

# BILAN ANNUEL DE SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX

*Suivi de la mortalité, de l'avifaune, des  
chiroptères et des habitats*

Parc éolien de Gurunhuel (22)

## Ferme éolienne de Gurunhuel



Janvier 2021 – Décembre 2021

## Table des matières

1	Cadre général et présentation de la mission .....	1
1.1	Localisation et présentation du parc éolien .....	1
1.2	Caractéristiques des éoliennes .....	2
1.3	Cadre réglementaire.....	2
2	Méthodologie .....	3
2.1	Dates, natures des prospections et conditions météorologiques .....	3
2.2	Équipe du projet.....	6
2.3	Habitats .....	6
2.4	Suivi de la mortalité.....	6
2.4.1	Nombre d'éoliennes suivies et surfaces prospectées.....	6
2.4.2	Temps de recherche.....	7
2.4.3	Période de suivi .....	7
2.4.4	Fréquence de suivi.....	8
2.4.5	Paramètres relevés.....	8
2.4.6	Estimateurs de mortalité.....	8
2.4.7	Mesures correctives.....	11
2.4.8	Biais et limites de l'étude .....	11
2.5	Avifaune .....	12
2.5.1	Avifaune nicheuse .....	12
2.5.2	Avifaune hivernante .....	12
2.5.3	Avifaune migratrice.....	12
2.5.4	Suivi des déplacements aériens .....	13
2.5.5	Biais et limites de l'étude .....	15
2.6	Chiroptères.....	16
2.6.1	Activité au sol.....	16
2.6.2	Suivi en altitude.....	19
2.6.3	Biais et limites de l'étude .....	19
2.7	Bioévaluation.....	21
3	Résultats et analyses.....	24
3.1	Données de fonctionnement des éoliennes .....	24
3.2	Habitats .....	24
3.3	Assolement .....	27

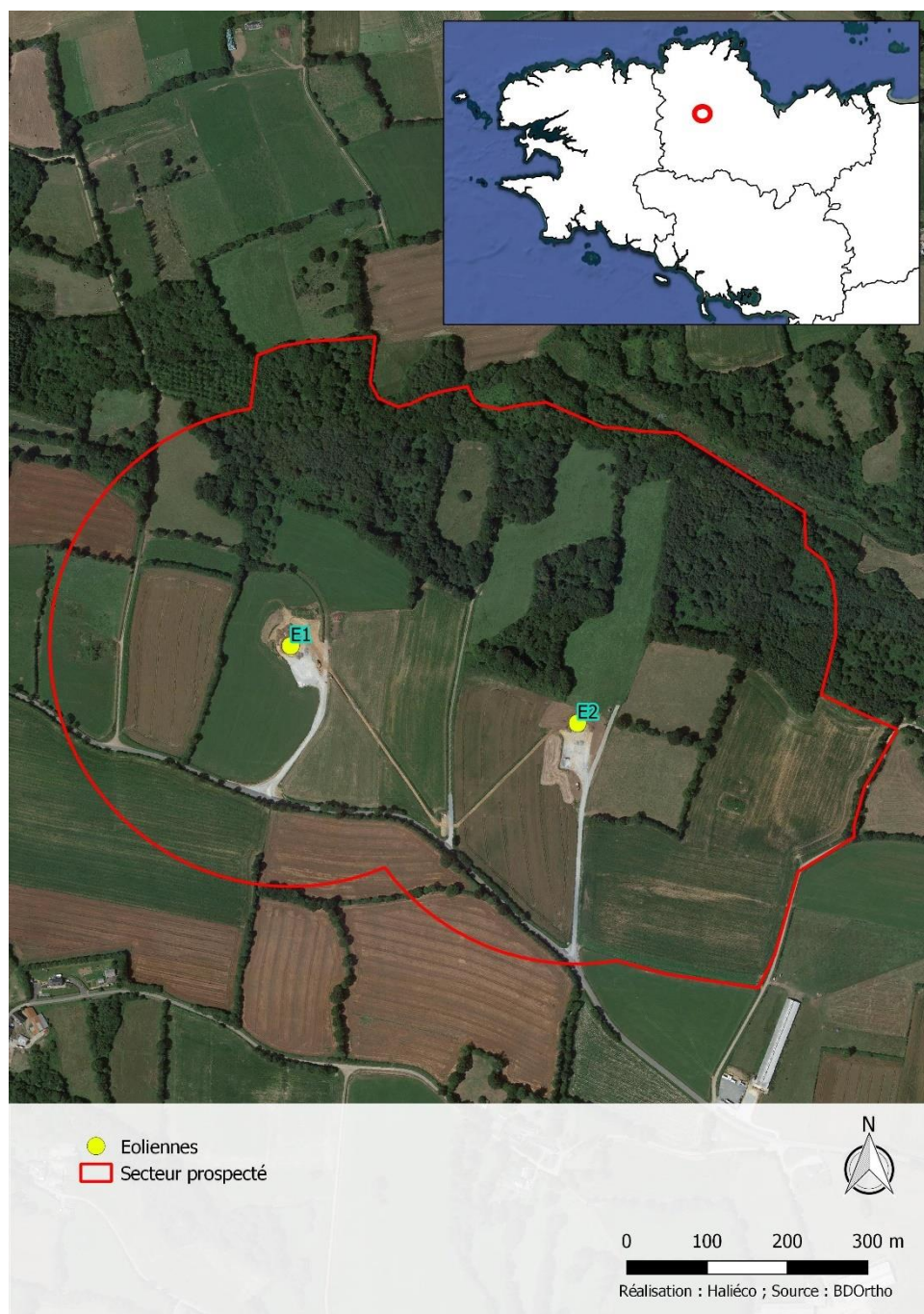
3.4	Suivi de la mortalité.....	28
3.4.1	Facteurs de correction .....	28
3.4.2	Résultats bruts .....	34
3.4.3	Estimation de la mortalité réelle.....	40
3.5	Avifaune .....	43
3.5.1	Avifaune nicheuse .....	43
3.5.2	Avifaune migratrice.....	48
3.5.3	Avifaune hivernante .....	50
3.5.4	Suivi des déplacements aériens .....	52
3.6	Chiroptères.....	58
3.6.1	Activité au sol.....	58
3.6.2	Suivi en altitude.....	73
3.7	Impacts et propositions de mesures complémentaires de réduction des impacts .....	88
3.7.1	Rappel des espèces retrouvées mortes au pied des éoliennes .....	88
3.7.2	Rappels des impacts identifiés dans l'étude d'impacts .....	89
3.7.3	Bilan des impacts du parc éolien.....	90
3.7.4	Proposition de mesures complémentaires pour limiter les impacts directs sur les chiroptères et l'avifaune .....	92
	Bibliographie .....	96
	Annexe .....	100

CRÉDIT PHOTO : SAUF MENTION CONTRAIRE, TOUTES LES PHOTOGRAPHIES DE CE DOCUMENT ONT ÉTÉ PRISES SUR SITE PAR ROBINET CHARLY ET ÉMILIEN JOMAT

## 1 Cadre général et présentation de la mission

Suite à la mise en service du parc éolien de Gurunhuel fin 2020, la ferme éolienne de Gurunhuel a sollicité Robinet Charly (société Haliéco) et Jomat Emilien pour effectuer les suivis environnementaux post-implantation en 2021.

### 1.1 Localisation et présentation du parc éolien



*Carte 1 : Localisation du parc éolien de Gurunhuel*

Les 2 éoliennes du parc sont situées sur la commune de Gurunhuel (22 390). Le parc éolien est implanté dans un contexte paysager diversifié, alternant entre boisements, cultures, prairies et petites zones urbaines, entrecoupés par plusieurs cours d'eau. Le réseau bocager est localement dense et tout particulièrement à proximité des cours d'eau. Les éoliennes du parc sont situées à proximité directe de boisements, cultures et prairies.

*Tableau 1 : Coordonnées géographiques des éoliennes*

Eolienne	WGS 84		L93	
	X	Y	X	Y
N°1	31655.8761	483048.5078	236506.65	6842139.39
N°2	31638.1464	483046.3129	236863.86	6842042.94

## 1.2 Caractéristiques des éoliennes

Les caractéristiques de ces éoliennes sont présentées dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 2 : Caractéristiques techniques des éoliennes*

Nordex – N117	
Puissance unitaire (MW)	3 MW
Diamètre (m)	117 m
Hauteur de moyeu (m)	95 m (éolienne 1), 106 m (éolienne 2)
Hauteur en bout de pale (m)	153.5 m (éolienne 1), 164.5 m (éolienne 2)
Garde au sol	36.5 m (éolienne 1), 47.5 m (éolienne 2)

## 1.3 Cadre réglementaire

Les suivis proposés interviennent dans le cadre de la mise en œuvre du suivi environnemental prévu par l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par arrêté du 22 juin 2020) relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

*« L'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères ... dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact*

*significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation. »*

Le présent rapport détaille les méthodologies mises en œuvre ainsi que les résultats obtenus lors du suivi de la mortalité (chiroptères/oiseaux), ainsi que des suivis orientés sur l'avifaune (nicheuse, migratrice et hivernante) et les chiroptères (au sol et en altitude). L'analyse des résultats permet de cibler des mesures de réduction à instaurer dans les prochaines années.

