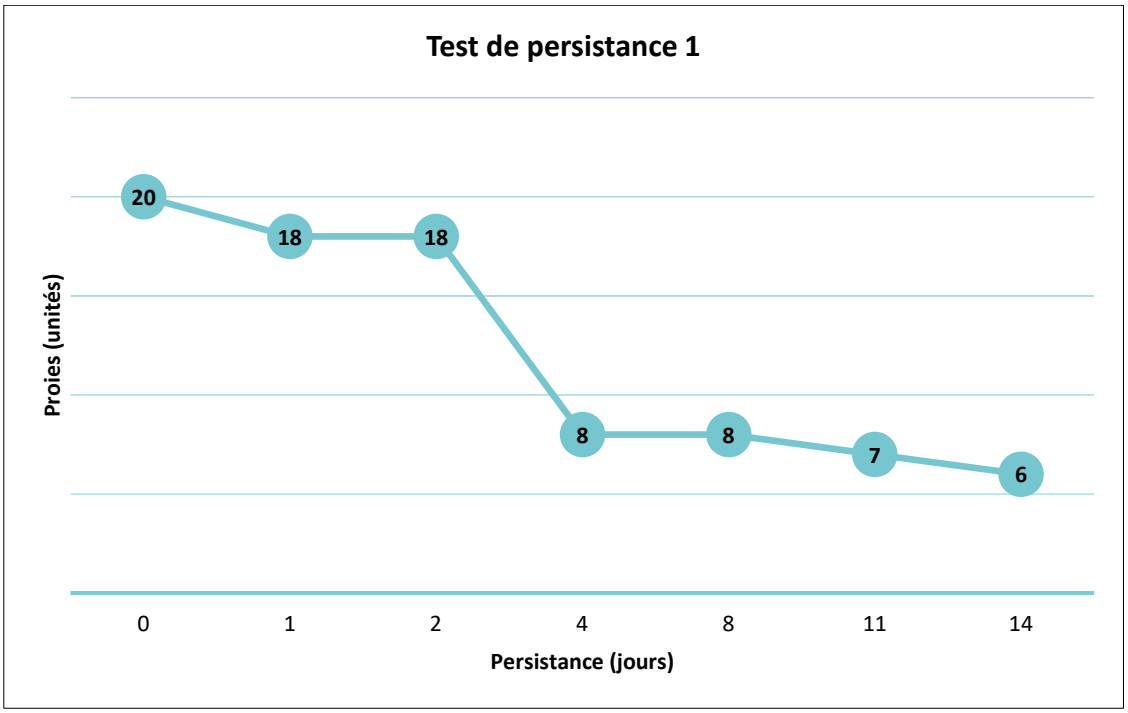


Figure 20 : Test 1, nombre de cadavres restant par jour

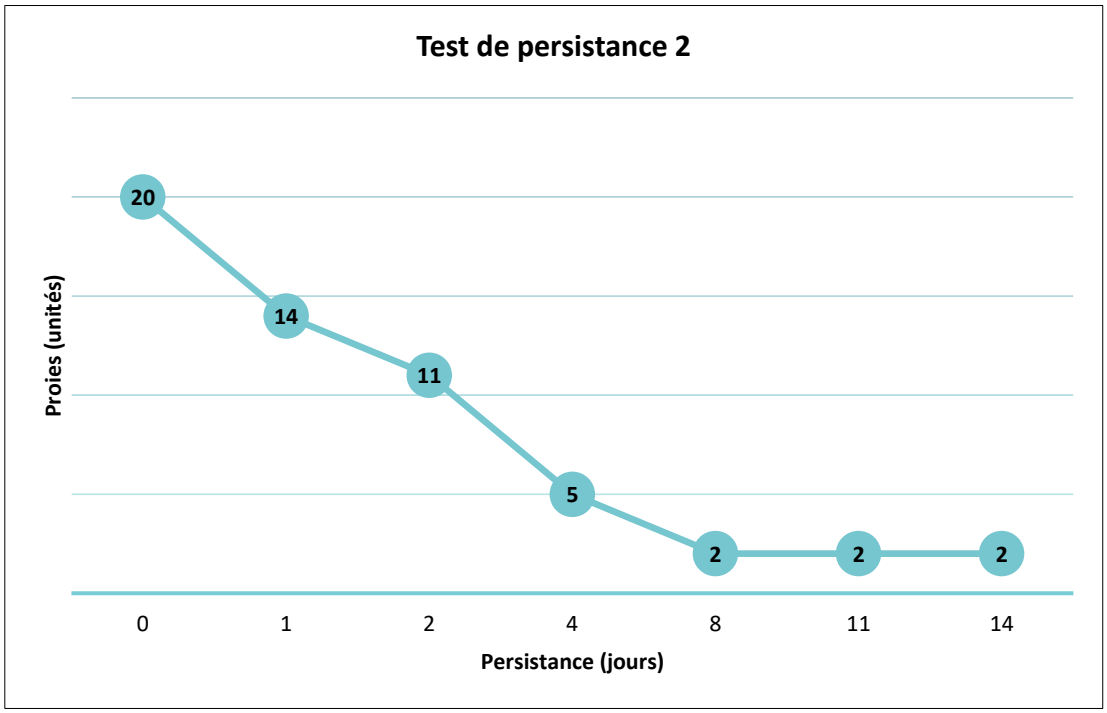


Figure 21 : Test 2, nombre de cadavres par jour

IV.1.5 - Prise en compte conjointe de la détectabilité et du couvert

À chaque type de couvert, et à chaque intervenant est associé un taux de détection spécifique.

À chaque éolienne et à chaque passage est associée une surface par type de couvert. On constitue ainsi un taux de détection composite par journée, en pondérant les taux de détection par les surfaces associées au type de couvert. La moyenne de ces taux sur la durée du suivi sera prise en compte par éolienne et pour l'ensemble du parc.

Tableau 17 : Taux de détection composite par prospection (exemple d'une partie du suivi de E7)

Date d'inventaire	Nom	Surface plane %	Surface basse %	Surface moyenne %	Surface haute %	Surface inaccessible %	% surface suivi mortalité
07/05/2020	Bastien Blanc	15,90	1,04	17,21	0	34,15	66
15/05/2020	Bastien Blanc	15,90	1,04	30,68	0	47,62	52
22/05/2020	Bastien Blanc	15,90	1,04	25,48	0	42,42	58
28/05/2020	Bastien Blanc	15,90	1,04	0	0	16,94	83
04/06/2020	Bastien Blanc	15,90	8,84	0	0	24,74	75
11/06/2020	Bastien Blanc	15,90	8,84	0	0	24,74	75
18/06/2020	Bastien Blanc	15,90	43,73	0	0	59,63	40
25/06/2020	Bastien Blanc	0	0	0	0	0	0

Pour chaque éolienne, ainsi que pour le parc entier, un taux de détection composite peut être établi.

L'utilisation du programme du CEFE pour les calculs nécessite de fournir des chiffres de détection, issus des tests de terrain, en moyennant les différents observateurs. La prise en compte des différents couverts végétaux ne permet pas d'utiliser directement le programme. Des chiffres utilisables avec les taux composites sont donc créés.

Les tests initiaux ayant porté sur 135 leurres, le calcul d'un nombre de leurres théoriquement détecté dans chaque cas permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection ; Tableau 18).

Tableau 18 : Taux de détection composite par éolienne

Eolienne	Taux de détection composite	Détection théorique
E1	0,424	57,227
E2	0,401	54,141
E3	0,574	77,516
E4	0,229	30,906
E5	0,102	13,818
E6	0,489	65,950
E7	0,438	59,071
E8	0,358	48,336
E9	0,261	35,253
E10	0,540	72,844
E11	0,377	50,868
Parc	**0,352**	**47,574**

IV.1.6 - Données de mortalité constatée

Durant le suivi 2020 sur le parc des Landes de Couesmé et de ses 11 éoliennes, **huit cas de mortalité** ont été enregistrés : **sept cadavres d'oiseaux et un cadavre de chauve-souris.** Les cadavres ont été retrouvés sous 3 éoliennes différentes : E3 (4 cadavres), E7 (2 cadavres) et E10 (3 cadavres).

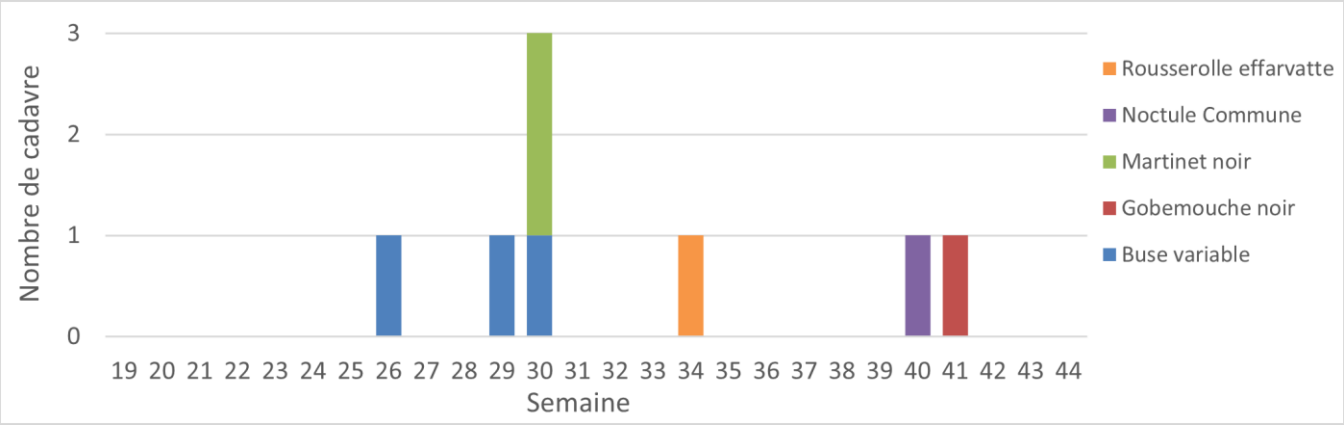


Figure 22 : Chronologie des observations de mortalité, par espèce et par semaine

Les 3 plumées d'oiseaux découvertes ne sont pas analysées dans ce rapport, étant donné que la cause de la mort ne peut pas être attribuée avec certitudes aux éoliennes.

Tableau 19 : récapitulatif des cadavres trouvés lors du suivi de mortalité 2020

Espèces	Date de découverte	Eolienne
Buse variable (*Buteo buteo*)	25/06/2020	E10
Buse variable (*Buteo buteo*)	17/07/2020	E3
Martinet noir (*Apus apus*)	20/07/2020	E3
Buse variable (*Buteo buteo*)	23/07/2020	E3
Martinet noir (*Apus apus*)	23/07/2020	E10
Rousserolle effarvatte (*Acrocephalus scirpaceus*)	20/08/2020	E10
Noctule commune (*Nyctalus noctula*)	01/01/2020	E7
Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*)	08/10/2020	E7

IV.1.7 - Évaluation de la mortalité réelle

IV.1.7.1 - Évaluation pour le parc entier

L'estimation de la mortalité est calculée via l'application https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/ à l'échelle du parc entier et pour chaque éolienne. Les estimations sont données pour chaque taxon et sont basées sur l'ensemble de la période suivi.

Il n'est pas possible d'avoir une estimation pour l'année entière, car les périodes non couvertes sont a priori nettement moins accidentogènes.

Pour chaque estimateur, il est retenu la valeur médiane des simulations (autant de simulations avec moins que plus de mortalité). Deux intervalles de confiance (IC) sont aussi présentés. Celui à 95%, borné par IC 2,5 et IC 97,5 (95% des simulations sont comprises entre les deux bornes, 2,5% au-dessus et 2,5% au-dessous), et celui à 80%, borné par IC 10 et IC 90 (80% des simulations comprises entre les deux bornes, 10% au-dessus et autant en dessous). C'est ce dernier intervalle de confiance (IC), qui est retenu ici pour évaluer le chiffre réel.

❖ **Chiroptères**

Tableau 20 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien des Landes de Couesmé

Parc entier					
Formule	**Médiane**	**IC 2,5**	**IC 97,5**	**IC 0,10**	**IC 0,90**
Erickson	4,63	0	17,64	0	12,1
Huso	6,53	0	23,48	0	16,01
Jones	6,97	0	25,45	0	17,49
	6			**0**	**15**

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de 8 chauves-souris sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 15 individus.

❖ **Avifaune**

Tableau 21 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien des Landes de Couesmé

Parc entier					
Formule	**Médiane**	**IC 2,5**	**IC 97,5**	**IC 0,10**	**IC 0,90**
Erickson	33,22	7,62	79,35	14,23	60,72
Huso	45,91	11,41	103,9	20,15	81,48
Jones	49,32	11,99	113,86	21,65	88,34
	43			**14**	**88**

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour l'avifaune est de l'ordre de 43 oiseaux sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 14 et 88 individus.

IV.1.7.2 - Évaluation par éolienne

La mortalité enregistrée aux pieds des éoliennes E1, E2, E4, E5, E6, E8 et E11 étant nulle, il n'est pas possible d'utiliser d'estimateur. En ce qui concerne les autres éoliennes, c'est la moyenne des médianes et des IC à 10% et 90% des différentes simulations qui sont retenus (Tableau 22).

Tableau 22 : Mortalité réelle supposée par taxon et par éolienne sur le parc des Landes de Couesmé

Eolienne	Avifaune		Chiroptères	
	Médiane moyenne	Intervalle de confiance [10-90]	Médiane moyenne	Intervalle de confiance [10-90]
E3 (3 cadavres)	**9**	**[3-20]**		
E7 (1 oiseau et 1 chiroptère)	**5**	**[1-11]**	**5**	**[1-11]**
E10 (3 cadavres)	**8**	**[3-6]**		

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne E3 est de l'ordre de 9 oiseaux sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 3 et 20 individus.

La mortalité réelle supposée, aussi bien pour les chiroptères que l'avifaune, pour l'éolienne E7 est de l'ordre de 5 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 et 11 individus.

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne E10 est de l'ordre de 8 oiseaux sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 3 et 6 individus.

IV.1.8 - Effaroucheur à ultrason

Deux effaroucheurs à ultrason ont été installés sur 2 éoliennes : E1 et E4. Deux autres éoliennes ont servi de témoin : E2 et E3.

Un suivi spécifique sur les quatre éoliennes concernées a été réalisé du 08/07/2020 au 28/08/2020 avec une fréquence de passage quotidienne (5 jours par semaine).

Aucun cas de mortalité n'a été recensé sur cette période, aussi bien sur ces quatre éoliennes que sur le reste du parc. Bien que ce constat contraste de manière très significative avec les résultats de l'année 2019 (3 cadavres de chiroptères trouvés sous E1, 3 cadavres de chiroptère sous E4), il est plutôt positif. En effet, un contrôle journalier est réalisé lors de la période la plus mortifère, selon le retour d'expérience de Synergis environnement sur le parc des Landes de Couesmé (juillet et aout). Bien que la période de suivi soit assez restreinte (8 semaines) et que c'est la première année d'utilisation de ce type de matériel sur le site, les effaroucheurs semblent alors montrer une certaine efficacité quant à l'évitement de collisions avec les chiroptères.

Cependant, la mise en place du bridage sur ces éoliennes ne permet pas de dissocier les effets de ces deux facteurs sur la mortalité des chiroptères.

IV.1.1 - Données disponibles pour l'analyse

IV.1.1.1 - Vents et activité des éoliennes

Les horaires de coucher et de lever de soleil sur le parc des Landes de Couesmé ont été pris en compte chaque jour pour définir les 5 périodes (cf.III.2.5.1 -). La durée de période « journée » et de la nuit sont en conséquence variables, selon l'avancement des saisons.