Le suivi post-implantation du parc éolien a été réalisé en 2021 selon la version révisée 2018 du protocole national, version en vigueur au lancement du suivi. Ce protocole est conforme aux recommandations publiées par la SFEPM (2016) et aux recommandations d'EUROBATS (accord européen pour la conservation des chauves-souris), actualisées en 2014.

## 2 Méthodologie

### 2.1 Dates, natures des prospections et conditions météorologiques

Afin d'assurer une comparaison des données de la présente étude avec celles de l'étude d'impact, les dates de prospections ont été arrêtées de façon à se rapprocher de celles mises en place au cours de l'étude d'impact. En 2021, les suivis ont été mis en place à partir du 28/01 et jusqu'au 31/12. Les différents suivis chiroptères et avifaune ont été réalisés par conditions météorologiques favorables (Cf. Tableau 4).

*Tableau 3 : Dates et natures des prospections*

Nature des prospections	Date
<b>Habitats</b>	
Actualisation de la cartographie	23/06/2021 ; 25/07/2021
<b>Suivi de la mortalité</b>	
Réalisation des tests - Persistance des cadavres	<b>Test 1</b> : 28/01/2021 – 09/02/2021 ; <b>Test 2</b> : 23/07/2021 – 31/07/2021 ; <b>Test 3</b> : 15/09/2021 – 24/09/2021
Réalisation des tests – Efficacité de recherche	<b>Robinet Charly</b> : 23/03/2021 ; 07/07/2021 <b>Jomat Emilien</b> : 21/04/2021 ; 26/08/2021
Recherche de cadavres (intervalle moyen entre 2 passages : 7 jours)	28/01/2021 – 28/12/2021
<b>Suivi de l'avifaune</b>	
Suivi avifaune hivernante	09/02/2021 ; 22/12/2021
Suivi des déplacements aériens	
Suivi migration prénuptiale	23/03/2021 ; 09/04/2021 ; 07/05/2021
Suivi de l'avifaune nicheuse diurne	13/04/2021 ; 18/05/2021 ; 16/06/2021 ; 30/06/2021
Suivi des déplacements aériens	
Suivi de l'avifaune nicheuse nocturne	12/04/2021 ; 26/05/2021 ; 15/07/2021
Suivi migration postnuptiale	16/09/2021 ; 22/10/2021
<b>Suivi en hauteur des chiroptères</b>	
Installation BATmode	15/03/2021

Nature des prospections	Date
Désinstallation BATmode	20/11/2021
Suivi au sol des chiroptères	
Suivi de l'activité des chiroptères au sol	21/04/2021 ; 27/05/2021 ; 30/06/2021 ; 21/07/2021 ; 26/08/2021 ; 07/09/2021 ; 20/09/2021 ; 12/10/2021

*Tableau 4 : Synthèse des dates, horaires de passage et conditions météorologiques au cours des suivis avifaune et chiroptères*

Date	Heure début	Heure fin	Nébulosité <sup>1</sup>	Température (°C)	Force du vent	Provenance du vent	Précipitation	Phase lunaire (chiroptères)	Nature des prospections
09/02/2021	08:15	13:30	8	-1	Moyen	E	-	-	Suivi avifaune hivernante Suivi des déplacements aériens
23/03/2021	07:00	09:00	1	2	Faible	SO	Pluie fine	-	Suivi migration prénuptiale
09/04/2021	07:30	11:45	5	7	Faible	E	-	-	Suivi migration prénuptiale
12/04/2021	20:45	23:45	2	8	Faible	O	-	-	Suivi de l'avifaune nicheuse nocturne
13/04/2021	07:30	13:00	2	4	Faible	E	-	-	Suivi de l'avifaune nicheuse diurne Suivi des déplacements aériens
21/04/2021	21:51	00:05	2	9	Faible	SE	-	Premier quartier	Suivi de l'activité des chiroptères au sol
07/05/2021	06:45	11:00	3	7	Faible	SO	-	-	Suivi migration prénuptiale
18/05/2021	06:30	12:30	4	9	Faible	SO	-	-	Suivi de l'avifaune nicheuse diurne Suivi des déplacements aériens
26/05/2021	21:45	00:00	8	10	Très faible	SE	-	-	Suivi de l'avifaune nicheuse nocturne
27/05/2021	22:16	00:21	7	11	Faible	E	-	Pleine lune	Suivi de l'activité des chiroptères au sol
16/06/2021	06:00	12:00	2	18	Faible	E	-	-	Suivi de l'avifaune nicheuse diurne Suivi des déplacements aériens

<sup>1</sup> Nébulosité évaluée sur une échelle de 0 (aucun nuage) à 8 (couverture nuage complète et uniforme)

Date	Heure début	Heure fin	Nébulosité <sup>1</sup>	Température (°C)	Force du vent	Provenance du vent	Précipitation	Phase lunaire (chiroptères)	Nature des prospections
23/06/2021	10:00	13:00	3	15	Moyen	N	-	-	Actualisation de la cartographie
30/06/2021	06:15	12:00	8	15	Faible	O	-	-	Suivi de l'avifaune nicheuse diurne Suivi des déplacements aériens
30/06/2021	22 :37	00:36	2	14	Faible	NO	-	Dernier quartier	Suivi de l'activité des chiroptères au sol
15/07/2021	22:00	00:30	3	14	Faible	S	-	-	Suivi de l'avifaune nocturne
21/07/2021	22:30	00:42	1	20	Faible	E	-	Dernier quartier	Suivi de l'activité des chiroptères au sol
25/07/2021	14:00	16:00	8	20	Faible	NO	-	-	Actualisation de la cartographie
26/08/2021	21:41	23 :48	3	13	Faible	E	-	Dernier quartier	Suivi de l'activité des chiroptères au sol
07/09/2021	21:12	23 :15	4	21	Faible	S	-	Nouvelle lune	Suivi de l'activité des chiroptères au sol
16/09/2021	07:45	12:00	5	14	Faible	O	-	-	Suivi migration postnuptiale
20/09/2021	20 :50	22 :46	2	10	Faible	N	-	Premier quartier	Suivi de l'activité des chiroptères au sol
12/10/2021	20 :12	22 :07	2	8	Faible	SE	-	Premier quartier	Suivi de l'activité des chiroptères au sol
22/10/2021	08:45	13:00	2	6	Faible	NO	-	-	Suivi migration postnuptiale
22/12/2021	09:00	14:30	3	10	Moyen	N	-	-	Suivi avifaune hivernante Suivi des déplacements aériens

## 2.2 Équipe du projet

Les différents suivis ont été répartis entre deux consultants écologues (Robinet Charly et Jomat Emilien) afin de mutualiser les compétences sur les taxons à étudier et répondre au calendrier d'intervention.

*Tableau 5 : Répartition des taxons étudiés entre les deux sociétés*

Compartiments écologiques	Charly Robinet - Haliéco	Émilien Jomat
Habitats	X	
Suivi de la mortalité	X (43 passages)	X (6 passages)
Avifaune	X	
Chiroptères		X

## 2.3 Habitats

Les différents habitats présents et leurs contours ont été actualisés sur la base de la cartographie des habitats de l'étude d'impact. Les habitats ont été identifiés, cartographiés et caractérisés selon les typologies EUNIS et CORINE. La cartographie a été réalisée dans un rayon de 300 m autour des éoliennes.

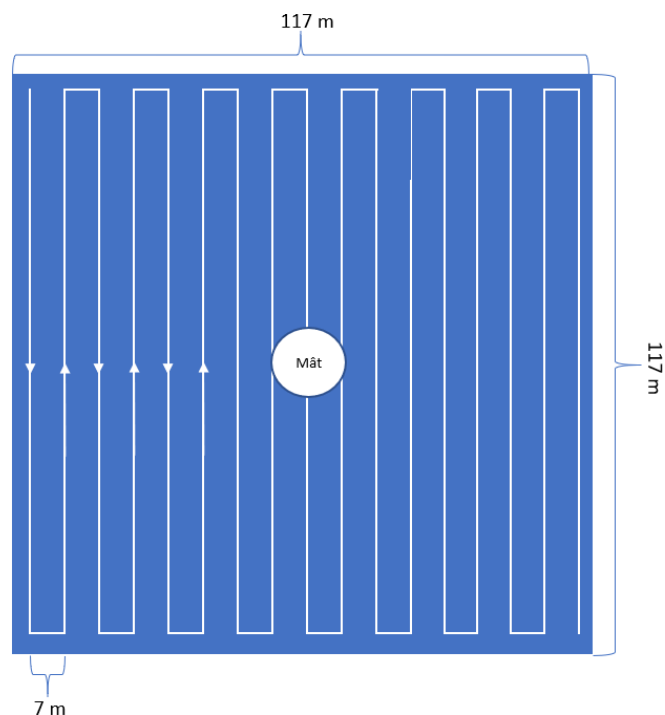
En parallèle, des cartographies évolutives relatives à l'assolement et à la hauteur de végétation sur le maillage de prospection mortalité ont été réalisées. L'évolution de la taille de végétation a été prise en compte afin d'exclure du suivi mortalité les habitats avec des hauteurs de végétation supérieures à 50 cm (exemple des cultures de maïs entre juillet et octobre).