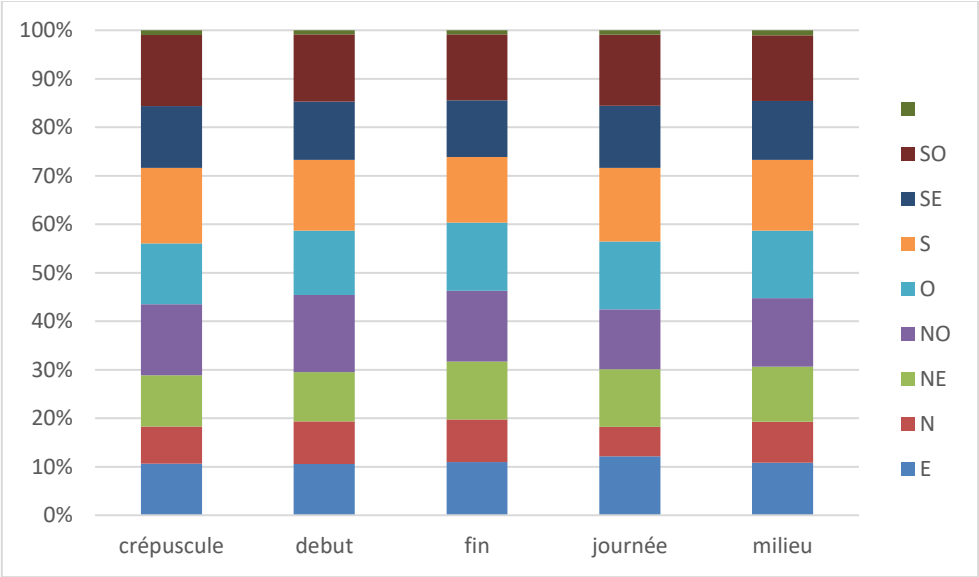
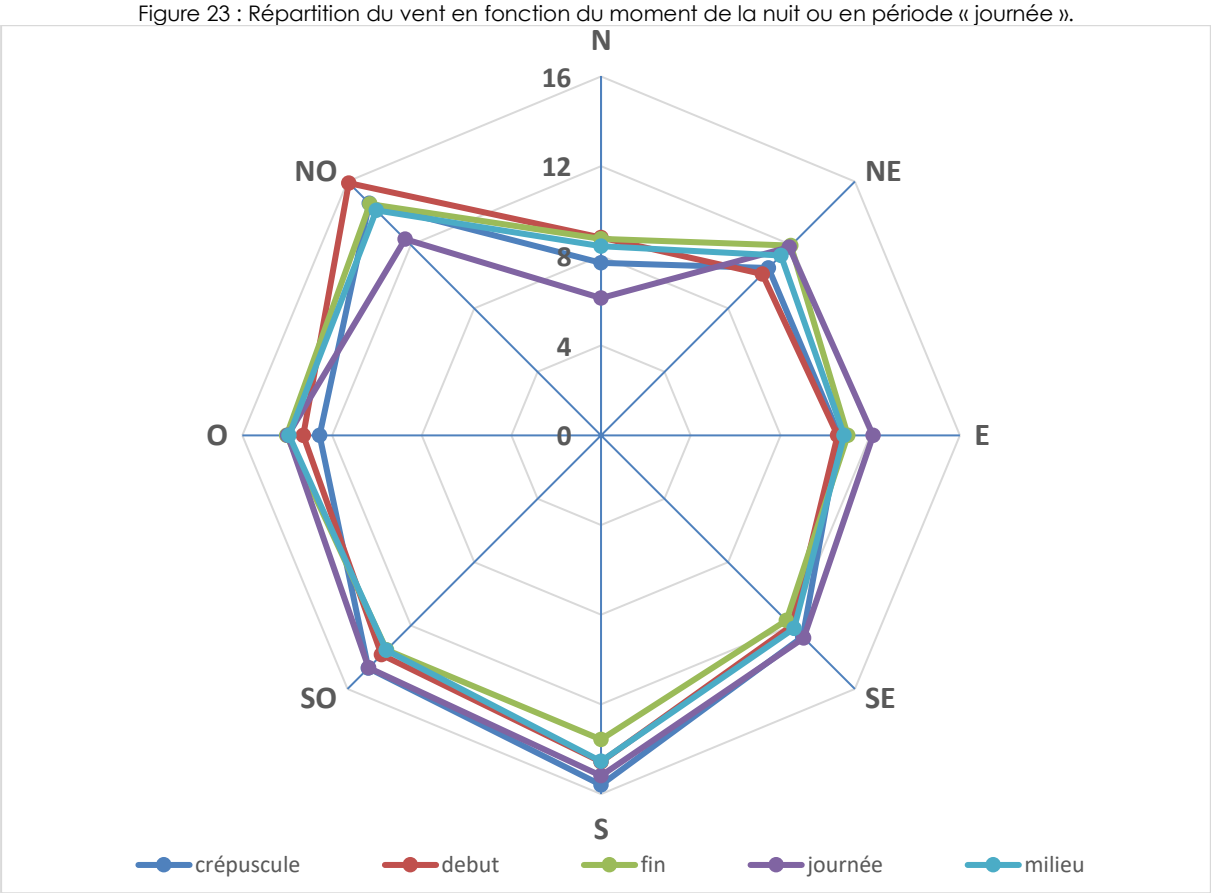


Figure 23 : Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée ».



On constate que, sur la période du suivi, il n'y pas de grande tendance des directions des vents.

Pour chaque première partie de nuit (crépuscule + début), il a été déterminé la vitesse moyenne du vent enregistré, ainsi que la moyenne de l'activité des éoliennes, sur la base de la vitesse de rotation des pales.

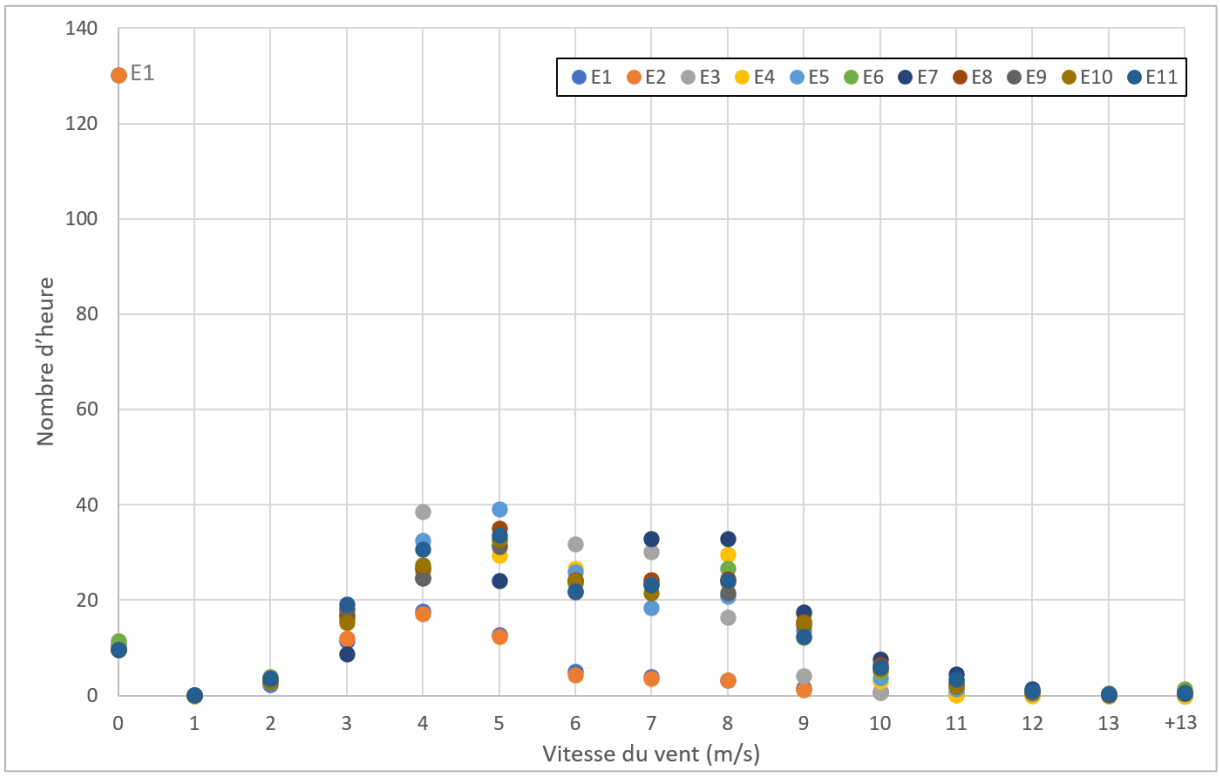


Figure 24 – Nombre d'heures observés par classe de vitesse de vent sur l'ensemble de la nuit par éolienne en m/s. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondent à classe 0 : vent de 0m/s, classe 1 :]0 ;1m/s], classe 2 :]1 ;2m/s] ..., classe 13 :]12 ;13m/s], classe +13 : vent >13m/s.

Sur la période de suivi, sur l'ensemble de la nuit, le vent a rarement été très fort. La medianedu parc s'établit à 4.19 m/s. Des dysfonctionnements des mesures de vitesse de vent pour les éoliennes E1 et E2 sont à noter (Figure 24) étant donné que ces éoliennes étaient en activités la plupart des nuits (Figure 25).

En majorité, les vents ont une vélocité entre 5m/s et 10m/s. Au sein de ces classes, une certaine hétérogénéité est constatée entre les éoliennes et de façon plus marquée pour les vents entre 8 et 10m/s.

Les deux vitesses de vent étudiées sont 5,5 m/s et 6 m/s. Il est constaté que 56% des vents sur l'ensemble des nuits sont inférieurs à 5,5 m/s contre 62% pour des vents inférieurs à 6m/s.

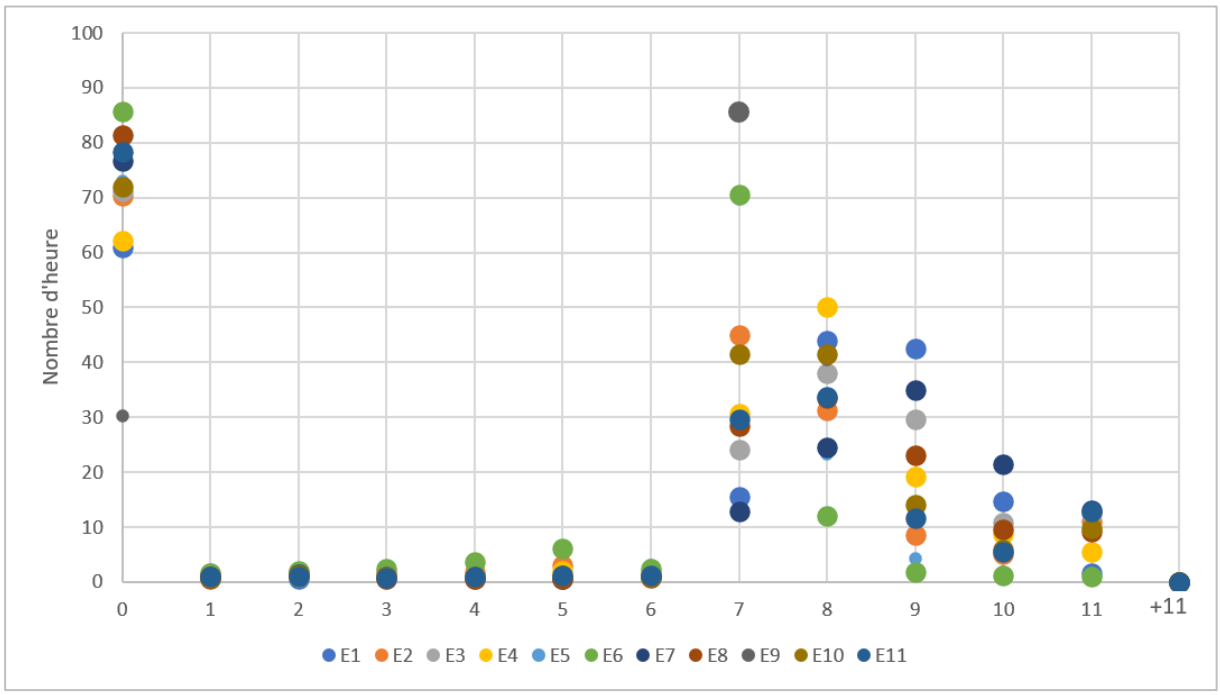


Figure 25 – Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes). Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondent à classe 0 : rotation de 0tr/min, classe 1 :]0 ;1tr/min], classe 2 :]1 ;2tr/min] ..., classe 11 :]10 ;11tr/min], classe +11 : rotation >11tr/min.

Le niveau d'activité des éoliennes est établi en fonction de la vitesse de rotation des éoliennes.

Toujours sur l'ensemble de la nuit, on observe l'effet du bridage avec des nuances selon les éoliennes (Figure 25). L'éolienne E9 a été arrêtée moins souvent que les autres (30 heures, contre 73 heures en moyennes pour les autres éoliennes). Les éoliennes atteignent rapidement un niveau d'activité marqué (rotation).

La majorité des éoliennes montre une activité moyenne de rotation de pâles autour de 8 tr/min. Cependant les éoliennes E5 et E6 affichent une activité principale entre 6 et 7 tr/min et très peu sur les classes supérieures. Les différences notables entre les autres éoliennes se situent sur les classes d'activités au-dessus de 7m/s et principalement pour les classes de 7 à 8tr/min et de 8 à 9tr/min.

Une assez bonne corrélation est à noter entre les vitesses de vents et l'activité des éoliennes ce qui est assez logique, avec toutefois une tendance à rester dans la classe 7 à 8 tr/min même si le vent augmente.

Un palier bien visible est apparent à partir de plus de 7 tr/min, qui correspond au début de fonctionnement effectif de l'éolienne, soit une rotation de 8 tours/minute. Le passage de danger faible (voire nul) pour les chiroptères (donc rotation nulle ou peu marquée) à danger important se fait sur une variation faible du niveau de vent.

IV.1.2 - Bridage des éoliennes

Le bridage sur les éoliennes du parc des Landes de Couesmé s'est opéré comme indiqué dans le Tableau 23.

Tableau 23 : Condition de bridage appliquer sur le parc des Landes de Couesmé en 2020

Période	**01/07/2020 31/07/2020**		**01/08/2020 31/08/2020**		**01/09/2020 23/09/2020**		**23/09/2020 30/09/2020**		**01/10/2020 31/10/2020**	
Eolienne	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11
Vent	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s
Pluie	Si Absence		Si Absence		Si Absence		Si Absence		Si Absence	
T°	Sans condition		Sans condition		Sans condition		Sans condition		Sans condition	
Horaire	21h30 – 8h		21h -9h		20h – 10h		20h 9h		19h – 9h	

Les résultats de ces mesures de bridages renforcées sont plutôt positifs : 1 seul cas de mortalité de chiroptères est constatée en 2020, contre 20 cas en 2019.

De plus, en 2016 et 2017, les suivis de mortalité réalisés, bien que menés sur seulement 3 éoliennes (E3, E4 et E8), ont révélés une mortalité modérée à forte. En effet, en 2017, 5 cas de mortalité de chiroptères) sont observés sous E3 et E4. En 2016, 18 cas de mortalité de chiroptères sont recensés, toujours sous les éoliennes E3 et E4 (ce qui ne veut pas dire qu'il n'y avait pas de mortalité sous les autres éoliennes du parc).

Pour rappel, en 2016, 2017 et 2019, les éoliennes E3, E4 et E8 sont soumises à un bridage plus léger qu'en 2020, puisque basé sur un arrêt des machines par des vents inférieurs à 5,5 m/s. En 2019, le bridage à 5,5 m/s est maintenu mais est étendu à l'ensemble du parc entre les semaines 33 et 44.

Ce constat met en avant l'intérêt et l'efficacité du bridage selon les paramètres instaurés en 2020.

Pour confirmer ces résultats, il parait indispensable de maintenir les mêmes conditions de bridage pour la saison 2021.

V. Analyse

V.1 Suivi de la mortalité

V.1.1 - Influence du contexte paysagé par éolienne

Il est intéressant de regarder si l'environnement de chaque éolienne diffère et peut avoir un lien avec la mortalité réelle supposée. Le tableau ci-dessous mesure la distance minimale entre chaque éolienne et l'élément de relief du paysage le plus proche pouvant favoriser la présence d'oiseaux ou de chauve-souris.

Tableau 24 – Distances des éoliennes aux reliefs paysagers

Eolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Distance minimale
E1	Boisement feuillus	55 m
E2	Boisement feuillus	117 m
E3	Fourrés	45 m
E4	Boisement feuillus	75
E5	Plantation de résineux Boisement feuillus	16 m 18 m
E6	Plantation résineux	70 m
E7	Haies	55 m
E8	Haies	40 m
E9	Boisement résineux	20 m
E10	Boisement feuillus	50 m
E11	Plantation résineux	80 m

L'étude du bureau d'étude Ouest Aménagement (Normand & Coislot, Ouest Am., 2020) montre que la grande majorité des éoliennes étudiées (349 au total) sous lesquelles un cadavre est recensé, est située à moins de 100 mètres d'une lisière ; c'est-à-dire d'une haie ou d'un boisement. L'étude met en avant l'importance des 70 premiers mètres dans la découverte de cas de mortalité.

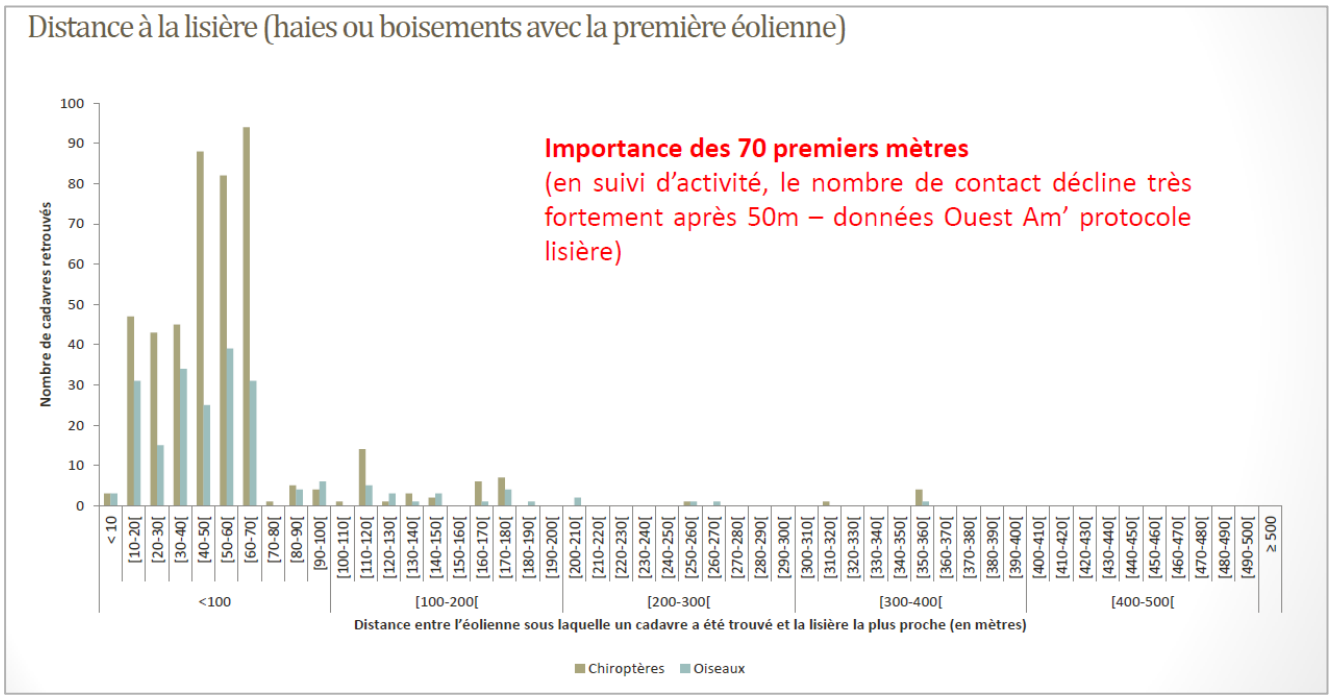


Figure 26 – Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière

(Source: NORMAND & COISLOT, Ouest Am, 2020)

Sur le parc des Landes de Couesmé, 9 des 11 éoliennes sont situées à une distance inférieure ou égale à 70 mètres de la première haie ou boisement. Les deux éoliennes restantes sont situées à 80 et 117 mètres d'un élément similaire (cf. Tableau 24).

Les 3 éoliennes concernées par un cas de mortalité en 2020 (E3, E7 et E10) se trouvent à moins de 55m d'un élément de relief paysagé.

Cependant, on constate qu'il n'y a pas de différence importante entre les éoliennes mortifères et les autres dans la proximité avec les éléments paysagers. L'emplacement de E5 est même, par exemple, mieux situé dans la matrice paysagère.

A plus large échelle, le parc éolien des landes de Couesmé est localisé sur l'extension d'un corridor écologique d'importance régionale constitué notamment de boisements de feuillus, qui traverse le centre du Morbihan d'est en ouest et s'étend également au sud du département de l'Ille-et-Vilaine (Figure 6). Cette même entité est également située juste au nord des Landes de Lanvaux, autre élément de relief d'importance départementale. Les oiseaux comme les chiroptères utilisent ces éléments de paysage pour se déplacer et pour migrer. Les chiroptères vont notamment utiliser les entités forestières pour se nourrir et sont donc attirés par celle-ci.

Cette analyse paysagère peut être une des causes de fréquentation élevée de la faune volante sur ce parc et constituer de ce fait une cause de mortalité.

V.1.2 - Espèces retrouvées

V.1.2.1 - Avifaune

- **La buse variable**

Trois cadavres de buses variable, *Buteo buteo,* sont retrouvés aux dates suivantes : 25/06/2020, 17/07/2020 et le 23/07/2020. La synthèse LPO de 2017 classe cette espèce 6ème (56 cadavres retrouvées) dans la fréquence de découverte et la synthèse européenne de T. Dürr (2020) au niveau européen la classe 3ème (837 individus retrouvés). Le plus grand nombre de découvertes se fait habituellement lors de la période de migration (Figure 24) ce qui n'est pas le cas ici.

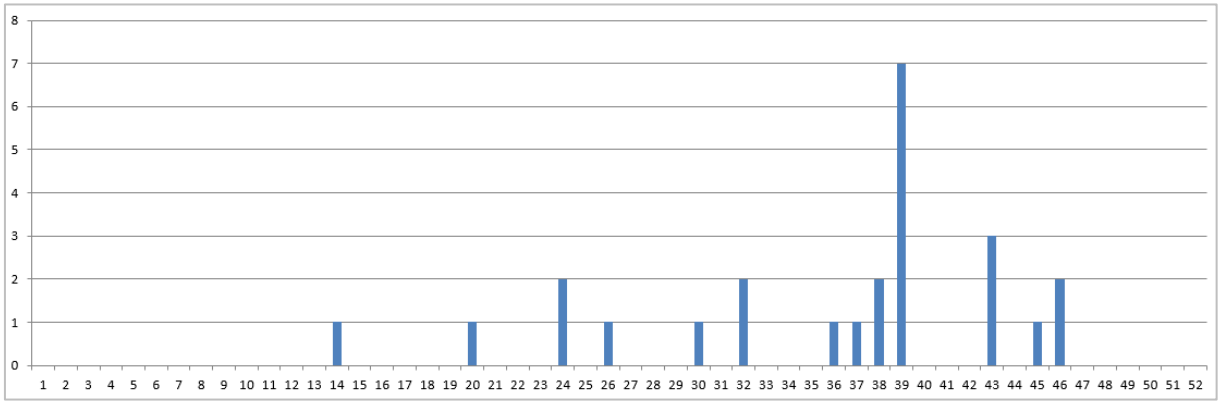


Figure 27 - chronologie des découvertes de buse variable (Marx, 2017)

Sensibilité

La sensibilité de la buse variable en période nidification peut être expliquée par des comportements de parade nuptiale, de chasse au ras des boisements ou de prise de thermiques. La prise de courant thermiques et l'envol des jeunes sont aussi des facteurs de risque. Dans le cas des Landes de Couesmé les éoliennes E3 et E10 sont cernées par des boisements ce qui renforce ces hypothèses. De mauvaises conditions météorologiques peuvent aussi causer ces collisions. La sensibilité de la buse variable est définie comme « forte ».

Vulnérabilité

Bien que l'enjeu patrimonial de la buse variable en période de reproduction soit faible, la sensibilité forte de cette espèce en période nuptiale combinée avec la découverte de trois cadavres la même année pour le seul parc des landes de Couesmé justifie la définition du niveau de vulnérabilité « forte ». L'absence de cas de mortalité les années précédentes ne permet pas de conduire à la réduction du niveau de vulnérabilité de l'espèce car les dynamiques de populations de ces rapaces sont lentes et fragiles.

- **Le gobemouche noir**

Lors du suivi de 2020, un cadavre de gobemouche noir, *Ficedula hypoleuca,* est retrouvé le 08/10/2020 (âge indéterminé : femelle adulte ou jeune de l'année). Cette espèce figure dans le top 15 des espèces les plus impactées par les éoliennes en France, d'après la synthèse LPO (Marx G., 2017). C'est une espèce migratrice traversant la France en fin d'été, début d'automne, ce qui correspond à la période de découverte du cadavre. C'est le premier cas constaté pour le parc des landes de Couesmé depuis le début des suivis.

Sensibilité

La sensibilité du gobemouche noir en période de migration postnuptiale s'explique en partie par le comportement de migration nocturne. Ainsi, la visibilité des pales en mouvement et l'appréciation de la vitesse de ces dernières peuvent être réduites. De plus, la migration postnuptiale comprend tous les jeunes oiseaux nés durant le printemps et qui effectuent leur premier grand déplacement. Le manque d'expérience peut alors accroitre leur sensibilité à la collision. La sensibilité du gobemouche noir est définie comme « modérée » en période de reproduction et faible par ailleurs.

Vulnérabilité

C'est le premier cas de mortalité de l'espèce sur le parc. La vulnérabilité de cette espèce est définie comme « faible ». En effet, l'enjeu patrimonial du gobemouche noir ainsi que sa sensibilité sont faibles en période de migration.

- **La rousserolle effarvatte**

Le seul cadavre de rousserolle effarvatte, *Acrocephalus scirpaceus,* est découvert le 20/08/2020. Au niveau national cette espèce n'est pas répertoriée dans la synthèse de la LPO de 2017 (Marx) et seuls 17 individus sont recensés au niveau européen (Dürr, 2020). Cette espèce est une très grande migratrice qui commence sa migration dé fin août. C'est le premier cas constaté pour le parc des landes de Couesmé depuis le début des suivis.

Sensibilité

La migration nocturne de ces passereaux peut expliquer cette collision. De mauvaises conditions météorologiques, notamment un brouillard épais, peuvent également fortement limiter la capacité de détection des éoliennes de ces oiseaux pendant leurs déplacements. Ce peut aussi être le fourré traversé par un fossé situé au nord de

l'éolienne en question qui a pu attirer cet individu pour effectuer une halte dans sa longue migration. La sensibilité de la rousserolle effarvatte reste cependant faible.

Vulnérabilité

C'est le premier cas de mortalité de l'espèce sur ce site. L'enjeu patrimonial de ce passereau en période de migration est de niveau faible. La sensibilité étant considérée comme faible, le niveau de vulnérabilité de la rousserolle effarvatte est défini comme « faible » en période de migration postnuptiale.

- **Le martinet noir**

Lors du suivi 2020, 2 cadavres de jeunes martinet noir, *Apus apus,* sont retrouvés, le 20/07/2020 et le 23/07/2020. Cette espèce est la 2e la plus impactée par les éoliennes, d'après la synthèse LPO (MARX G., 2017), avec 108 cas de mortalité répertoriés sur 38 parcs, répartis sur 22 départements. Les cas de mortalité se concentrent essentiellement lors de la période d'envol des jeunes et de migration, soit entre la mi-juillet et la mi-août (semaine 26 à 31), ce qui correspond à ceux trouvés cette année sur le parc. Avec 6 cas de mortalités constatés sur l'ensemble des suivis de mortalités *Apus apus* est l'espèce la plus retrouvée sous les éoliennes du parc des Landes de Couesmé (Tableau 25).

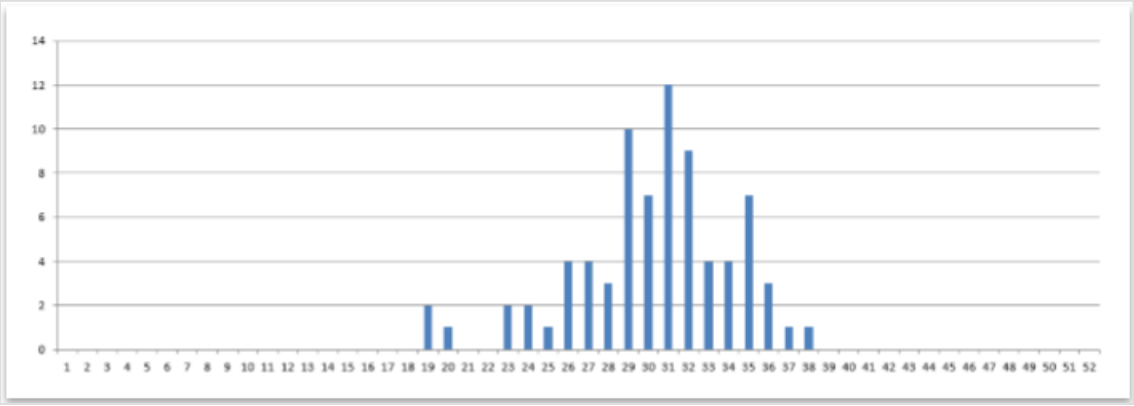


Figure 28 – Chronologie des découvertes de martinet noir

Source : Marx G., 2017

Sensibilité

Cette prédominance des martinets noirs dans les cas de mortalité recensés peut sembler étonnante au premier abord puisqu'il s'agit d'un oiseau extrêmement rapide et agile en vol. Toutefois, cette espèce a tendance à tenter la traversée des parcs – plutôt que de les contourner – et est soumise aux turbulences et à la dynamique des courants thermiques. Il est de plus possible qu'un certain nombre d'individus soient impactés lors de déplacements nocturnes. Le niveau de sensibilité du martinet noir est considéré comme « forte ».

Vulnérabilité

En période de migration postnuptiale, l'enjeu patrimonial du martinet noir est défini comme « faible ». La sensibilité forte qui lui est conférée permet de définir la vulnérabilité de cet oiseau comme « modérée » en période de migration postnuptiale et « faible » en dehors de celle-ci.