## 2.4 Suivi de la mortalité

### 2.4.1 Nombre d'éoliennes suivies et surfaces prospectées

Les deux éoliennes du parc ont été suivies dans le cadre de cette étude. Des carrés de 117 m de côté (1.37 ha) ont été prospectés à pied sous chaque éolienne en suivant le cheminement indiqué par le schéma ci-dessous. Chaque transect, espacé d'environ 7 m, a permis à l'observateur de rechercher la présence de cadavre sur une largeur de 3,5 m de part et d'autre de sa ligne de déplacement. Les transects ont été importés sur l'application mobile Qfield afin d'être visualisables sur le terrain. À chaque passage, l'ensemble des transects ont été parcourus à pied, et à vitesse lente et constante.

Notons que les surfaces à prospecter théoriques de 1.37 ha ont été réduites ponctuellement ou durablement en fonction des types et hauteurs de végétations présentes (boisements ou végétations avec des hauteurs supérieures à 50 cm - Cf. § 3.4.1a).



*Figure 1 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter autour d'une éolienne*

#### 2.4.2 Temps de recherche

Environ 45 minutes par turbine pour l'échantillon de base de 1.37 ha intégralement prospecté. Ce temps de prospection a été réduit pour les éoliennes concernées par des végétations temporairement ou durablement exclues du suivi.

#### 2.4.3 Période de suivi

Conformément aux différentes recommandations nationales et européennes, et dans l'esprit du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2018), la période minimale suivie doit s'étendre de la semaine 20 à la semaine 43 (mi-mai à fin octobre) couvrant ainsi les périodes les plus sensibles pour les chiroptères et l'avifaune (reproduction et migration automnale). Cependant, vu les impacts potentiels du parc relevés lors de l'étude d'impacts et sur recommandation des services de l'état, la période de suivi a été étendue à 49 semaines, de la 4ème semaine de janvier 2021 et jusqu'à fin décembre.

#### 2.4.4 Fréquence de suivi

Conformément aux recommandations du protocole national, 1 passage par semaine a été réalisé.

#### 2.4.5 Paramètres relevés

À chaque sortie, les paramètres suivants ont été relevés :

- Date et heure ;
- Température ;
- Force et direction du vent ;
- Nébulosité ;
- Intempéries.

À chaque découverte de cadavre :

- Espèce ;
- Sexe ;
- Estimation de la date et de l'heure de la mort ainsi que des conditions météorologiques à ce moment-là ;
- Localisation du cadavre par rapport à l'éolienne ;
- Hypothèse de la cause du décès.

Toutes les observations suivantes seront également rapportées :

- Autres cadavres qui pourraient avoir une influence sur le comportement de la faune volante ;
- Cadavres de chauves-souris ou d'oiseaux retrouvés en dehors du périmètre de prospection ;
- Nids d'insectes au pied des éoliennes.

Les découvertes de cadavres ont été transmises à la ferme éolienne de Gurunhuel après la prospection de terrain.

#### 2.4.6 Estimateurs de mortalité

Le principal objectif du suivi de la mortalité est de calculer le taux de mortalité pour permettre des comparaisons objectives et détecter les parcs à impacts significatifs sur la faune volante. Pour cela, il est essentiel d'utiliser des estimateurs.

Il existe plusieurs estimateurs de mortalité (RODRIGUES *et al.*, 2015). Étant donné la variabilité des estimations fournies par ces méthodes, nous utiliserons dans les analyses trois estimateurs différents et reconnus :

- la formule d'Erickson (ERICKSON *et al.*, 2000) ;
- la formule de Jones (JONES *et al.*, 2009) ;

- la formule de Huso (HUSO, 2011).

Pour calculer ces estimateurs, nous avons utilisé l'outil proposé par Aurélien Besnard & Cyril Bernard du CEFCE-CNRS (<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>).

Afin d'appliquer rigoureusement les estimateurs, il sera nécessaire d'intégrer un coefficient surfacique lorsqu'une surface échantillon n'a pas pu être prospectée. Nous préciserons également les écarts-types obtenus par chaque estimateur.

#### a. Type d'estimateurs

- **l'estimateur d'Erickson** (ERICKSON et al., 2000) utilise une formule qui intègre la durée de persistance moyenne des cadavres. Cette formule présente l'avantage de fonctionner même lorsque le taux de persistance sur la durée de l'intervalle (entre 2 visites) est nul (donc avec un taux de prédation important).

$$N_{estimé} = (Na - Nb) * \frac{I}{tm * d}$$

- **l'estimateur de Jones** (JONES et al., 2009) repose sur plusieurs postulats. D'abord, le taux de mortalité est constant sur l'intervalle (entre 2 visites), et ensuite, la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative. Enfin, elle suppose aussi que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle.

$$N_{estimé} = \frac{Na - Nb}{a * d * e^{P/2}} \text{ avec } P = e^{-0.5 * \frac{1}{tm}}$$

- **l'estimateur de Huso** (HUSO, 2011), similaire à la formule de Jones avec une mortalité constante, 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. Le coefficient qu'elle propose est plus élevé :

$$N_{estimé} = \frac{Na - Nb}{a * d * e^{P/2}} \text{ avec } P = tm * \frac{1 - e^{-\frac{1}{tm}}}{1}$$

Les différents paramètres utilisés dans les formules sont décrits ci-dessous :

*Tableau 6 : Définitions des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité*

Paramètre	Formule	Définition
<b>N<sub>a</sub></b>		Nombre total d'individus trouvés morts
<b>N<sub>b</sub></b>		Nombre d'individus tués par autre chose que les éoliennes
<b>d</b>	$d=d_t/d_p$	Taux de découverte, variable en fonction du couvert végétal
<b>d<sub>t</sub></b>		Nombre de leurres trouvés
<b>d<sub>p</sub></b>		Nombre de leurres placés
<b>I</b>		La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours)
<b>tm</b>		Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours)
<b>a</b>	$a=a_r/a_t$	Coefficient de correction surfacique
<b>a<sub>r</sub></b>		Surface réellement couverte (en m <sup>2</sup> )
<b>a<sub>t</sub></b>	$A_t=N_e * \pi r^2$	Surface théorique (en m <sup>2</sup> )
<b>N<sub>e</sub></b>		Nombre d'éoliennes
<b>r</b>		Rayon de recherche (en m)
<b>ê</b>	$E=\text{Min}(I : \hat{I}) / I$	Coefficient correcteur de l'intervalle
<b>î</b>	$I = -\log(0.01) * \frac{tm}{\ln(0.01)}$	Intervalle effectif

*b. Test de persistance des cadavres*

La mesure du biais lié à la disparition des cadavres a été réalisée par la mise en place d'un test qui suit les recommandations suivantes :

- Le test a été réalisé 3 fois au cours du suivi à des périodes contrastées afin de prendre en compte les changements de comportements des prédateurs au cours des saisons (différences provoquées par la taille de la végétation, variations d'activité des animaux, présence ou non d'insectes nécrophages...) ;
- Des poussins de un jour et sombres ont été préférentiellement utilisés pour les tests ;
- Les poussins ont été décongelés avant utilisation ;
- Pour chaque test, 3 cadavres ont été déposés par éolienne. Les tests ont duré jusqu'à 15 jours avec des passages à J1, J3, J5, J7, J9, J12 et J15. Cette méthode a permis de déterminer combien de temps un cadavre reste au sol avant de disparaître.

### c. *Test d'efficacité de recherche*

Il est important d'évaluer la détectabilité des chauves-souris et des oiseaux morts selon les différentes caractéristiques physiques de l'habitat (hauteur, recouvrement...). Les tests de détectabilité, ou d'efficacité de recherche, ont été mis en place à 2 reprises par observateur au cours de l'année, à des saisons contrastées. L'objectif global est d'évaluer le pourcentage de cadavres retrouvés par le chercheur. Les recommandations suivantes ont été respectées :

- L'efficacité du chercheur a été testée sur l'ensemble des grands types d'habitats de la zone d'étude ;
- Les tests ont été répétés à 2 reprises afin d'évaluer l'efficacité de recherche à différents stades de couverture du sol, mais aussi en fonction de la luminosité et des conditions météo ;
- Les leurres (10 au total et 5 par éolienne) ont été disposés aléatoirement dans la zone d'étude en représentant tous les types de végétation présents ;
- Les coordonnées GPS de chaque lure ont été notées ;
- Le chercheur a prospecté comme lors d'une recherche normale de cadavres ;
- Le temps de recherche a été équivalent au temps qui est accordé en conditions réelles.