Le tableau ci-dessous récapitule les cas de mortalité d'oiseaux sur le parc des Landes de Couesmé, entre 2015 et 2016

Tableau 25 : Récapitulatif des cas de mortalité d'oiseaux constatés lors des suivis de mortalité

Nom vernaculaire	Nom scientifique	2015	2016	2017	2019	2020	Total
Alouette lulu	*Lullula arborea*			1			1
Grive musicienne	*Turdus philomelos*				4		4
Grive mauvis	*Turdus iliacus*				1		1
Grive sp.	*Turdus sp.*			1			1
Pouillot à grand sourcil	*Phylloscopus inormatus*			1			1
Roitelet triple-bandeau	*Regulus ignicapilla*		1		3		4
Roitelet huppé	*Regulus regulus*				1		1
Roitelet sp.	*Regulus sp.*				3		3
Rougegorge familier	*Eritacus rubecula*		1		4		4
Verdier d'Europe	*Chloris chloris*	1					1
Buse variable	*Buteo buteo*					3	3
Bruant jaune	*Emberiza citrinella*				1		1
Martinet noir	*Apus apus*				4	2	6
Epervier d'Europe	*Accipiter nisus*				1		1
Hypolaïs polyglotte	*Hippolais polyglotta*				1		1
Gobemouche noir	*Ficedula hypoleuca*					1	1
Rousserolle effarvatte	*Acrocephalus scirpaceus*					1	1
Plumée sp.					2		2
Total		1	2	3	25	7	36

V.1.2.2 - Chiroptères

Un cadavre de **noctule commune,** *Nyctalus noctula,* a été retrouvé sous l'éolienne E7 à la date du 01/10/2020, correspondant à la période de migration.

Sensibilité

La noctule commune figure parmi les plus grandes espèces d'Europe. Elle est migratrice et peut effectuer de très longs parcours. Cette noctule figure à la 3e place des espèces les plus retrouvées dans les suivis de mortalité, presque au même niveau que la pipistrelle de Nathusius. En effet, plus de 1500 cadavres sont comptabilisés à l'échelle de l'Europe et une centaine en France. Les parcs éoliens représentent probablement la plus grande menace à venir pour cette espèce, notamment lors des déplacements migratoires.

Son attraction pour les éoliennes peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- Le balisage lumineux des éoliennes (CRYAN & BARCLAY, 2009),
- La perception erronée des éoliennes,
- L'utilisation des éoliennes comme terrain de chasse,
- L'attraction d'insectes au niveau des éoliennes et donc des chauves-souris (RYDELL & al., 2010),
- La couleur du mat (LONG & al., 2011).

Vulnérabilité

La vulnérabilité d'une chauve-souris est définie selon son niveau d'enjeu et son niveau de sensibilité. La vulnérabilité de la noctule commune est déterminée comme « forte ».

L'activité en nacelle de la noctule commune s'est révélée forte pour les éoliennes E2 et E10 aux périodes de découverte des cadavres.

Le tableau ci-dessous récapitule les cas de mortalité de chiroptères sur le parc des Landes de Couesmé entre 2015 et 2020.

Tableau 26 :Récapitulatif des cas de mortalité de chiroptères constatés lors des suivis de mortalité

Nom vernaculaire	Nom scientifique	2015	2016	2017	2019	2020	Total
Pipistrelles commune	*Pipistrellus pipistrellus*	12	9	12	11		44
Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus Kuhlii*	4	6	4	1		15
Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus Nathusii*				1		1
Sérotine commune	*Eptesicus serotinus*	1	2	1	1	1	6
Noctule commune	*Nyctalus noctula*	5		5	1		11

Noctule de Leischer	*Nyctalus leisleri*				1		1
Oreillard gris	*Plecotus austriacus*				1		1
Pipistrelle sp.	*Pipistrellus sp.*	1		1	3		5
Myotis sp.		1		1			2
Chiroptères sp.		3	1				4
Total		27	18	24	20	1	90

V.1.3 - Position des cadavres

Lorsqu'un animal est impacté par un aérogénérateur (percussion ou barotraumatisme), celui-ci est projeté, en principe en arrière du plan de rotation des pales. Selon la proximité des extrémités de pales, la vitesse de rotation et leur mouvement ascendant ou descendant par rapport au sol, la carcasse sera envoyée plus ou moins loin et plus ou moins sur les côtés.

Il n'est donc pas possible de faire un lien direct entre la position d'un cadavre et le fonctionnement de l'éolienne. Néanmoins, on peut estimer que statistiquement, il y a corrélation entre l'orientation générale de l'aérogénérateur et la disposition des cadavres. Les positions des cadavres par rapport à leur éolienne de découverte sont compilées et illustrées par la Figure 29 - Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique) autour d'un seul point (éolienne).

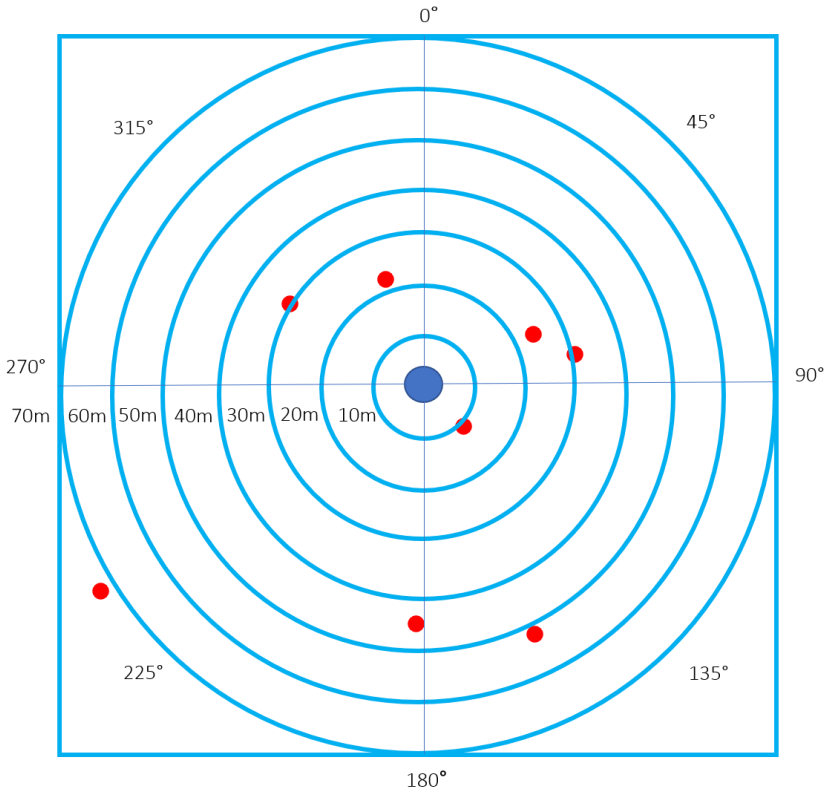


Figure 29 - Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique)

Le faible nombre de cadavres retrouvés est réparti dans toutes les directions ne permet pas de mettre en évidence de relation entre la position des cadavres autour des éoliennes et les vents dominants constatés lors du suivi.

V.1.1 - Analyse du risque

La répartition des séquences à risques sur toute la période du suivi exclusivement la nuit par éolienne est donnée par le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** . Les éoliennes E1 et E2 ayant v raisemblablement eu des problèmes de mesures de vent, elles n'ont pas été retenues dans cette analyse. L'éolienne E5 montre des séquences de vent à risque fort plus élevées que les autres éoliennes. Même si aucun cas de mortalité n'est constaté pour cette éolienne, le contexte paysagé immédiat et ce risque fort la rendent potentiellement dangereuse pour les chiroptères.

Tableau 27 : Répartition des séquences plus ou moins à risque sur la nuit entière. Encadré en rouge les conditions de bridage appliqués à l'éolienne en question.

		Condition de vol (seuil à 5,5m/s)			Condition de vol (seuil à 6m/s)		
	E3	**Peu favorable**	**Favorable**	**Total**	**Peu favorable**	**Favorable**	**Total**
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	7%	8%	15%	5%	10%	15%
	Faible	28%	52%	80%	21%	59%	80%
	Total	35%	60%	95%	26%	69%	95%
	E4	**Peu favorable**	**Favorable**	**Total**	**Peu favorable**	**Favorable**	**Total**
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	3%	5%	8%	2%	6%	8%
	Faible	40%	47%	87%	35%	52%	87%
	Total	43%	52%	95%	37%	58%	95%
	E5	**Peu favorable**	**Favorable**	**Total**	**Peu favorable**	**Favorable**	**Total**
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	23%	25%	48%	21%	27%	48%
	Faible	12%	35%	47%	10%	38%	48%
	Total	35%	60%	95%	31%	65%	96%
	E6	**Peu favorable**	**Favorable**	**Total**	**Peu favorable**	**Favorable**	**Total**
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	25%	14%	39%	23%	16%	39%
	Faible	18%	41%	59%	15%	44%	59%
	Total	43%	55%	98%	38%	60%	98%

	E7	Peu favorable	Favorable	Total
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	26%	11%	37%
	Faible	31%	32%	63%
	Total	57%	43%	100%

E7	Peu favorable	Favorable	Total
Elevé	25%	11%	36%
Faible	25%	38%	63%
Total	50%	49%	99%

	E8	Peu favorable	Favorable	Total
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	25%	13%	38%
	Faible	20%	42%	62%
	Total	45%	55%	100%

E8	Peu favorable	Favorable	Total
Elevé	23%	14%	37%
Faible	15%	47%	62%
Total	38%	61%	99%

	E9	Peu favorable	Favorable	Total
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	24%	10%	34%
	Faible	17%	42%	59%
	Total	41%	52%	93%

E9	Peu favorable	Favorable	Total
Elevé	22%	11%	33%
Faible	14%	46%	60%
Total	36%	57%	93%

	E10	Peu favorable	Favorable	Total
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	20%	9%	29%
	Faible	21%	44%	65%
	Total	41%	53%	94%

E10	Peu favorable	Favorable	Total
Elevé	19%	10%	29%
Faible	17%	49%	66%
Total	36%	59%	95%

	E11	Peu favorable	Favorable	Total
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	31%	16%	47%
	Faible	10%	41%	51%
	Total	41%	57%	98%

E11	Peu favorable	Favorable	Total
Elevé	30%	17%	47%
Faible	7%	45%	52%
Total	37%	62%	99%

	Parc entier	Peu favorable	Favorable	Total
Danger (seuil à 8tr/min)	Elevé	16%	19%	35%
	Faible	15%	46%	61%
	Total	31%	65%	96%

Parc entier	Peu favorable	Favorable	Total
Elevé	16%	19%	35%
Faible	15%	46%	61%
Total	31%	65%	96%

V.1.1.1 - Données de bridage

Un bridage sur l'ensemble du parc est mis en place à partir de la semaine 27, on observe un pic d'arrêt des turbines la semaine 37 (Figure 30).

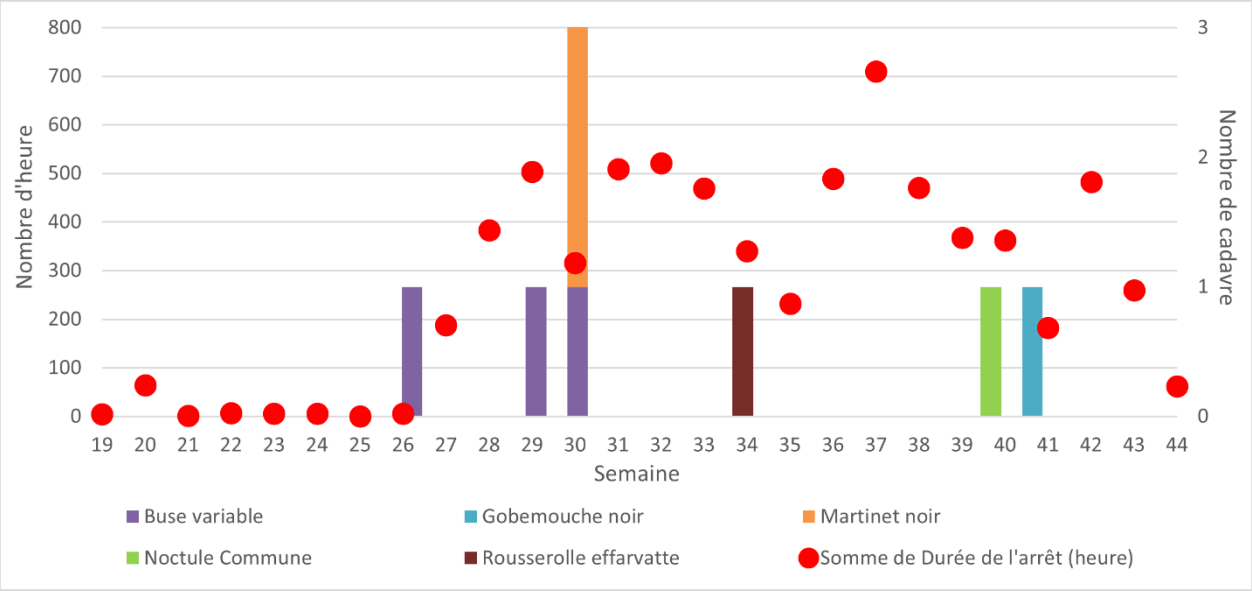


Figure 30 - Somme des heures de bridage par semaine et chronologies des cas de mortalité par espèces

Un cadavre de buse variable, *Buteo buteo,* est retrouvé la semaine précédant la mise en place du bridage. **Les sept autres cadavres sont retrouvés alors que le bridage est en place**. Cependant, les mesures de bridages concernent essentiellement les chiroptères et non les oiseaux. En effet, la biologie de ces deux taxons est très différente et les paramètres de vols des oiseaux sont beaucoup plus complexes ; ces derniers étant actifs principalement le jour en période de reproduction mais aussi de nuit en période de migration, selon les espèces. Il n'est alors pas anormal de constater de la mortalité sur des oiseaux en période de bridage des éoliennes. Cela dit, la quasi-absence des cas de mortalité sur les chiroptères en 2020 contraste de manière très significative avec la forte mortalité constatée en 2019.

V.1.1 - Comparaison avec 2019

V.1.1.1 - Cas de mortalité

En 2019, le suivi de mortalité réalisé sur l'ensemble du parc éolien avait mis en évidence une mortalité élevée pour la faune volante avec 20 cadavres de chiroptères et 25 cadavres d'oiseaux retrouvés, pour une mortalité réelle supposée de 143 chiroptères et 156 oiseaux.

Cette année 2020 contraste fortement avec les résultats de 2019, avec seulement 8 cadavres retrouvés, dont 1 seul de chiroptère.

Tableau 28 - Comparaison des cas de mortalités constatées et de mortalités réelles supposée ([]IC80%) entre 2019 et 2020

Année	2019	2020
Cadavre de chiroptère	20	1
Mortalité réelle supposée	**143** [60-250]	**6** [1-15]
Cadavre d'oiseaux	25	7
Mortalité réelle supposée	**156** [46-343]	**43** [14-88]

V.1.1.2 - Mise à l'arrêt des turbines

L'intensification du bridage en 2020 s'est traduit par un total de 6943 heures d'arrêt cumulé, contre 4078 heures en 2019 (Figure 31), soit 70% de bridage en plus. Ce constat peut expliquer en partie la réduction drastique du nombre de chiroptères tué (1 en 2020 contre 20 en 2019 cadavres découverts).

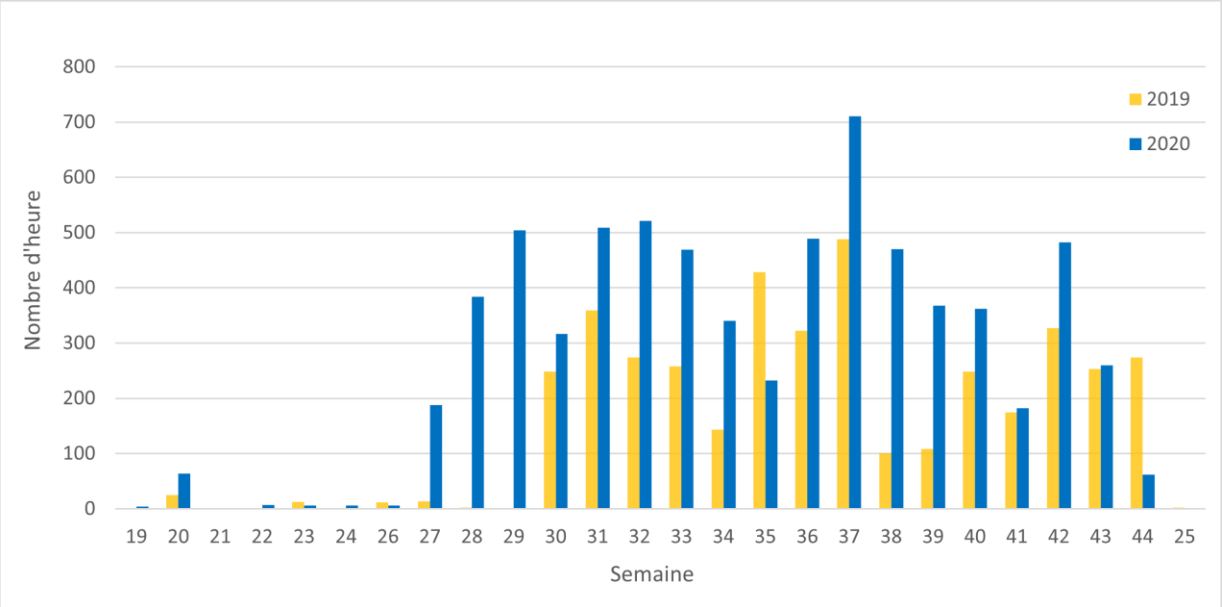


Figure 31 - Temps d'arrêt par semaine induit par le bridage en 2019 et 2020

L'intensification du bridage est observable sur toutes les éoliennes à l'exception de E7 ; éolienne sous laquelle deux cadavres ont été retrouvés en 2020, dont un de chiroptère (Figure 32).

En 2020, l'intensification du bridage se traduit par le rallongement des plages horaires de bridages, qui sont étendues à la nuit complète sauf pour la période du 01/08/2020 au 31/08/2020 (IV.1.2 -). Le bridage des éoliennes a également été avancé au 01/07 en 2020, alors qu'il a démarré le 18/08 en 2019.

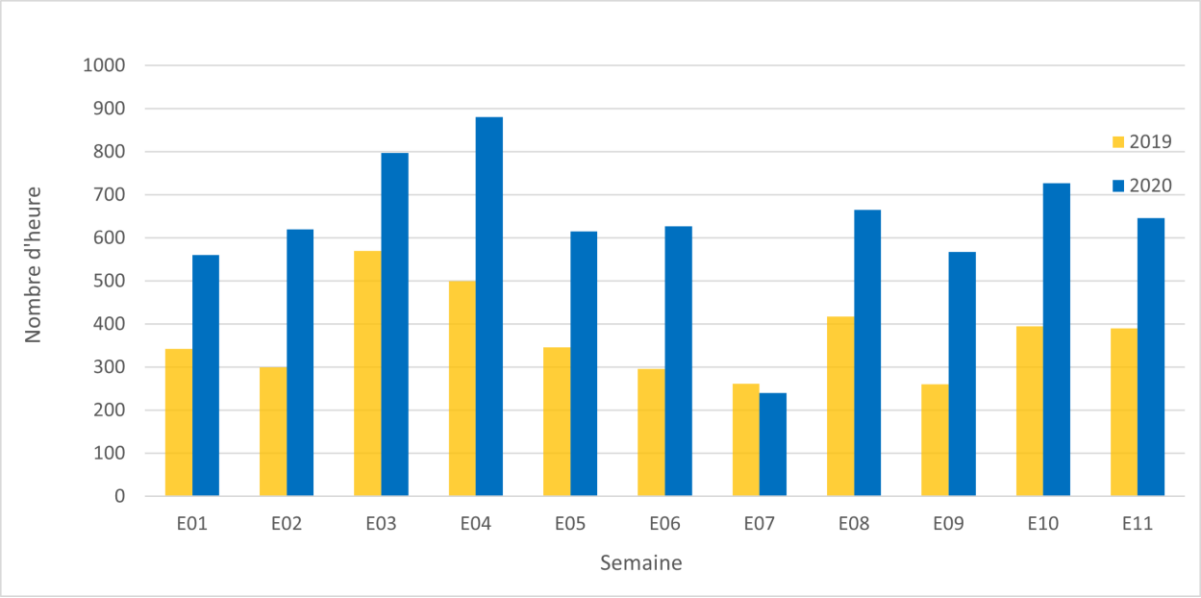


Figure 32 - Temps d'arrêt par éolienne induit par le bridage en 2019 et 2020

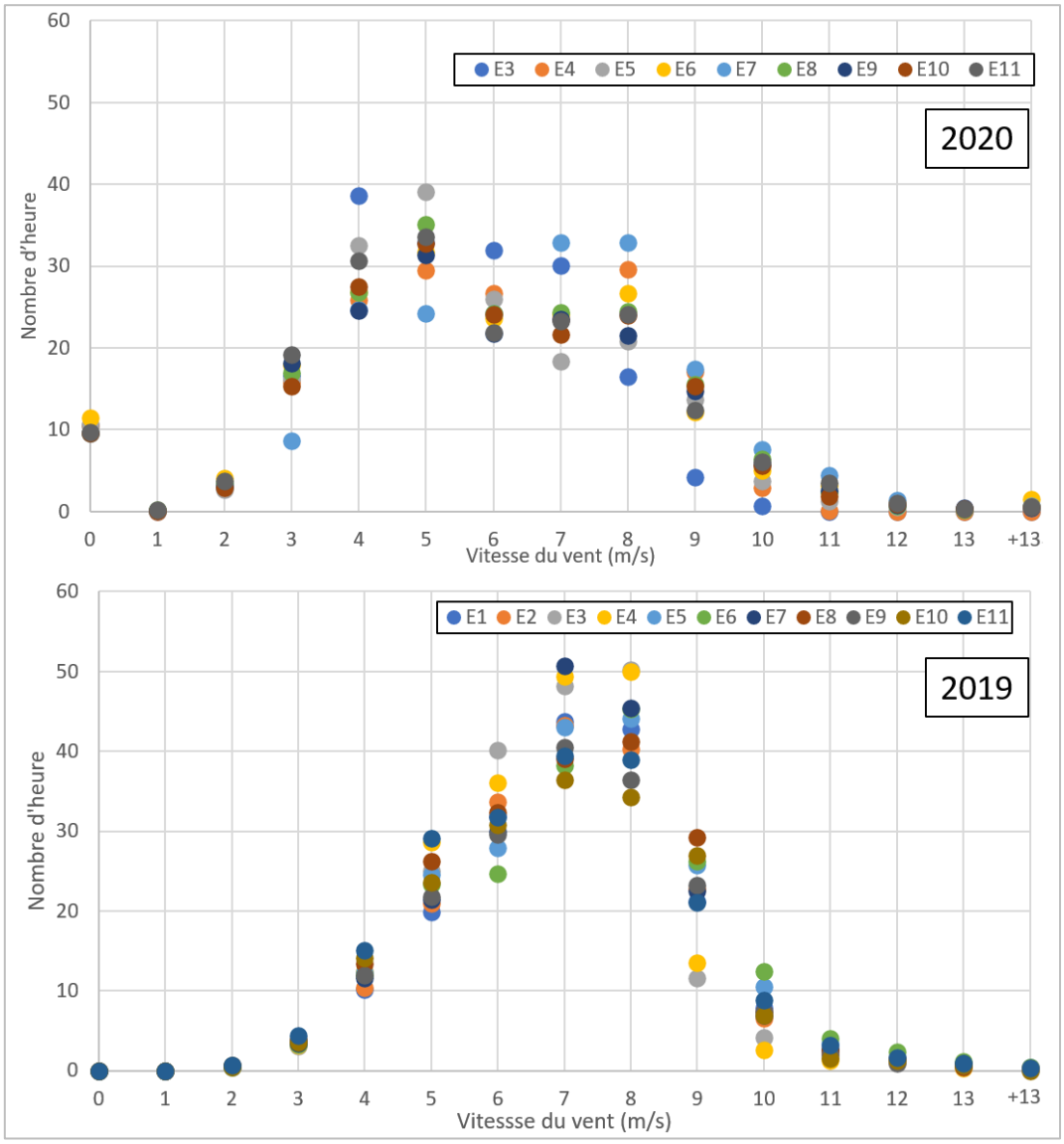


Figure 33 – Nombre d'heures constaté par classes de vitesses sur l'ensemble des nuits selon les éoliennes avec en haut les données de 2020 et en bas celle de 2019. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondent à classe 0 : vent de 0m/s, classe 1 :]0 ;1m/s], classe 2 :]1 ;2m/s] ..., classe 13 :]12 ;13m/s], classe +13 : vent >13m/s, les données des éoliennes E1 et E2 pour 2020 ne sont pas représentées car fausse.

Les comparaisons des vitesses moyennes de vents sur l'ensemble de la nuit entre 2019 et 2020 mettent en évidence une répartition des vents plus forts et plus constants entre les nuits en 2019 (Figure 33). De plus, les disparités entre éoliennes étaient bien moins fortes en 2019 qu'en 2020. Conjointement, aux vitesses des vents qui apportent une information sur les conditions climatiques différentes entre les deux années de suivi, l'activité des éoliennes en 2019 et 2020 est assez différente. Les éoliennes étaient plus souvent à l'arrêt cette année 2020, du fait de la mise en place d'un bridage plus stricte (Figure 34). Ces mesures plus strictes sont surement à l'origine de la réduction des collisions des chiroptères avec les éoliennes

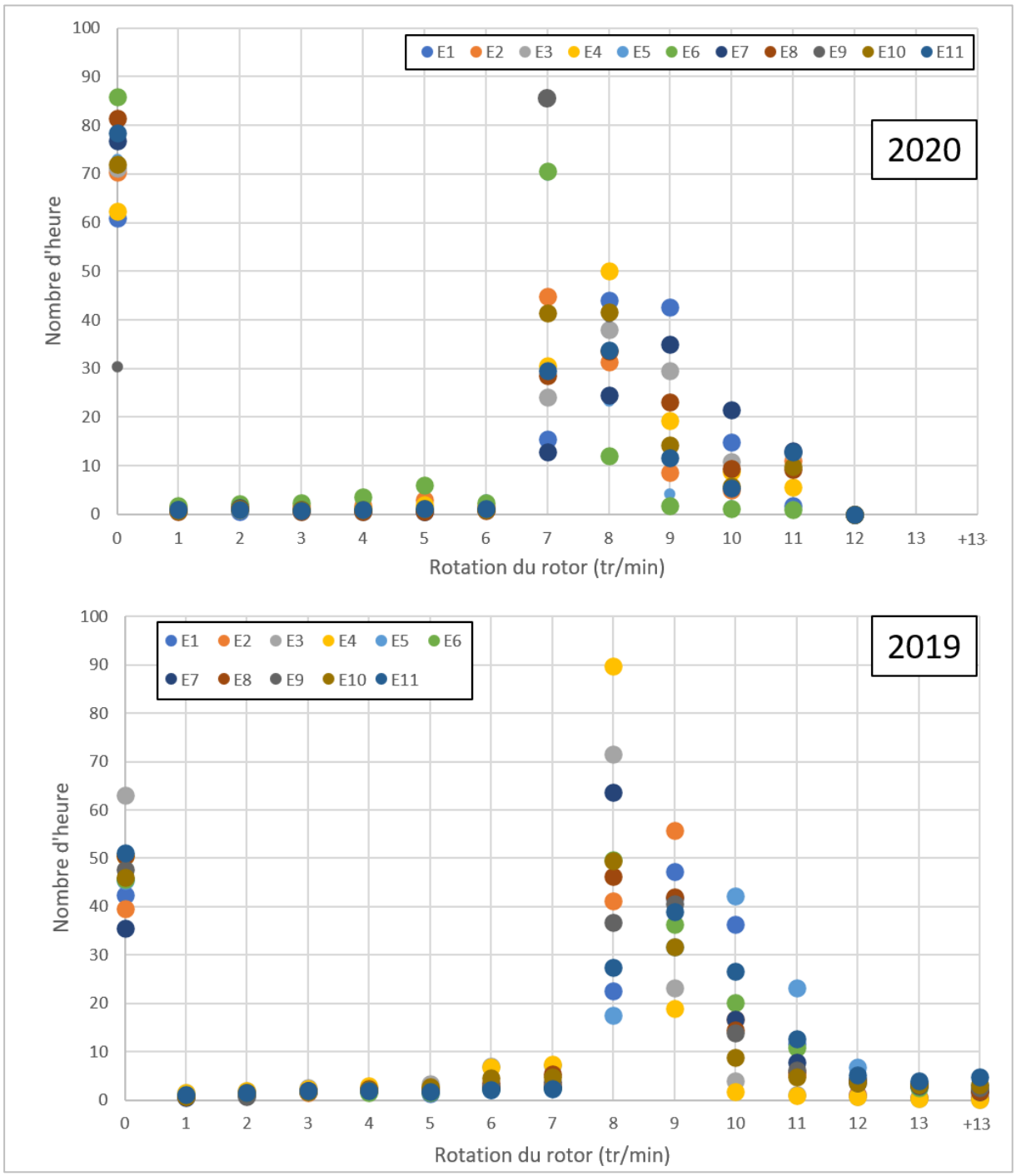


Figure 34 – Activité des éoliennes sur l'ensemble des nuits avec en haut les données de 2020 et en bas celle de 2019. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondent à classe 0 : rotation de 0tr/min, classe 1 :]0 ;1tr/min], classe 2 :]1 ;2tr/min] ..., classe 13 :]12 ;13tr/min], classe +13 : rotation >13tr/min.

Les comparaisons des fréquences de période à risque sur l'ensemble du parc entre 2019 et 2020 mettent en évidence que l'année 2020 a été une année plus à risques pour les chiroptères (Tableau 29 ; plus de vent « faible » en 2020 que 2019). Le taux de mortalité des chiroptères est cependant bien plus faible cette année que l'année dernière, ce qui s'explique par la mise en place d'un bridage plus conséquent sur les périodes à risques (passage d'un seuil de 5,5m/s à 6m/s pour les éoliennes E1, E4, E5 et E10).

Tableau 29 -Répartition des séquences (nuit complète) sur l'ensemble du parc pour des conditions de vent de 6m/s et une rotation du rotor de 8 tr/min.

	2019				2020			
	Condition de vol des chiroptères (seuil 6m/s)				Condition de vol des chiroptères (seuil 6m/s)			
Danger d' activité du rotor (8tr/min)	Parc entier	Peu favorable	Favorable	Total	Parc entier	Peu favorable	Favorable	Total
	Elevé	33%	3%	36%	Elevé	16%	19%	35%
	Faible	19%	34%	53%	Faible	15%	46%	61%
	Total	52%	37%	89%	**Total**	31%	65%	96%

Bilan du suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

En 2020, le suivi de mortalité du parc des Landes de Couesmé est réalisé sur les 11 éoliennes du parc, du 7 mai 2020 au 29 octobre 2020, à raison d'un passage par semaine sur chaque machine. Un suivi complémentaire sur quatre machines E1, E2, E3 et E4, est mené quotidiennement (5 jours semaine) du 08/07/2020 au 28/07/2020.

Au terme du suivi, **8 cadavres sont retrouvés** : 1 cadavre de chiroptère et 7 cadavres d'oiseaux (4 espèces différentes). Seules trois éoliennes regroupent ces cas de mortalités : E3 – 3 cadavres, E7 – 2 cadavres dont 1 chiroptère et E10 deux cadavres.

La mortalité réelle supposée est de 6 [1-15] **chiroptères et 43** [14-88] **oiseaux** sur l'ensemble du parc. Ces chiffres sont définis par calculs statistiques selon l'application shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/, spécialement dédiée à l'estimation de la mortalité sur les parcs éoliens terrestres. Elle prend en compte les biais liés à l'observateur, à la prédation des cadavres et à la surface prospectée.