#### 2.4.7 Mesures correctives

Dans le cas où un impact par mortalité significative (mortalité massive d'une espèce et/ou d'une espèce à enjeux) est noté par le suivi, des mesures post-implantation doivent être mises en place pour annuler ou réduire cet impact. La principale mesure permettant cela a posteriori est une mesure de réduction visant à limiter le fonctionnement des éoliennes, soit par augmentation du seuil de vitesse de vent minimal pour le fonctionnement des éoliennes, soit par une mise en drapeau. Pour les parcs n'ayant pas de mesures de régulation ou pour ceux dont la régulation a été établie sans aucune corrélation avec l'activité en altitude des oiseaux ou des chauves-souris, le suivi d'activité en altitude permet d'optimiser la modulation au regard des résultats dans un sens ou dans l'autre. Pour que la mesure de réduction soit effective, elle doit s'appuyer sur des paramètres propres à chaque parc éolien, sur les conditions météorologiques et sur l'activité de vol des chauves-souris et des oiseaux. Pour cela, la mesure de ces paramètres doit être réalisée en même temps que le suivi de la mortalité.

#### 2.4.8 Biais et limites de l'étude

Les surfaces prospectées varient selon la densité et la nature du couvert végétal. L'efficacité de recherche varie au cours du temps (amélioration supposée de l'observateur dans le temps) et du couvert végétal ; tout comme le taux de prédation peut varier selon les périodes de l'année. Les calculs de facteurs liés à l'efficacité de recherche, à la persistance des cadavres et aux surfaces prospectées permettent cependant de limiter ces biais.

## 2.5 Avifaune

L'ensemble des protocoles décrits ci-dessous ont été mis en place par conditions météorologiques favorables (vent faible, absence d'intempéries...). L'analyse des données issues de ces protocoles permet de cibler les enjeux relatifs à l'avifaune en 2021 (diversité spécifique importante, nombre important d'individus, présence d'espèces patrimoniales...) et de les comparer aux résultats de l'étude d'impact.

### 2.5.1 Avifaune nicheuse

En raison de la faible superficie de la zone d'étude, le site a été parcouru de façon à mener un inventaire exhaustif de l'avifaune en suivant le parcours utilisé lors de l'étude d'impacts (Cf. Carte 2). Pour chaque individu contacté, la localisation GPS a été notée, ainsi que le type de contact (sonore (chant, cri...), visuelle), l'âge, le sexe, le comportement (posé, alimentation, vol...) et, dans la mesure du possible, les indices de nidification (chant, construction de nid, recherche de nourriture, transport de matériaux, observations de couples, d'individus juvéniles...).

4 passages sur sites ont été effectués pour l'avifaune nicheuse diurne et 3 passages pour l'avifaune nicheuse nocturne. Pour l'avifaune nicheuse diurne, les suivis ont été menés de l'aube à 4 h après le lever du soleil. Pour l'avifaune nocturne, les passages ont été effectués du crépuscule à 3 ou 4 heures après le coucher du soleil.

### 2.5.2 Avifaune hivernante

Pour l'avifaune hivernante, les suivis ont été menés en plein hiver et dans la mesure du possible au cours de périodes froides. Deux passages de deux journées complètes ont été effectués sur site. Le parcours effectué et les paramètres relevés ont été les mêmes que pour l'avifaune nicheuse.

### 2.5.3 Avifaune migratrice

Concernant l'avifaune migratrice, les suivis ont été réalisés à la fois en période pré-nuptiale (3 passages) et post-nuptiale (2 passages). Un passage supplémentaire a été effectué au printemps (initialement 2 passages étaient prévus) en raison de conditions météorologiques ponctuellement très fluctuantes et défavorables aux déplacements migratoires. Deux protocoles ont été menés en parallèle, des suivis sur des points fixes et des parcours le long des corridors

potentiels de migration. 1 point fixe a été retenu à proximité de l'éolienne 1. Celui-ci a été retenu de façon à avoir une vue dégagée sur l'ensemble de l'aire d'étude (Cf. Carte 2). Sur ce point les suivis ont mené de l'aube à 4 h après le lever du soleil. À la suite, et lorsque qu'aucun flux n'a été observé sur le point de suivis, les différentes haies et potentiels corridors de déplacement ont été prospectés afin de rechercher les individus en halte migratoire. Pour les différentes espèces migratrices observées, les éléments suivants seront relevés :

- Espèces ;
- Âge ;
- Sexe ;
- Hauteur de vol estimé ;
- Localisation GPS ;
- Direction ;
- Axe de vol.

#### 2.5.4 Suivi des déplacements aériens

En parallèle des suivis avifaune nicheuse et hivernante, une analyse des comportements en vol a été réalisée sur 3 points fixes. Cette analyse a également été mise en place au cours des suivis migratoires. Pour les individus observés en vol à plus de 36.5 m (éolienne 1) ou 47.5 m (éolienne 2), et donc susceptibles de passer dans la l'axe de rotation des pales des éoliennes, la hauteur de vol a été estimée ainsi que la direction et l'axe de vol (linéaire, ascendant...). 4 classes de hauteurs de vol ont été utilisées :

- Déplacement sous les pales des éoliennes ;
- Déplacement à hauteur de pale, en dessous du moyeu ;
- Déplacement à hauteur de pale, au-dessus du moyeu ;
- Déplacement au-dessus des éoliennes.

Pour rappel, au cours de l'étude d'impact un seuil de 30 m avait été utilisé pour définir 2 classes de hauteurs de vol (au-dessus et en dessous de 30 m). En l'absence d'éoliennes, l'évaluation des hauteurs de vol est en effet très délicate et la précision ne peut donc pas être aussi fine qu'en suivi post-implantation.

Tous les oiseaux visibles à l'œil nu ou à la jumelle depuis les points d'observations ont été relevés. Néanmoins, un périmètre d'analyse de 300 autour des éoliennes a été retenu afin d'identifier finement les comportements de vol et tout particulièrement les éventuelles interactions avec les éoliennes. Pour chaque point réalisé au cours de la période d'hivernage ou de nidification, les observations ont duré 30 minutes (à raison de 3 points par passage, soit 1h30 d'observations par passage). Au cours des suivis migratoires, les observations ont été réalisées sur 4 h consécutives.

Au cours de ces suivis, une attention particulière a été portée sur l'observation du Goéland Brun, du Goéland argenté et de la Buse variable.



Carte 2 : Localisation des parcours et points de suivi de l'avifaune

### 2.5.5 Biais et limites de l'étude

Certains habitats ont sensiblement évolué entre 2015/2016 (période de réalisation des inventaires pour l'étude d'impact) et 2021. En effet, les habitats de transition comme les landes se sont fermés au profil de boisements (Cf. § 3.2). Ces dynamiques d'habitats ont entraîné des modifications de cortèges d'oiseaux dont l'appréciation est difficile. Cela contraint l'évaluation des impacts des éoliennes sur l'avifaune en ajoutant d'autres facteurs d'influence.

Les passages migratoires (diversité et abondance) sont très dépendants des conditions météorologiques sur les couloirs de migration, des conditions locales, et de la période. Les résultats d'inventaires avifaune migratrice ne prétendent en aucun cas à l'exhaustivité au regard de la faible pression d'inventaire mise en place et des différents paramètres météorologiques influençant les passages. Ils permettent cependant d'estimer l'importance de la zone d'étude pour les passages migratoires et surtout d'identifier les comportements de vol à proximité des éoliennes.

De plus, un autre biais inclus dans l'étude est lié au changement d'observateurs entre l'étude d'impact et le suivi post-implantation. En effet, les observateurs ont des capacités de détection et d'identification variables, engendrant une hétérogénéité des données.

La méthode de suivi des déplacements aériens sur 3 points fixes différents (de 30 minutes) au cours des périodes hivernales et de reproduction semble peu adaptée au contexte du site (méthode appliquée au cours de l'étude d'impact). En effet, la visibilité est globalement assez limitée au niveau de l'éolienne 2 (présence de haies notamment) et les cultures de maïs adjacentes au point central contraignent ponctuellement les observations. Le point d'observation à proximité de l'éolienne 1 permet d'avoir une vue dégagée dans un rayon d'environ 300 m autour des 2 éoliennes et de contacter l'ensemble des individus en déplacement dans ce périmètre. La mise en place des suivis de déplacements aériens sur cet unique point pourrait donc être privilégiée dans les années à venir.