Les résultats du suivi de mortalité 2020 sont largement en deçà des résultats de 2019 ou 45 cadavres ont été retrouvés (20 chiroptères et 25 oiseaux) pour une estimation de mortalité réelle de **143** [60-250] chiroptères et **156** [46-343] oiseaux. Cette forte baisse, notamment pour les chiroptères, peut en partie être expliquée par le **plus fort bridage des éoliennes en 2020** : +70% de temps d'arrêt comparés à 2019 et cela malgré les conditions météo plus à risque (vent plus favorable à l'activité des chiroptères).

L'absence de découverte de cadavre de chiroptères sous les éoliennes disposant d'effaroucheur à ultrasons et les éoliennes témoins (E1 à E4) ne permet pas d'affirmer quelle est la conséquence de l'efficacité de ces dispositifs. Cependant, les éoliennes concernées bénéficient d'un historique de suivi de mortalité depuis 2016 qui attestent de leur caractère mortifère sur les chiroptères. L'absence total de cadavre de chauves-souris sous ces mêmes machines en 2020 peut être un effet direct de la mise en place des effaroucheurs.

V.2 Résultats du suivi en nacelle des chiroptères

V.2.1 - Résultats des écoutes en nacelle

V.2.1.1 - Eolienne E2

Les résultats enregistrés lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans le tableau suivant. Les écoutes se sont déroulées de la semaine 18 à la semaine 44, sans incident.

Tableau 30 : Nombre de contacts/h par espèce de chauves-souris

Date de pose	Durée d'enregistrement (h)	Période	Espèces					Nombre de contacts brut total	Nombre de contacts / heure	Niveau d'activité
			Pp	Pk	Pn	Nl	Nn			
07/05/2020 au 31/05/2020	288	Mai	6	3	7			16,00	0,06	Très faible
01/06/2020 au 30/06/2020	360	Juin	48	71	32			151,00	0,42	Faible
01/07/2020 au 31/07/2020	372	Juillet	37	29	4	29	109	208,00	0,56	Faible
01/08/2020 au 31/08/2020	372	Août	241		85	27	671	1024,00	2,75	**Fort**
01/09/2020 au 30/09/2020	360	Septembre	362	63	467	31	515	1438,00	3,99	**Très fort**
01/10/2020 au 31/10/2020	372	Octobre					12	12,00	0,03	Très faible

Pp : pipistrelle commune ; Pk : pipistrelle de Kuhl ; Pn : pipistrelle de Nathusius, Nl : noctule de Leisler ; Nn : noctule commune

Observations globales

Un total de **2849 contacts** qui ont été enregistrés lors de la saison pour une moyenne de 1,34 contacts par heure. L'activité chiroptérologique globale au niveau de l'éolienne 2 est donc considérée comme **moyenne** selon la méthodologie.

Richesse spécifique

Ce sont 5 espèces de chauves-souris qui ont été recensées en nacelle. Parmi les espèces recensées, on ne retrouve que des espèces à forte sensibilité éolienne.

Tableau 31 : Espèces inventoriées en nacelle

Groupe ou espèce		Nom scientifique	Enjeu patrimonial	Niveau de sensibilité	Nombre de mois de présence
Pp	Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	Modéré	Forte	5
Pk	Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	Faible	Forte	4
Pn	Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	Fort	Forte	5
Nl	Noctule de Leisler	*Nyctalus leislerii*	Fort	Forte	3
Nn	Noctule commune	*Nyctalus noctula*	Très fort	Forte	4

Activité

L'évaluation de leur activité est calculée par l'application du coefficient de détectabilité ainsi qu'en fonction de leur niveau d'abondance en Bretagne comme expliqué dans la méthodologie.

L'intégralité des contacts a été prise en compte lors de l'analyse.

Tableau 32 - Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle

Espèce		Nom scientifique	Activité
Pp	Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	0,27
Pk	Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	0,07
Pn	Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	**0,24**
Nl	Noctule de Leisler	*Nyctalus leislerii*	0,01
Nn	Noctule commune	*Nyctalus noctula*	0,13

La pipistrelle de Kuhl et la noctule de Leisler ont une activité très faible sur le site. La pipistrelle commune a une activité faible. La noctule commune a une activité moyenne et la pipistrelle de Nathusius a une activité forte.

L'espèce ayant l'activité la plus « intense » est la pipistrelle commune avec 0,27 contact/heure. C'est également l'espèce la plus impactée par les éoliennes en Europe (Dürr, 2020).

Tableau 33 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h)

Date de pose	Durée d'enregistrement	Période	Espèces				
			Pp	Pk	Pn	Nl	Nn
07/05/2020 au 31/05/2020	288	Mai	0,02	0,01	0,02		
01/06/2020 au 30/06/2020	360	Juin	0,13	0,20	0,09		
01/07/2020 au 31/07/2020	372	Juillet	0,10	0,08	0,01	0,02	0,07
01/08/2020 au 31/08/2020	372	Août	0,65		**0,23**	0,02	**0,45**
01/09/2020 au 30/09/2020	360	Septembre	1,01	0,18	**1,30**	0,03	**0,36**
01/10/2020 au 31/10/2020	372	Octobre					0,01

Globalement, l'analyse montre que :

- La pipistrelle commune a une activité très faible de mai à juillet, puis **moyenne en août et septembre**. Cette augmentation d'activité peut correspondre à l'éclatement des colonies en fin d'été.
- La pipistrelle de Khul a une activité très faible en mai et juillet, faible juin et septembre. Elle est étonnamment absente en août.
- La pipistrelle de Nathusius a une activité très faible en juillet, faible en mai, **moyenne en juin, forte en août et finalement très forte en septembre**. L'activité de juin semble correspondre au regroupement des femelles pour former les colonies de parturition, tandis que l'activité d'août et septembre semble correspondre à la période d'éclatement de ces colonies ainsi qu'aux départs en migration.
- L'activité de la noctule de Leisler est faible sur tous ses mois de présence : juillet, août et septembre.
- La noctule commune a une activité faible en juillet, puis **très forte en août et en septembre**, et finalement très faible en octobre. Cette activité correspond à ce que décrit la bibliographie sur son comportement de migration : les femelles migrent de l'Europe de l'est aux alentours de début septembre pour retourner sur les lieux de parade et préparer leur hibernation dans nos régions. **Le site de Landes de Couesmé serait donc un passage migratoire pour les noctules communes**. Le départ de migration se faisant de mi-mars à mi-avril, la période d'inventaire acoustique ne permet pas de vérifier cette hypothèse. Par ailleurs, cela correspond à la donnée de mortalité sur le parc en 2020 (un cadavre de noctule commune semaine 40.)

Répartition temporelle des contacts

L'activité la plus forte est au mois de septembre (3,99 contacts/h) et la plus faible est au mois d'octobre (0,03 contact/h). La diversité spécifique est au maximum de 5 espèces pendant les mois de juillet et septembre (Figure 35). Le mois de septembre correspond à l'éclatement final des colonies de reproduction. C'est à cette période que les individus commencent à se regrouper pour le swarming entre mâles et femelles, et se préparent pour l'hiver en chassant abondamment ainsi qu'en recherchant leur gîte d'hibernation, notamment par la migration pour certaines espèces (pipistrelle de Nathusius, noctule commune). Par conséquent, il est logique que l'activité et la richesse spécifique soient les « plus fortes » durant ce mois.

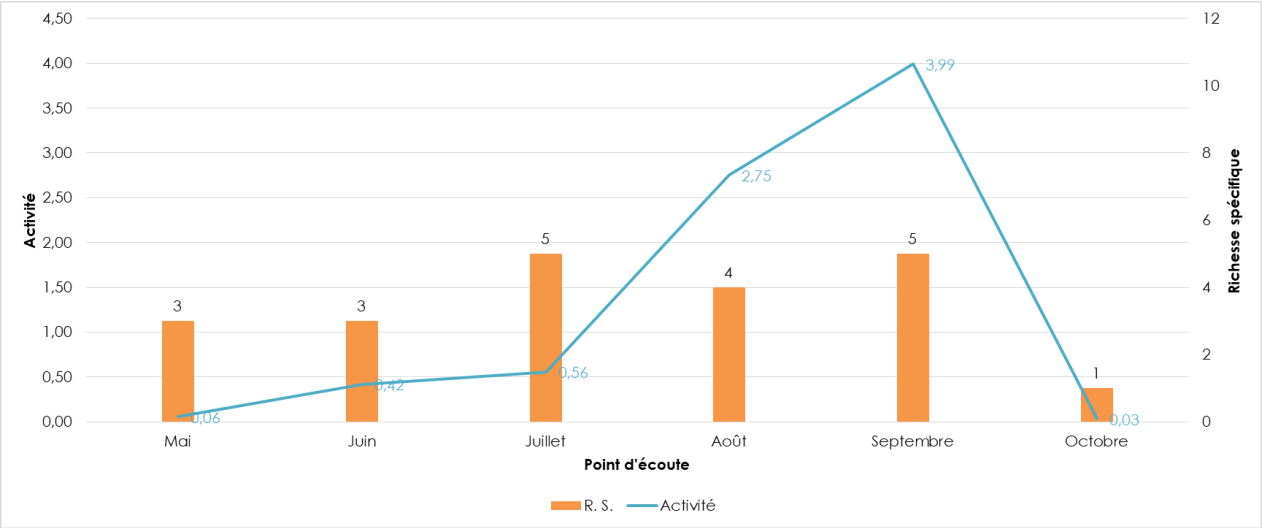


Figure 35 - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison

Impact de la température sur l'activité des chiroptères

Les éoliennes du parc de Landes de Couesmé ne sont pas équipées de capteurs de température. En l'absence de ces données, l'impact de la température sur l'activité des chiroptères ne peut pas être déterminé.

Impact des précipitations sur l'activité des chiroptères

Au-delà d'1 mm de pluie, aucune activité n'a été enregistrée sur le site. Les précipitations jouent donc un rôle déterminant dans l'activité des chiroptères.

Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

La vitesse du vent influence sur l'activité des chiroptères. Les chauves-souris sont ainsi actives à hauteur de nacelle lorsque la vitesse du vent est comprise entre 0 et 9 m/s, avec un optimum entre 1 et 5 m/s (Figure 36).

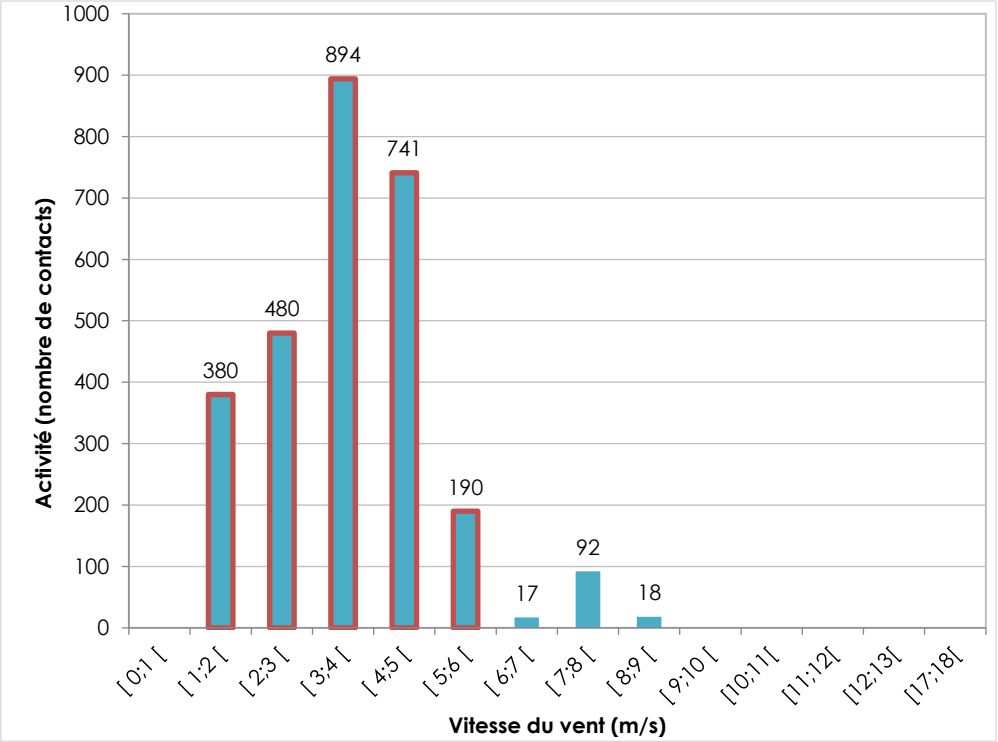


Figure 36 - Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent. L'encadrement rouge correspond aux mesures de bridage.

Au-delà de ces valeurs, l'activité chiroptérologique diminue énormément (moins de 5% des contacts), quelques contacts sont observés jusqu'à 9 m/s.

Au vu des observations chiroptérologiques, l'activité entre 6 et 9 m/s peut être due à la migration des noctules communes, qui peuvent voler par des vents de plus de 10 m/s en migration (Eurobats, 2014).

La vitesse du vent semble jouer un rôle important sur l'activité des chiroptères. Cependant, les mesures de bridage mises en place pour cette éolienne ont pris en compte ce risque : du 01/07/2020 au 23/09/2020, l'éolienne était à l'arrêt entre 0 et 6 m/s de vent sur toute la durée de la nuit, puis entre 0 et 5,5 m/s entre le 23/09/2020 et le 31/10/2020. Ces mesures semblent adaptées à la majorité de l'activité des chiroptères.

En période de migration des pipistrelles de Nathusius et des noctules communes, des individus sont susceptibles de voler jusqu'à des vents atteignant 8 m/s, entrainant alors un risque de collision. Cependant, l'activité au-delà de cette vitesse est faible et ne concerne qu'un nombre restreint d'individus.

V.2.1.2 - Eolienne E5

Les résultats enregistrés lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans le tableau suivant. Les écoutes se sont déroulées de la semaine 18 à la semaine 44, sans incident.

Tableau 34 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris

Date de pose	Durée d'enregistrement (h)	Période	Espèces					Nombre de contacts brut total	Nombre de contacts / heure	Niveau d'activité	Richesse spécifique
			Pp	Pk	Pn	Nl	Nn				
07/05/2020 au 31/05/2020	288	Mai	10					10,00	0,03	Très faible	1
01/06/2020 au 30/06/2020	360	Juin	73	61	49	3	1	187,00	0,52	Faible	5
01/07/2020 au 31/07/2020	372	Juillet	8		1	5	6	20,00	0,05	Très faible	4
01/08/2020 au 31/08/2020	372	Août	86	81	22	34	55	278,00	0,75	Faible	5
01/09/2020 au 30/09/2020	360	Septembre	719	127	68	7	6	927,00	2,58	**Fort**	5
01/10/2020 au 31/10/2020	372	Octobre						0	0	Très faible	0

Pp : pipistrelle commune ; Pk : pipistrelle de Kuhl ; Pn : pipistrelle de Nathusius, Nl : noctule de Leisler ; Nn : noctule commune

Observations globales

Ce sont au total **1422 contacts** qui sont enregistrés lors de la saison, pour une moyenne de 0,67 contacts par heure. L'activité chiroptérologique globale au niveau de l'éolienne E5 est donc considérée comme **faible** selon la méthodologie.

Bien que le suivi se soit déroulé jusqu'à la fin du mois d'octobre, aucune activité n'est enregistré durant ce mois.

Richesse spécifique

Ce sont 5 espèces de chauves-souris qui sont recensées en nacelle. Parmi les espèces recensées, on ne retrouve que des espèces à forte sensibilité éolienne (Tableau 31).