De plus, selon la méthodologie de l'étude d'impact, les points d'observations ont été réalisés aux mêmes dates que les suivis avifaune hivernante et nicheuse (3 points par passage), c'est-à-dire par conditions météorologiques favorables à l'activité et à la détection des oiseaux nicheurs ou hivernants (peu de vent, absence d'intempéries...). Or les déplacements aériens des oiseaux sont généralement conditionnés par la météorologie et tout particulièrement par le vent. Afin d'inclure l'influence de la météo et affiner l'analyse des déplacements aériens, les suivis de déplacements pourraient être effectués par conditions météorologiques variées et donc à des journées différentes, à raison de 30 minutes/jour. En l'état, aucune analyse des déplacements aériens en fonction de la météo n'est donc proposée dans ce document en raison de l'homogénéité des conditions météorologiques lors des observations.

## 2.6 Chiroptères

### 2.6.1 Activité au sol

#### a. *Protocole d'écoutes actives*

Le protocole d'écoute active est celui utilisé lors de l'étude d'impact. Il consiste à réaliser des écoutes d'ultrasons de chauves-souris à l'aide d'un détecteur activé par l'observateur sur des points de 10 minutes. Un détecteur Active Recorder disposant à la fois de la fonction hétérodyne et de la fonction expansion de temps a été utilisé pour réaliser ces points d'écoute. Cette méthode permet d'identifier in situ de près de 80 % des contacts de chauves-souris (identification rapide des espèces). Les identifications incertaines sont enregistrées puis identifiées a posteriori sur le logiciel de traitement de sons Batsound.

Les suivis se font lors de conditions météorologiques favorables au vol des chiroptères (vent faible, température supérieure à 10°C et absence de pluie).

Pour chaque contact identifié, l'espèce a été notée ainsi que le comportement de l'individu (chasse, transit, cris sociaux). Le nombre de contacts par point est ramené à une valeur d'activité qui correspond à un nombre de contacts par heure. Cette valeur ne considère pas le nombre d'individus présents mais l'attractivité du milieu échantillonné pour les chiroptères. L'activité chiroptérologique permet de comparer l'attractivité des points entre eux mais également entre les saisons.

Ce suivi a repris la méthodologie de l'état initial tant sur la pression d'observation que sur la localisation des points d'écoute. Les neuf points effectués lors de l'étude d'impact (Carte 3) ont été répliqués lors de 8 passages (2 printemps, 3 étés et 3 automnes) en respectant le plus possible les dates de passage.

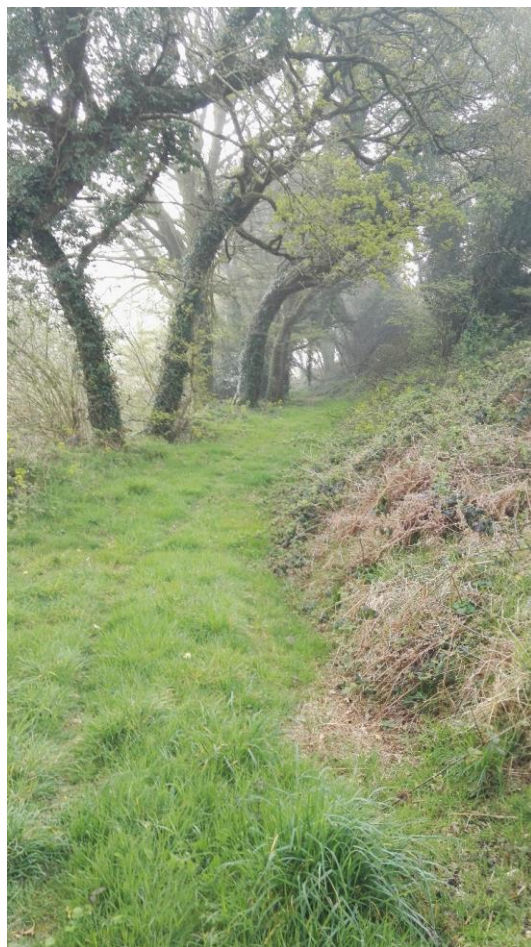
Par cette méthode, nous cherchons à établir quelle est l'activité des chauves-souris sur la zone d'implantation du parc, ses potentielles évolutions depuis sa mise en service, ainsi que les possibles modifications d'utilisations de l'espace par les cortèges de chiroptères. L'ensemble de cette démarche vise à mettre en évidence l'absence d'érosion de la biodiversité suite à l'installation du parc.

#### b. *Protocole d'écoutes passives*

Le protocole avec des enregistreurs automatiques a été initié pré-implantation. Un enregistreur SM3 avait été déposé, sur un point forestier, pour la durée des points d'écoute actifs (nuits partielles) sur quelques passages. L'utilisation d'enregistreurs automatiques a été reprise et appliquée sur des nuits entières d'enregistrements lors de chaque passage d'écoute active. Un

second point fixe (Carte 3) a également été ajouté pour compléter l'échantillonnage mis en place. Il a été placé dans une allée boisée suspectée d'être un corridor de déplacement privilégié pour les chiroptères entre les deux éoliennes qui n'a pas été évaluée lors de l'étude d'impact (Photo 1).

Le principe de cette méthode est de placer un boîtier avec un micro déporté qui enregistre tous les sons pouvant être attribués à ces chauves-souris. L'analyse se fait alors uniquement *a posteriori* par traitement informatisé. Des enregistreurs Passive Recorder, ont été utilisés dans le cadre de cette étude.

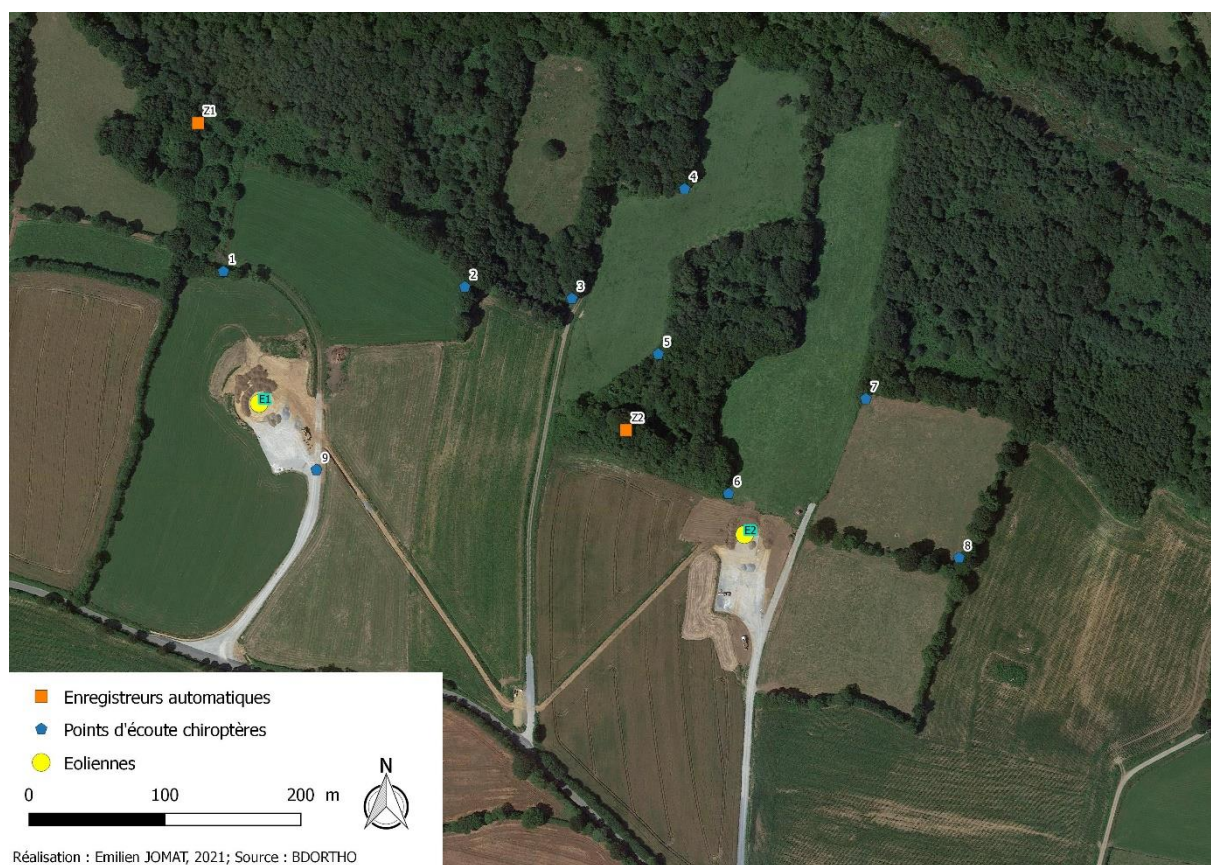


*Photo 1: Points d'enregistrements automatiques des ultrasons de chiroptères - à gauche : Point Z1 ; à droite : Point Z2*

Cette méthodologie a la particularité d'être bien plus performante que les écoutes actives pour détecter la présence des espèces discrètes et/ou peu abondantes. Les réglages utilisés (Tableau 7) sont ceux recommandés par le MNHN dans le cadre du protocole Vigie Chiro « point fixe ». De cette manière, les données pourront être confrontées au référentiel d'activité établi avec les données de l'ensemble des participants à ce programme permettant de qualifier les niveaux d'activités obtenus.

*Tableau 7 : Paramètres d'enregistrements pratiqués sur les Passive Recorder*

Paramètre	Réglage
Période d'enregistrement	Coucher du soleil -30min / Lever du soleil +30min
Format	.WAV
Seuil relatif	16dB
Durée d'enregistrement min	2s
Durée d'enregistrement max	30s
Fréquence d'enregistrement	8 – 120 kHz
Fréquence d'échantillonnage	384kHz
Format	12 bits



*Carte 3 : Localisation des points d'écoute chiroptères*

## 2.6.2 Suivi en altitude

Un suivi acoustique de l'activité des chiroptères à hauteur de rotor est essentiel pour comprendre et analyser les résultats du suivi de la mortalité. Un tel suivi permet également d'identifier les périodes à risque puis de mettre en œuvre d'éventuelles mesures correctives.

L'esprit du nouveau protocole national précise qu'un enregistrement de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle en continu (sans échantillonnage) doit être mis en œuvre pendant toute la durée du suivi de mortalité (au minimum un point d'écoute pour 8 éoliennes), en fonction de l'homogénéité du parc éolien (relief, végétation, exposition aux effets d'aérologie, habitats potentiels...). Eurobats et de la SFEPM recommandent un suivi sur l'ensemble de la période d'activité des chiroptères. Afin de nous adapter au contexte local les enregistrements ont été réalisés du 15 mars au 15 novembre afin de couvrir la très grande majorité de la période de vol des chiroptères.

Nous avons installé un enregistreur automatique de type Bat Mode 2S (Bio Acoustics Technology) sur l'éolienne 2 du parc de Gurunhuel conformément à la prescription de l'Arrêté Préfectoral d'autorisation d'exploiter du 12/04/2019 (article II.3.1). Les autres opérations de maintenance et le téléchargement des données ont été réalisés à distance en utilisant le réseau 4G. Un téléchargement par mois a permis de sauvegarder les données et les analysées au fil de l'eau. L'envoi quotidien d'un SMS bilan du statut journalier (calibrage micro, remplissage de la mémoire, nombre de contacts enregistrés sur les dernières 24h, etc.) a permis de réaliser un suivi en continu sans dysfonctionnement laissant la possibilité d'intervenir au plus vite en cas de besoin. Ce matériel a été spécialement conçu pour les suivis en continu en nacelles et est particulièrement performant pour cette utilisation.

L'enregistreur a été programmé pour enregistrer en continu entre le 15 mars et le 15 novembre 2021, de 30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 30 minutes après son lever.

Les données d'activités journalières globales, par groupes d'espèces (Pipistrelloïdes, Noctuloïdes) ou par espèces et par saisons ont été confrontées aux données météorologiques ainsi qu'aux résultats du suivi de mortalité. Cette analyse croisée a pour but de dégager, des patterns de conditions présentant des risques de collisions pour les chauves-souris et ainsi de pouvoir formuler des mesures correctives les plus efficaces possibles si nécessaire.

## 2.6.3 Biais et limites de l'étude

Les différentes espèces de chiroptères n'ont pas la même puissance d'émission. En effet, certaines espèces comme les Noctules peuvent être détectées à plusieurs centaines de mètres. À l'inverse, les Rhinolophes sont détectables à de très faibles distances de l'ordre de quelques mètres. Afin de pallier à ces différences de probabilités de détection, les coefficients de détectabilité proposés par BARATAUD M., (2015) sont utilisés pour les protocoles au sol. Les résultats bruts ont donc été corrigés en tenant compte de ces coefficients.

Parmi les protocoles d'étude des chiroptères déployés en 2021, seules les données des écoutes actives (unique protocole de l'EI) peuvent être comparées aux résultats pré-implantation. Ce protocole est basé sur de courtes durées d'écoute qui sont donc plus sensibles aux fluctuations aléatoires du niveau d'activité. De plus, le changement d'observateurs entre l'étude d'impact et le suivi post-implantation induit un biais supplémentaire. En effet, les observateurs ont des capacités de détection et d'identification variables, engendrant une hétérogénéité des données. Cette hétérogénéité rend difficile l'interprétation des évolutions des niveaux d'activité détectés.

Ce protocole a également la particularité de concentrer l'échantillonnage, de 8 points d'écoute sur 9, sur des milieux de lisières. Les résultats obtenus sont donc principalement applicables à cet habitat et pas nécessairement généralisables à la zone d'étude dans sa globalité.

## 2.7 Bioévaluation

L'évaluation des enjeux des espèces ou groupes d'espèces se base sur le cumul de leurs statuts :

- Pour les **chiroptères**, la patrimonialité est hiérarchisée sur la base du cumul des statuts des espèces de la façon suivante :
  - Espèce inscrite à l'annexe 2 de la directive habitats = 1
  - Espèce protégée en France = 1
  - Espèce inscrite en « Quasi menacée » (NT) sur une liste rouge = 1
  - Espèce inscrite en « Vulnérable » (VU) sur une liste rouge = 2
  - Espèce inscrite comme « En danger » (EN) sur une liste rouge = 3
  - Espèce inscrite comme « En danger critique » (CR) sur une liste rouge = 4
  - Espèce inscrite en « Modérée » sur la liste de responsabilité biologique régionale = 1
  - Espèce inscrite en « Elevée » sur la liste de responsabilité biologique régionale = 2
  - Espèce inscrite en « Très élevée » sur la liste de responsabilité biologique régionale = 3
  - Espèce inscrite comme déterminante pour la désignation de ZNIEFF = 1
  - Espèce inscrite comme sensible à la fragmentation dont la préservation est un enjeu pour la cohérence nationale de la trame verte bleue = 1
- Concernant l'**avifaune**, le critère est évalué selon la formule suivante :

*Evaluation patrimonialité*

= *Inscription à l'annexe 1 de la directive oiseaux (0 ou 1)*

+ *Statut maximum sur les listes rouges Europe, France, Bretagne (0 à 4)*

+ *Statut sur la liste de Responsabilité Biologique Régionale (0 à 3 (> Mineure))*

+ *Inscription à la liste des espèces déterminantes ZNIEFF (0 ou 1)*

+ *Inscription sur la liste des espèces sensibles à la fragmentation (espèces nicheuses : 0 ou 1)*

+ *Espèces protégée en France (0 ou 1)*

- Pour les **habitats**, ceux inscrits à l'annexe 1 de la directive habitats sont considérés comme patrimoniaux.

L'ensemble des listes et statuts utilisés sont énumérés par groupes d'espèces dans le Tableau 9.

Les enjeux sont hiérarchisés de nuls à très forts sur la base du cumul des notes associées aux statuts des espèces de la façon suivante :

Tableau 8 : Hiérarchisation des enjeux

Note (cumul des statuts)	0	1	2	3	4	5	6	7	>7
<b>Patrimonialité chiroptères</b>	Nul	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Fort	Fort	Très fort	Très fort
<b>Patrimonialité avifaune</b>	Nul	Nul	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Forte	Forte	Très fort

Tableau 9 : Synthèse des listes de protection, de réglementation et de connaissance utilisées pour la bioévaluation des espèces

Groupe d'espèces	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional
<b>Habitats</b>	Annexe 1 de la directive habitats	/	/
<b>Avifaune</b>	<p>Annexe 1 de la directive oiseaux</p> <p>Liste rouge Européenne des espèces menacées (2021)</p>	<p>Liste rouge des espèces menacées en France – chapitre avifaune nicheuse de France métropolitaine (UICN, MNHN, LPO, SEOE, ONCFS, 2016)</p> <p>Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire (Arrêt du 29/10/2009)</p>	<p>Liste rouge régionale &amp; Responsabilité biologique régionale – Oiseaux nicheurs et migrateurs de Bretagne (BE, BV, ONCFS, LPO, GEOCA, UICN, 2015)</p> <p>Liste d'espèces sensibles à la fragmentation dont la préservation est un enjeu pour la cohérence nationale de la trame verte et bleue (décret n°2019-2400)</p> <p>Espèce inscrite sur la liste des espèces déterminantes de Bretagne</p>

Groupe d'espèces	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional
Chiroptères	Annexe 2 ou 4 de la directive habitats	Protection nationale (Arrêté du 23/04/2007) Liste rouge des espèces menacées en France – chapitre mammifères de France métropolitaine (UICN, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2016)	Liste rouge des mammifères de Bretagne (GMB, 2016) Responsabilité biologique régionale – Mammifères (2015)  Listes des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire national (23/04/2007)  Liste d'espèces sensibles à la fragmentation dont la préservation est un enjeu pour la cohérence nationale de la trame verte et bleue (décret n°2019-2400)  Espèce inscrite sur la liste des espèces déterminantes de Bretagne

## 3 Résultats et analyses

### 3.1 Données de fonctionnement des éoliennes

Au cours de la période du 01/01/2021 au 31/12/2021, les rotors des 2 éoliennes ont tourné à une vitesse moyenne de 8.08 tours/minute pour un vent moyen de 6.84 mètres/seconde.