Tableau 35 : Espèces inventoriées en nacelle

Groupe ou espèce		Nom scientifique	Enjeu patrimonial	Niveau de sensibilité	Nombre de mois de présence
Pp	Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	Modéré	Forte	5
Pk	Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	Faible	Forte	3
Pn	Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	Fort	Forte	4
Nl	Noctule de Leisler	*Nyctalus leislerii*	Fort	Forte	4
Nn	Noctule commune	*Nyctalus noctula*	Très fort	Forte	4

Activité

L'évaluation de leur activité est calculée par l'application du coefficient de détectabilité ainsi qu'en fonction de leur niveau d'abondance en Bretagne comme expliqué dans la méthodologie.

L'intégralité des contacts a été prise en compte lors de l'analyse.

Tableau 36 - Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle

Espèce		Nom scientifique	Activité
Pp	Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	0,36
Pk	Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	0,11
Pn	Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	0,06
Nl	Noctule de Leisler	*Nyctalus leislerii*	0,01
Nn	Noctule commune	*Nyctalus noctula*	0,01

Toutes les espèces recensées en nacelle de l'éolienne 5 ont un niveau d'activité faible à très faible (Tableau 32).

L'espèce ayant l'activité la plus « intense » est la pipistrelle commune avec 0,36 contact/heure, l'espèce la plus impactée par les éoliennes en Europe.

En prenant les espèces au cas par cas, il en va de même pour leur activité.

Tableau 37 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h)

Date de pose	Durée d'enregistrement	Période	Espèces				
			Pp	Pk	Pn	Nl	Nn
07/05/2020 au 31/05/2020	288	Mai	0,03				
01/06/2020 au 30/06/2020	360	Juin	0,20	0,17	0,14	0,00	0,00
01/07/2020 au 31/07/2020	372	Juillet	0,02		0,00	0,00	0,00
01/08/2020 au 31/08/2020	372	Août	0,23	0,22	0,06	0,03	0,04
01/09/2020 au 30/09/2020	360	Septembre	**2,00**	0,35	**0,19**	0,01	0,00
01/10/2020 au 31/10/2020	372	Octobre					

Globalement, l'analyse montre que :

- La pipistrelle commune a une activité très faible en mai et juillet, faible en juin et août et **forte en septembre**. Cette augmentation d'activité peut correspondre à la période de swarming et à l'éclatement des colonies en fin d'été ;
- La pipistrelle de Khul a une activité faible en juin et en août, et **moyenne en septembre**. Tout comme pour la pipistrelle commune, cela peut correspondre à la période de swarming et à l'éclatement des colonies de reproduction.
- La pipistrelle de Nathusius a une activité très faible en juillet, faible en août, **moyenne en juin et forte en septembre**. L'activité de juin semble correspondre au regroupement des femelles pour former les colonies de parturition, tandis que l'activité de septembre semble correspondre à la période d'éclatement de ces colonies ainsi qu'aux départs en migration. Son activité est très similaire à ce qui a été observé sur l'éolienne 2.
- La noctule de Leisler et la noctule commune ont une activité très faible en juin, juillet et septembre, et faible en août.
- Il est intéressant de noter les ressemblances de comportement au sein de chaque genre.

Répartition temporelle des contacts

L'activité la plus forte est au mois de septembre (2,58 contacts/h) et la plus faible est au mois d'octobre (0 contact/h). La diversité spécifique est au maximum de 5 espèces pendant les mois de juin, août et septembre (Figure 37). Le mois de septembre correspond à l'éclatement final des colonies de reproduction. C'est à cette période que les individus commencent à se regrouper pour le swarming entre mâles et femelles, et se préparent pour l'hiver en chassant abondamment ainsi qu'en recherchant leur gîte d'hibernation, notamment par la migration pour certaines espèces (pipistrelle de Nathusius, noctule commune). Par conséquent, il est logique que l'activité et la richesse spécifique soient les « plus fortes » durant ce mois.

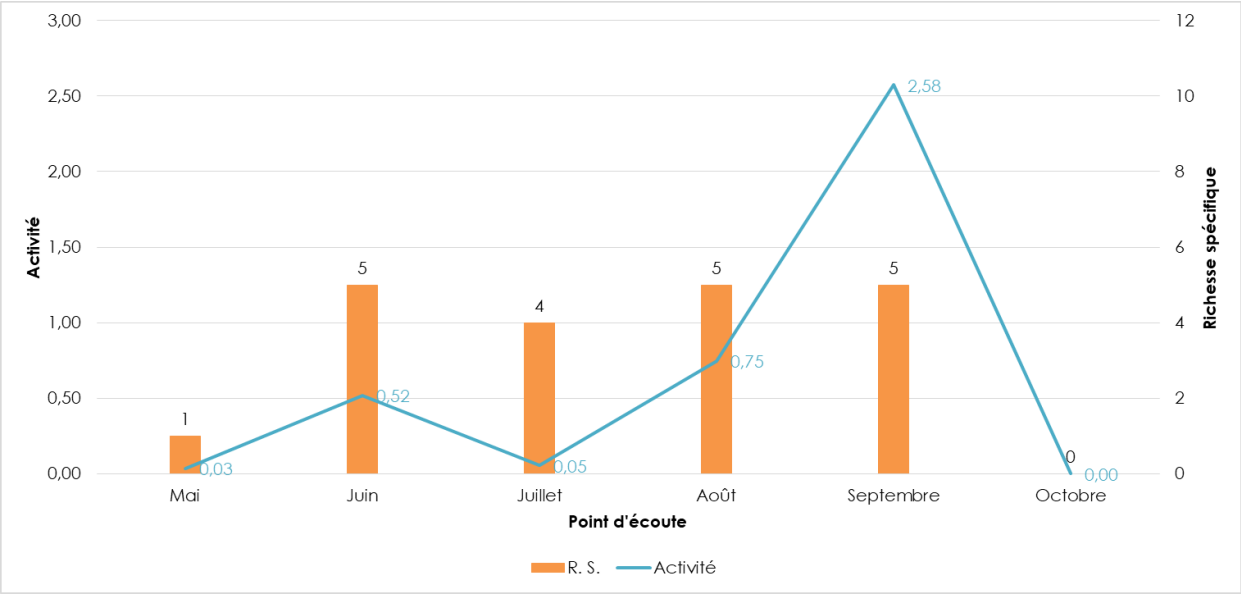


Figure 37 - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison

Impact de la température sur l'activité des chiroptères

Les éoliennes du parc de Landes de Couesmé ne sont pas équipées de capteurs de température. En l'absence de ces données, l'impact de la température sur l'activité des chiroptères ne peut pas être déterminé.

Impact des précipitations sur l'activité des chiroptères

Au-delà d'1 mm de pluie, aucune activité n'a été enregistrée sur le site. Les précipitations jouent donc un rôle déterminant dans l'activité des chiroptères.

Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

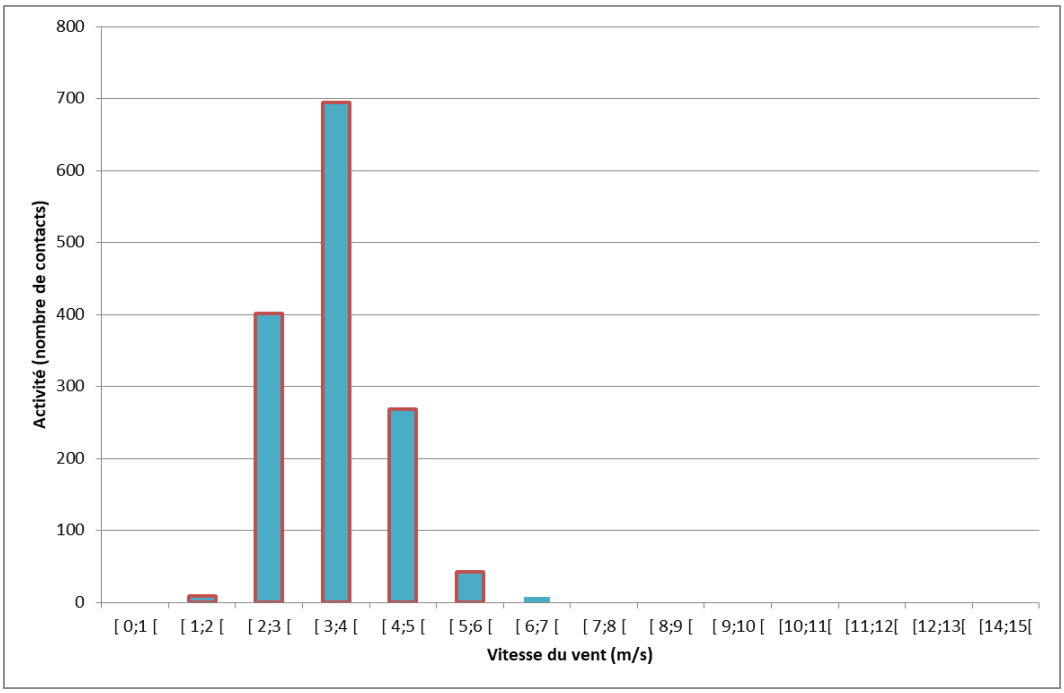


Figure 38 - Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent. L'encadrement rouge correspond aux mesures de bridage.

La vitesse du vent influence l'activité des chiroptères. Les chauves-souris sont ainsi actives à hauteur de nacelle lorsque la vitesse du vent est comprise entre 0 et 6 m/s, avec un optimum entre 2 et 5 m/s (Figure 38). Au-delà de ces valeurs, l'activité chiroptérologique diminue énormément, mais il y a quelques contacts jusqu'à 7 m/s.

La vitesse du vent est un paramètre important dans le conditionnement de l'activité des chiroptères. Les mesures de bridage mises en place en 2020 pour cette éolienne ont pris en compte cet impact : du 01/10/2020 au 31/10/2020, l'éolienne était à l'arrêt entre 0 et 6 m/s de vent sur toute la durée de la nuit. Ces mesures semblent adaptées à l'activité des chiroptères.

V.2.1.3 - Eolienne E10

Les résultats enregistrés lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans le tableau suivant. Les écoutes se sont déroulées de la semaine 22 à la semaine 44, sans incident.

Tableau 38 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris

Date de pose	Durée d'enregistrement (h)	Période	Espèces					Nombre de contacts brut total	Nombre de contacts / heure	Niveau d'activité
			Pp	Pk	Pn	Nl	Nn			
28/05/2020 au 31/05/2020	36	Mai								Très faible
01/06/2020 au 30/06/2020	360	Juin	10	25	11			46,00	0,13	Très faible
01/07/2020 au 31/07/2020	372	Juillet	72	29	8		51	160,00	0,43	Faible
01/08/2020 au 31/08/2020	372	Août	76	98	330	69	275	848,00	2,28	**Fort**
01/09/2020 au 30/09/2020	360	Septembre	1502	132	848	35	408	2925,00	8,13	**Très fort**
01/10/2020 au 31/10/2020	372	Octobre	420				4	424,00	1,14	Moyen

Pp : pipistrelle commune ; Pk : pipistrelle de Kuhl ; Pn : pipistrelle de Nathusius, Nl : noctule de Leisler ; Nn : noctule commune

Observations globales

Ce sont au total **4403 contacts** qui sont enregistrés lors de la saison pour une moyenne de 2,35 contacts par heure. L'activité chiroptérologique globale au niveau de l'éolienne E10 est donc considérée comme **forte** selon la méthodologie.

Richesse spécifique

Ce sont 5 espèces de chauves-souris qui ont été recensées en nacelle. Parmi les espèces recensées, on ne retrouve que des espèces à forte sensibilité éolienne (Tableau 39).

Tableau 39 : Espèces inventoriées en nacelle

Groupe ou espèce		Nom scientifique	Enjeu patrimonial	Niveau de sensibilité	Nombre de mois de présence
Pp	Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	Modéré	Fort	5
Pk	Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	Faible	Fort	4
Pn	Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	Fort	Fort	4
Nl	Noctule de Leisler	*Nyctalus leislerii*	Fort	Fort	2
Nn	Noctule commune	*Nyctalus noctula*	Très fort	Fort	4

Activité

L'évaluation de leur activité est calculée par l'application du coefficient de détectabilité ainsi qu'en fonction de leur niveau d'abondance en Bretagne comme expliqué dans la méthodologie.

L'intégralité des contacts a été prise en compte lors de l'analyse.

Tableau 40 - Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle

Espèce		Nom scientifique	Activité
Pp	Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	0,82
Pk	Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	0,11
Pn	Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	**0,47**
Nl	Noctule de Leisler	*Nyctalus leislerii*	0,01
Nn	Noctule commune	*Nyctalus noctula*	0,07

La noctule de Leisler a une activité très faible sur le site. La pipistrelle de Kuhl et la noctule commune ont une activité faible. La pipistrelle commune a une activité moyenne et la pipistrelle de Nathusius a une activité très forte (Tableau 40).

L'espèce ayant l'activité la plus « intense » est la pipistrelle commune avec 0,82 contact/heure, l'espèce la plus impactée par les éoliennes en Europe (Dürr, 2020).

Tableau 41 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h)

			Espèces				
Date de pose	**Durée d'enregistrement**	**Période**	**Pp**	**Pk**	**Pn**	**Nl**	**Nn**
28/05/2020 au 31/05/2020	36	Mai					
01/06/2020 au 30/06/2020	360	Juin	0,03	0,07	0,03		
01/07/2020 au 31/07/2020	372	Juillet	0,19	0,08	0,02		0,03
01/08/2020 au 31/08/2020	372	Août	0,20	0,26	**0,89**	0,06	**0,18**
01/09/2020 au 30/09/2020	360	Septembre	**4,17**	0,37	**2,36**	0,03	**0,28**
01/10/2020 au 31/10/2020	372	Octobre	1,13				0,00

Globalement, l'analyse montre que :

- La pipistrelle commune a une activité très faible en juillet, puis faible en juillet et en août. Elle devient **très forte en septembre, puis moyenne en octobre**. Cette augmentation d'activité peut correspondre à l'éclatement des colonies en fin d'été, aux regroupements de swarming et à la chasse en préparation de l'hiver;
- La pipistrelle de Khul a une activité très faible en juin et juillet, faible août et **moyenne en septembre**.
- La pipistrelle de Nathusius a une activité faible en juin et juillet puis **très forte en août et septembre**. Cette activité correspond à la période d'éclatement des colonies ainsi qu'aux départs en migration. Le site de Landes Couesmé serait donc un couloir de migration pour les pipistrelles de Nathusius.
- L'activité de la noctule de Leisler est faible sur tous ses mois de présence : août et septembre.
- La noctule commune a une activité faible en juillet, puis **forte en août et en septembre**, et finalement très faible en octobre. Cette activité correspond à ce que décrit la bibliographie sur son comportement de migration : les femelles migrent de l'Europe de l'est aux alentours de début septembre pour retourner sur les lieux de parade et préparer leur hibernation dans nos régions. **Le site de Landes de Couesmé serait donc un passage migratoire pour les noctules communes. Le départ de migration se faisant de mi-mars à mi-avril, la période d'inventaire acoustique ne nous permet pas de vérifier cette hypothèse**. Par ailleurs, cela correspond à la donnée de mortalité sur le parc en 2020 (un cadavre de noctule commune semaine 40.) Enfin, ces résultats sont adéquation avec le résultat des écoutes de l'éolienne 2, pourtant éloignée de l'éolienne 10.

Répartition temporelle des contacts

L'activité la plus forte est encore une fois au mois de septembre (8,13 contacts/h) et la plus faible est au mois de mai (0 contact/h). La diversité spécifique est au maximum de 5 espèces pendant les mois d'août et septembre (Figure 39). Le mois de septembre correspond à l'éclatement final des colonies de reproduction. C'est à cette période que les individus commencent à se regrouper pour le swarming entre mâles et femelles, et se préparent pour l'hiver en chassant abondamment ainsi qu'en recherchant leur gîte d'hibernation, notamment par la migration pour certaines espèces (pipistrelle de Nathusius, noctule commune). Par conséquent, il est logique que l'activité et la richesse spécifique soient les « plus fortes » durant ce mois.