Tableau 10 : Synthèse des données de fonctionnement des éoliennes au cours de la première année de suivi

Éolienne	Vitesse moyenne du vent (m/s)	Vitesse moyenne du rotor (en tr/min) <sup>2</sup>	Vitesse maximale du rotor (en tr/min)
1	6.98	8.22	13.9
2	6.71	7.95	13.9

À partir du 28/09/2021, un arrêt acoustique a été mis en place sur les deux éoliennes, pour des vents orientés dans la direction de 215° à 335° avec une vitesse supérieure 7m/s (vitesse standardisée à 10m de hauteur).

Les éoliennes ont également été arrêtées ponctuellement par vent faible et pour des raisons techniques.

Au total, l'éolienne 1 a été arrêtée environ 63 jours en 2021, contre 76 jours pour l'éolienne 2 (calcul basé sur des pas de temps de 10 minutes).

### 3.2 Habitats

La comparaison entre la cartographie des habitats réalisée en 2015 par B.E.T Barussaud (Étude d'impact sur l'environnement, Cf. Carte 5) et la cartographie réalisée en 2021 (Cf. Carte 4) permet de mettre en exergue les éléments suivants :

- Augmentation des surfaces de boisements humides de Saules et Bouleaux au détriment des landes humides à mésophiles. Ces dernières se sont très largement fermées et ont diminué de plus de 60 % ;
- Vieillessement des boisements et anciennes haies sur talus en contexte boisé. Cela a engendré une diminution des fourrés arbustifs à Noisetier ;
- Apparition de nouveaux habitats anthropisés en lien avec le chantier d'installation des éoliennes, à l'image des chemins, voiries et friches à annuelles ou bisannuelles ;
- En dehors des landes humides, les habitats qui concentrent des enjeux de conservation importants comme les prairies humides à fraîches et les vieilles haies ont été conservés.

<sup>2</sup> Moyenne établie en excluant les périodes où le rotor était à l'arrêt

En l'état des analyses, l'installation du parc éolien ne semble pas avoir influencé significativement les habitats sur la zone d'étude. Seuls de nouveaux habitats anthropisés sont apparus comme les friches autour des plateformes.



*Photo 2: Friche à annuelles*



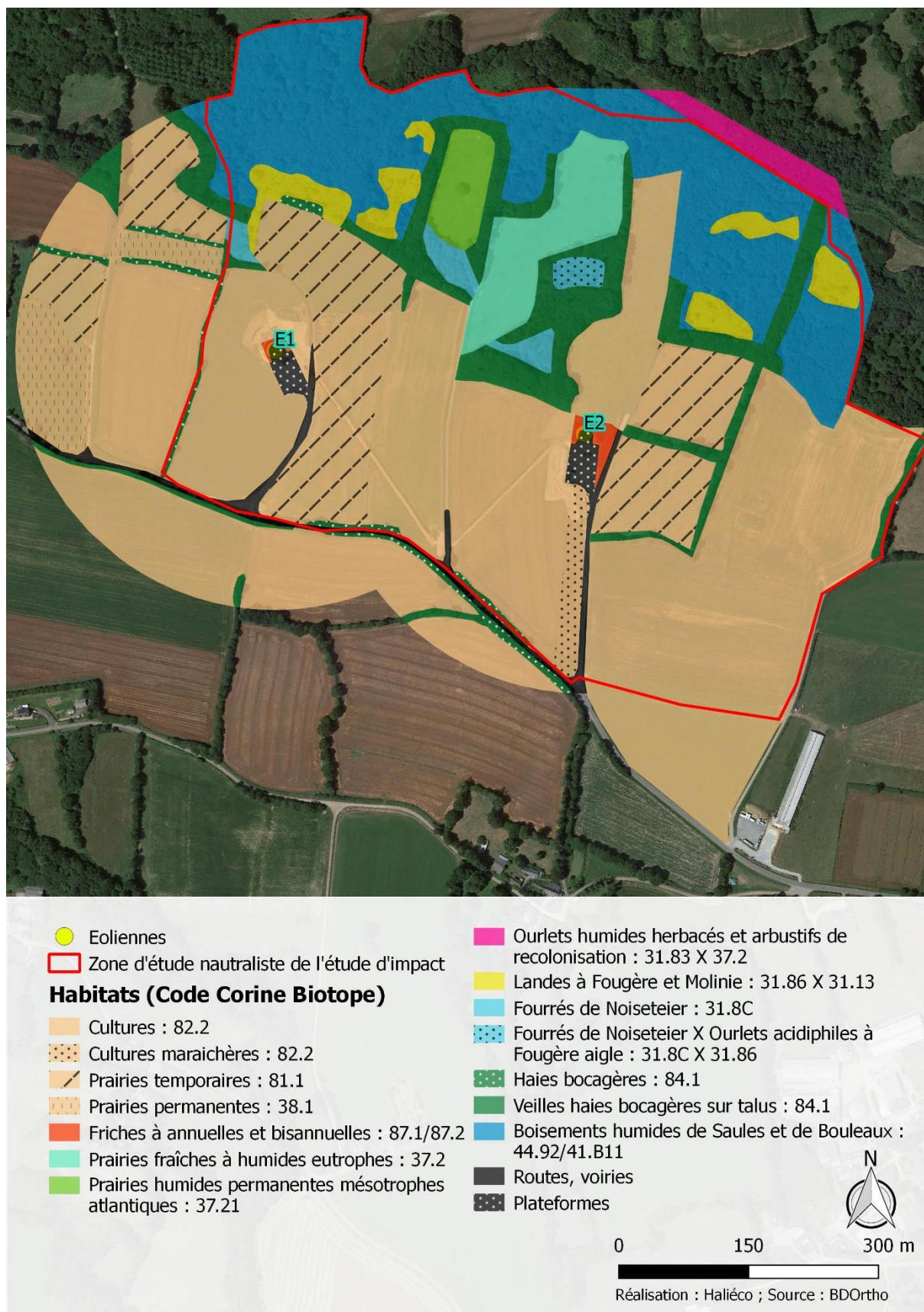
*Photo 3 : Lande humide en cours de fermeture*