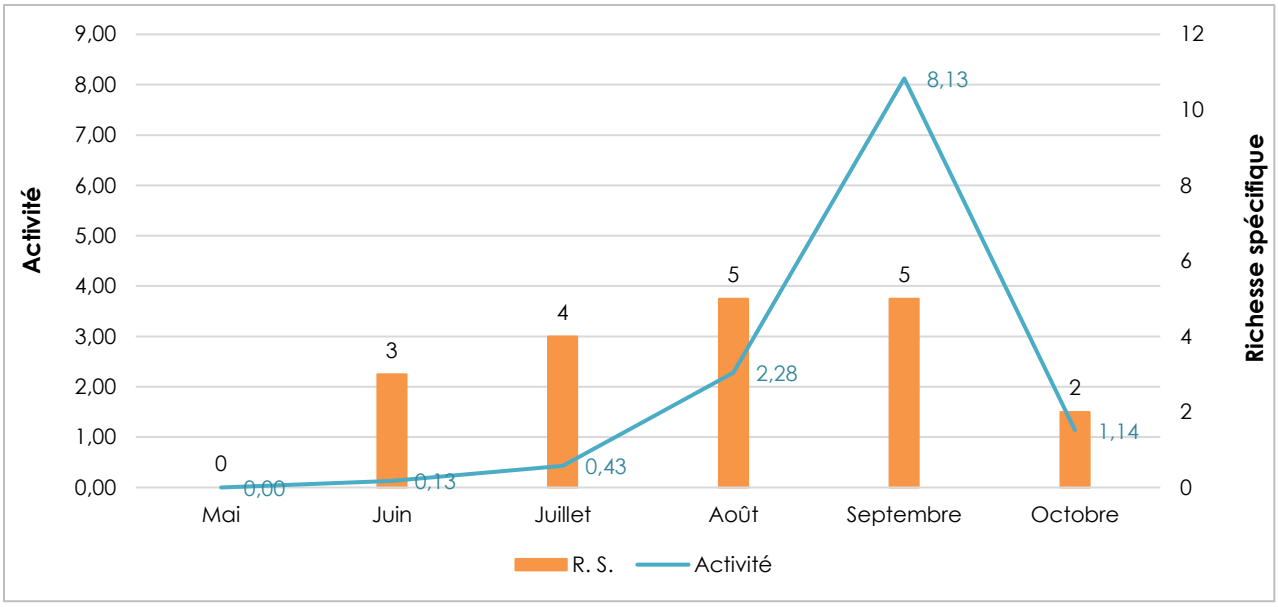


Figure 39**Erreur ! Référence non valide pour un signet.** - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison

Impact de la température sur l'activité des chiroptères

Les éoliennes du parc de Landes de Couesmé ne sont pas équipées de capteurs de température. En l'absence de ces données, l'impact de la température sur l'activité des chiroptères ne peut pas être déterminé.

Impact des précipitations sur l'activité des chiroptères

Au-delà d'1 mm de pluie, aucune activité n'a été enregistrée sur le site. Les précipitations jouent donc un rôle déterminant dans l'activité des chiroptères.

Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

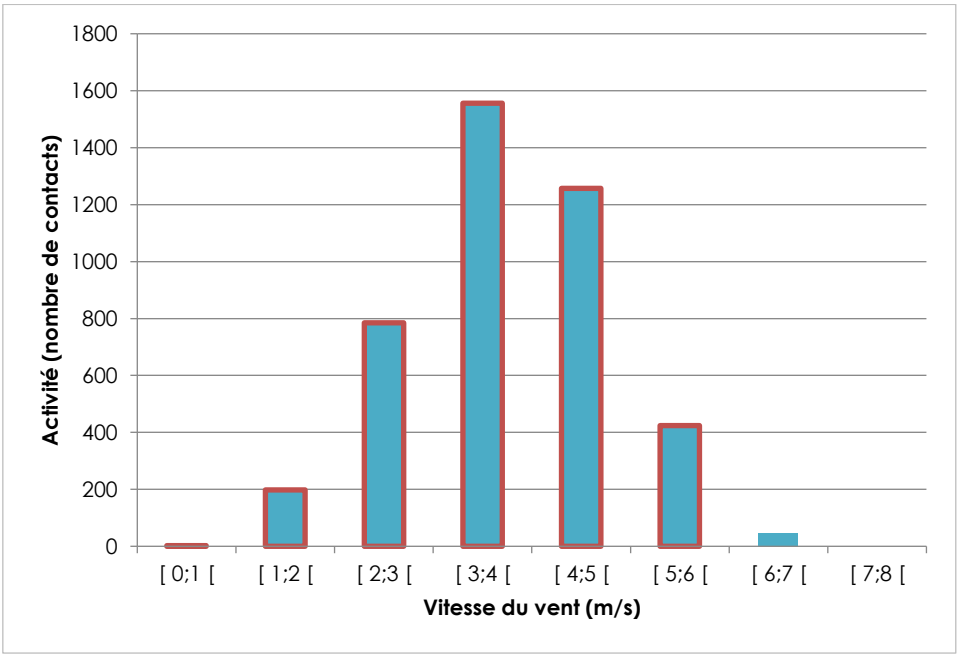


Figure 40 - Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent. L'encadrement rouge correspond aux mesures de bridage.

La vitesse du vent influence l'activité des chiroptères. Les chauves-souris sont ainsi actives à hauteur de nacelle lorsque la vitesse du vent est comprise entre 0 et 6 m/s, avec un optimum entre 2 et 5 m/s (Figure 40). Au-delà de ces valeurs, l'activité chiroptérologique diminue énormément, mais il y a quelques contacts jusqu'à 7 m/s.

La vitesse du vent semble jouer un rôle plus important sur l'activité des chiroptères. Cependant, les mesures de bridage mises en place pour cette éolienne ont pris en compte cet impact : du 01/07/2020 au 31/10/2020, l'éolienne était à l'arrêt entre 0 et 6 m/s de vent sur toute la durée de la nuit. Ces mesures semblent adaptées à l'activité des chiroptères.

Conclusion du suivi en nacelle des chiroptères

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Landes de Couesmé s'est déroulé entre les semaines 18 et 44 sur les éoliennes E2, E5 et E10.

Si des disparités d'activité apparaissent au sein du parc, deux points communs ressortent particulièrement : l'activité la plus forte est systématiquement en septembre et c'est à cette période que l'activité de la pipistrelle de Nathusius et de la noctule commune est la plus forte. Il est très probable que leurs couloirs de migration respectifs traversent le parc.

95% des individus sont contactés avec un vent inférieur à 6 m/s et 100% des individus sont contactés avec des précipitations inférieures à 1mm.

Cinq espèces sont enregistrées : la pipistrelle commune, la pipistrelle de Kuhl, la pipistrelle de Nathusius, la noctule commune et la noctule de Leisler. Elles ont un niveau de sensibilité fort à l'éolien. La vulnérabilité sur site de la pipistrelle commune, de la pipistrelle de Kuhl et de la noctule de Leisler est considérée comme faible. **La vulnérabilité de la pipistrelle de Nathusius et de la noctule commune est évaluée comme très forte**.

VI. Bilan

Le parc éolien des Landes de Couesmé exploité par ENGIE GREEN se situe dans un contexte agricole, bocager et forestier marqué, dans le Morbihan. Le site est à proximité d'un corridor écologique d'importance régionale, ce qui peut attirer un grand nombre d'espèces volantes à proximité du parc.

Le suivi en nacelle des chiroptères met en avant une activité faible au niveau de l'éolienne E5, moyenne au niveau de E2 et forte sur E10, avec 5 espèces détectées sur les 7 sensibles à l'éolien (EUROBATS, 2014). Cependant, deux espèces se démarquent : la pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) et la noctule commune (*Nyctalus noctula*) avec des activités fortes à très fortes en période de migration automnale. C'est d'ailleurs à cette période qu'est retrouvé le cadavre d'une noctule commune.

Le suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères a été mené de la semaine 19 à 44 en 2020. Il met en avant la mortalité de 8 oiseaux (4 espèces) et d'un chiroptère (*Nyctalus noctula*). **Les taux de mortalité réelle estimés sont de 43 [14 ;88]IC80% oiseaux et 6 [1 ;15]IC80% chiroptères sur l'ensemble du parc.** La mortalité des chiroptères est considérée comme faible et celle des oiseaux est considérée comme modérée.

La comparaison du suivi de mortalité de cette année 2020 avec celui de l'année 2019 met en évidence une forte réduction de la mortalité des chiroptères et des oiseaux sur le parc. L'intensification des paramètres du bridage et notamment le passage à 6 m/s pour certaines éoliennes explique cette réduction de mortalité. De plus, l'installation d'effaroucheurs sur 2 éoliennes (E1 et E4), dont 1 reconnue comme mortifère (E4), a pu montrer une efficacité, bien que ce constat reste à valider dans le temps en reconduisant l'expérience.

En conclusion, les mesures de réduction des risques de mortalité prises par ENGIE Green en 2020 ont eu un impact très positif sur les chiroptères. Concernant l'avifaune, la mortalité est encore constatée en 2020, mais est également bien inférieur à celle de 2019.

VI.1 Préconisations de mesures

VI.1.1 - Préconisations de mesures proposées par le bureau d'étude Synergis Environnement

Au regard des résultats de suivi de mortalité et de suivi de l'activité des chiroptères obtenus avec les mesures de bridage prises en 2020 et comparativement aux résultats obtenus les années précédentes (2019, 2017 et 2016), Synergis Environnement propose les mesures suivantes :

- Mesures favorables aux chiroptères

- Maintien du bridage en 2021, dans des conditions identiques à celles de 2020. Les paramètres sont présentés ci-dessous :

Tableau 42 – Conditions de bridage 2021:

Période	**01/07/2020 31/07/2020**		**01/08/2020 31/08/2020**		**01/09/2020 23/09/2020**		**23/09/2020 30/09/2020**		**01/10/2020 31/10/2020**	
Eolienne	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11
Vent	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s
Pluie	Si Absence		Si Absence		Si Absence		Si Absence		Si Absence	
T°	Sans condition		Sans condition		Sans condition		Sans condition		Sans condition	
Horaire	21h30 – 8h		21h -9h		20h – 10h		20h 9h		19h – 9h	

De plus, les mesures suivantes sont maintenues :

- Démarrage du suivi de la mortalité dès la semaine 19 et ce jusqu'à la semaine 44. Ainsi, la période de reproduction des oiseaux et des chauves-souris, ainsi que leur période migratoire sont couvertes.

- Démarrage du bridage semaine 27

- Réalisation d'un suivi de l'activité des chiroptères en nacelle, sur 2 éoliennes du parc. Un début de suivi dès la mi-mars est souhaité, afin d'évaluer l'activité des chiroptères sur le site en sortie de gîte (équivalente à la migration prénuptiale). Cette mesure permettra de confirmer les tendances observées en 2020, de justifier ou d'affiner les mesures de réduction des risques prises pour les chiroptères.

- Mesures favorables à l'avifaune

- Gestion de la période de migration postnuptiale par l'accentuation des visites sur site et prises de mesures supplémentaires en cas de forte mortalité constatée.

VI.1.2 - Mesures retenues par la société ENGIE Green

Suite au xéchanges entre le BE Synergis Environnement et la société exploitante, ENGIE Green retient et appliquera en 2021 les propositions suivantes :

- Mesures favorables aux chiroptères

- Maintien du bridage en 2021, dans des conditions identiques à celles de 2020. Les paramètres sont présentés ci-dessous :

Tableau 43 – Conditions de bridages retenues pour 2021

Période	**01/07/2020 31/07/2020**		**01/08/2020 31/08/2020**		**01/09/2020 23/09/2020**		**23/09/2020 30/09/2020**		**01/10/2020 31/10/2020**	
Eolienne	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11	E1, E4, E5 et E10	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E11
Vent	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s	<6m/s	<5,5m/s
Pluie	Si Absence		Si Absence		Si Absence		Si Absence		Si Absence	
T°	Sans condition		Sans condition		Sans condition		Sans condition		Sans condition	
Horaire	21h30 – 8h		21h -9h		20h – 10h		20h 9h		19h – 9h	

- Mesures favorables à l'avifaune

- Gestion de la période de migration postnuptiale par l'accentuation des visites sur site et prises de mesures supplémentaires en cas de forte mortalité constatée.

VII. BIBLIOGRAPHIE

BARATAUD, M., 2015. *Acoustic ecology of European bats. Species Identification, Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour*. Biotope, Mèze; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (Inventaires et biodiversité Series), 352 p.

BOONMAN, A. M., LIMPENS H.J.G.A. & VERBOOM B., 1995. – The influence of landscape elements on the echolocation of the pond bat Myotis dasycneme. – Rhinolophe 11 : 39-40.

CRYAN P. M. & BARCLAY R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Journal of Mammalogy. Vol.90, n°6. p. : 1330-1340.

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

DÜRR T., 2020. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Septembre 2020.

ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHSON G. & KERN W., 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plantes – National Avian, Wind Power Planning Meeting III – San Diego, California, p 172 -182.

EUROBATS, 2014. – Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. – EUROBATS Publications Series N°6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133p.

JOHNSON, G. D., PERLIK, M. K., ERICKSON, W. P., & STRICKLAND, M. D. (2004). Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin*, *32*(4), 1278-1288.

LONG C.V., FLINT J.A. & LEPPER P.A. 2011. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role ? Eur. J. Wildl. Res., published online.

MARX G., 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune – Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 – LPO France.

MONTGOMERY, I., CARUSO, T., & REID, N. (2020). Hedgerows as Ecosystems: Service Delivery, Management, and Restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *51*, 81-102.

MORRIS, A. D., MILLER, D. A., & KALCOUNIS-RUEPPELL, M. C. (2010). Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *The Journal of Wildlife Management*, *74*(1), 26-34.

MOTTE & LIBOIS, 2002. – Conservation of the lesser horseshoe bat (Rhinolophus hipposidero Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. Belg. J. Zool., 132 (1) : 49-

MTES, 2018. – Protocole de suivi environnemental des parcs éolien terrestres. – 19p.

Ouest Am', 2019. Impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères de l'ouest de la France : étude des suivis de mortalité de 2010 à 2019. Ouest Aménagement.

LPO, 2004 (révision en août 2009). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Programme national Eolien et Biodiversité ADEME-MEEDDM-SER/FEE-LPO

RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDZA, D. KOVAC˘, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDER-MANN, 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication : séries N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

RYDELL J., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.J., GREEN M., RODRIGUES L., HEDENSTRÖM A. 2010. Mortality of bats at wind turbines in northwestern Europe. Acta Chiropterologica 12(2) : 261-274.

SIEMERS B.M, SCHNITZLER H.-U., 2000. – Natterrer's bet (Myostis nattereri Kuhl, 1818) hawks for prey close to végétation using ecolocation signals of very broad bandwodth. – Behavioral Ecology and Sociobiology, 47: 400-412.

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

ANNEXE I

Photos des cadavres découverts lors de la campagne de suivi 2020

Date	25/06/2020	17/07/2020	20/07/2020
Photo			
Espèce	Buse variable *Buteo buteo*	Buse variable *Buteo buteo*	Martinet noir *Apus apus*
Eolienne	E10	E3	E3
Classe d'âge	Adulte	Adulte	Juvénile

Date	23/07/2020	23/07/2020	20/08/2020
Photo			
Espèce	Buse variable *Buteo buteo*	Martinet noir *Apus apus*	Rousserole effarvatte *Acrocephalus scirpaceus*
Eolienne	E3	E10	E10
Classe d'âge	Adulte	Juvénile	Juvénile

Date	02/10/2020	08/10/2020
Photo		
Espèce	Noctule commune *Nyctalus noctula*	Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca*
Eolienne	E7	E7
Classe d'âge	Indéterminé	Juvénile