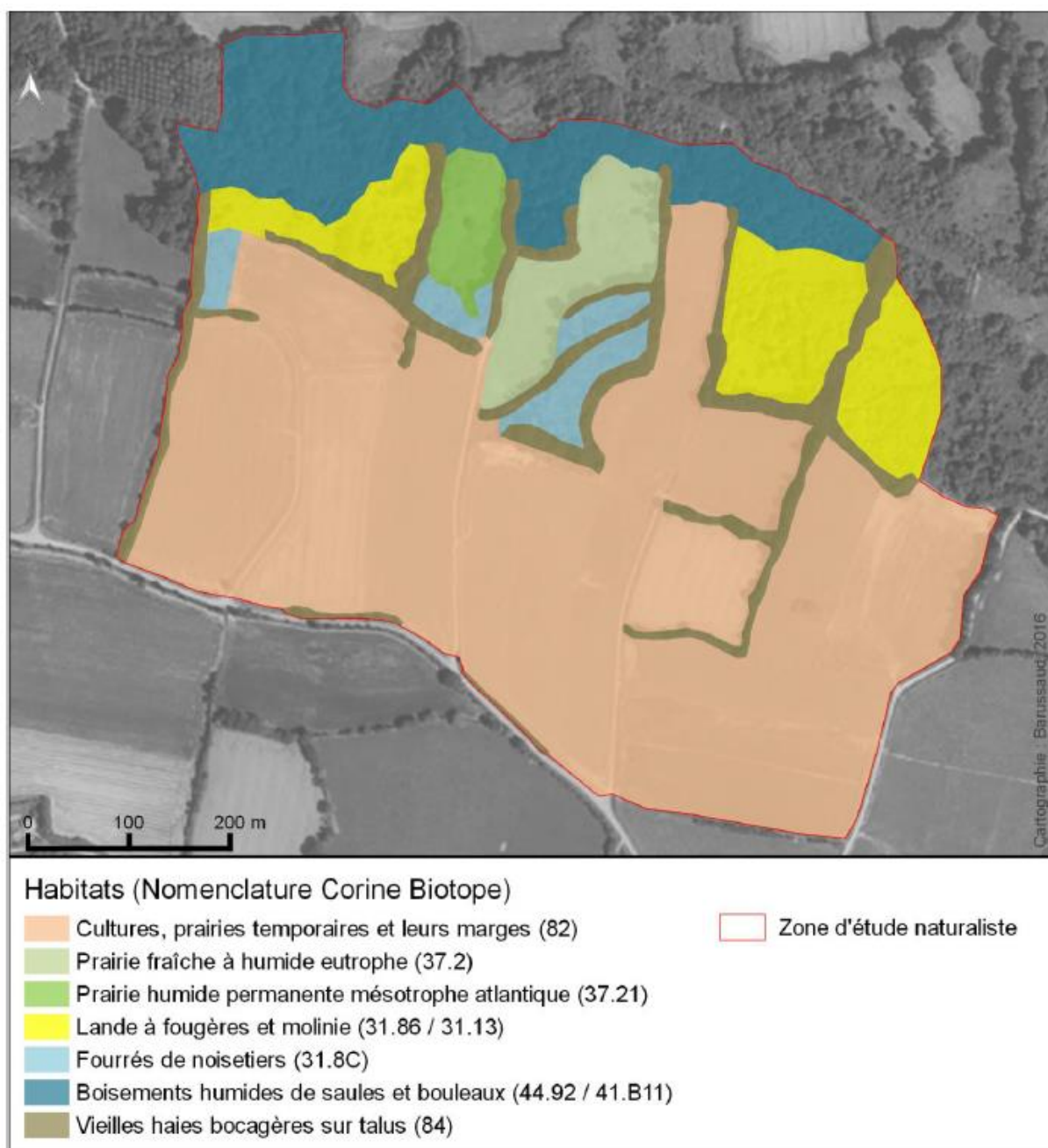
*Photo 4 : Friche à bisannuelles*



*Photo 5 : Plateforme*



*Carte 4 : Habitats présents autour des éoliennes en 2021*



Carte 5 : Habitats présents autour du projet éolien en 2015 (Étude d'impact sur l'environnement, ABO WIND, 2018)

### 3.3 Assolement

Les données relatives à l'assolement au sein des carrés échantillons de suivi mortalité sont présentées et analysées dans le § 3.4.1a : Coefficient de correction surfacique.

### 3.4 Suivi de la mortalité

Au 31/12/2021, 49 suivis mortalité ont été réalisés, à raison d'un suivi par semaine avec un intervalle moyen de 7 jours entre 2 passages. Parmi eux, 43 passages ont été réalisés par Robinet Charly (observateur 1) et 6 par Jomat Emilien (observateur 2).

#### 3.4.1 Facteurs de correction

##### a. Coefficient de correction surfacique

Les cultures de maïs occupent 58.5 % des 2.74 ha compris au sein des carrés échantillons de suivi mortalité (total des surfaces théoriques suivies pour les 2 éoliennes). Les surfaces empierrées comme les plateformes et chemins représentent plus de 16 % du total (Cf. Carte 6 & Tableau 11). Les surfaces en prairies temporaires ou friches sont quant à elles plus localisées et occupent respectivement 10.0 % et 9.4 % du total.

*Tableau 11 : Surfaces occupées par les différentes typologies d'habitats*

Type d'habitat	Surface (en % de la surface totale)
Culture de maïs	58.5 %
Plateformes	13.4 %
Prairies temporaires	10.0 %
Friches à annuelles et bisannuelles	8.4 %
Vieilles haies bocagères	5.7 %
Chemins	3 %
Friche à vivaces	1 %

Les surfaces retenues comme à prospecter sont de 1.37 ha pour l'éolienne 1 (carrés de 117 m de côté par éolienne, soit 1.37 ha) et de 1.24 ha pour l'éolienne 2 (exclusion systématique pour toute la durée du suivi d'un secteur boisé avec une végétation haute et dense). Ces surfaces ont progressivement diminué puis augmenté avec l'évolution des types et hauteurs de végétations sous les éoliennes (Cf. Tableau 12, Tableau 13 & Carte 6), et tout particulièrement au sein des friches et cultures. En effet, lorsque les végétations étaient denses et avec une hauteur supérieure à 50 cm, ces surfaces ont été exclues. Le coefficient de correction surfacique correspond à la surface moyenne réellement prospectée lors des 49 passages au regard de l'occupation du sol.

*Tableau 12 : Évolution des surfaces prospectées au cours du suivi mortalité*

Date	Éolienne 1		Éolienne 2	
	Ha	%	Ha	%
28-janv	1,37	100	1,24	90,5
03-juin	1,37	100	1,14	83,2

Date	Éolienne 1		Éolienne 2	
	Ha	%	Ha	%
16-juil	0,68	49,9	0,68	49,6
23-juil	0,38	27,4	0,68	49,6
05-août	0,38	27,4	0,49	35,8
15-sept	0,38	27,4	0,59	43,1
13-oct	1,37	100	0,59	43,1
22-oct	1,37	100	0,87	63,5
10-nov	1,37	100	1,24	90,5
<b>Surface totale</b>	<b>1,37</b>		<b>1,37</b>	

Tableau 13 : Synthèse des surfaces prospectées par passage de suivi mortalité

Passage	Surface prospectée (ha)	% de surface prospectée	Passage	Surface prospectée (ha)	% de surface prospectée
1	2,61	95,3	26	1,06	38,7
2	2,61	95,3	27	1,06	38,7
3	2,61	95,3	28	0,87	31,8
4	2,61	95,3	29	0,87	31,8
5	2,61	95,3	30	0,87	31,8
6	2,61	95,3	31	0,87	31,8
7	2,61	95,3	32	0,87	31,8
8	2,61	95,3	33	0,87	31,8
9	2,61	95,3	34	0,96	35,0
10	2,61	95,3	35	0,96	35,0
11	2,61	95,3	36	0,96	35,0
12	2,61	95,3	37	0,96	35,0
13	2,61	95,3	38	1,96	71,5
14	2,61	95,3	39	2,24	81,8
15	2,61	95,3	40	2,24	81,8
16	2,61	95,3	41	2,24	81,8
17	2,61	95,3	42	2,61	95,3
18	2,61	95,3	43	2,61	95,3
19	2,51	91,6	44	2,61	95,3
20	2,51	91,6	45	2,61	95,3
21	2,51	91,6	46	2,61	95,3
22	2,51	91,6	47	2,61	95,3
23	2,51	91,6	48	2,61	95,3
24	2,51	91,6	49	2,61	95,3
25	1,37	50,0			
<b>% moyen de surface prospectée sur les 49 passages</b>			<b>77,6 %</b>		

**Le coefficient de correction surfacique est de 0,776.**



● Eoliennes

— Zones de prospection

Ex : 23/07 - 13/10 -> Période non prospectée

### Habitats

■ Cultures (maïs)

■ Prairies temporaires

■ Friches à annuelles et bisannuelles

■ Friches à vivaces

■ Vieilles haies bocagères sur talus

■ Plateformes

■ Routes, voiries

0 50 100 m

Réalisation : Haliéco ; Source : BDOrtho



*Carte 6 : Habitats et évolution des surfaces prospectées sous les éoliennes*



*Photo 6 : Plateforme (E1 – 22/12/2021)*



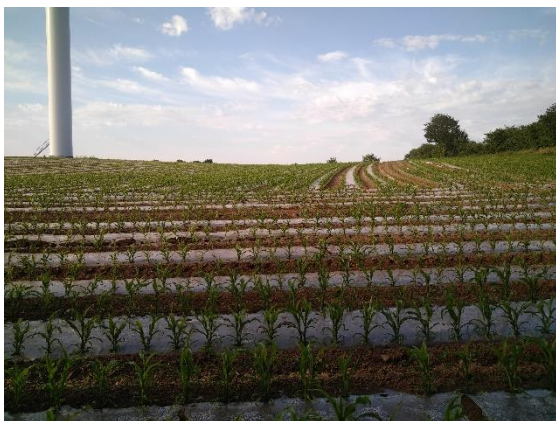
*Photo 7 : Friche à annuelles (E1 – 12/08/2021)*



*Photo 8 : Friche à bisannuelles (E2 – 16/06/2021)*



*Photo 9 : Culture de maïs en début de printemps (E1)*



*Photo 10 : Culture de maïs en fin de printemps (E1 – 06/06/2021)*



*Photo 11 : Prairie temporaire (E2 – 06/04/2021)*

*b. Test de persistance des cadavres*

3 tests de persistance ont été réalisés à des saisons contrastées. La durée de persistance a largement fluctué entre ces périodes, passant de 8.7 jours fin janvier/début février à 3.7 jours fin juillet, et 5.7 jours courant septembre (Cf. Tableau ci-dessous). Malgré une durée de persistance égale à environ une demi-semaine fin juillet, nous n'avons pas jugé utile de réduire l'intervalle entre 2 passages au regard du faible nombre de cas de mortalité observés et de la sensibilité modérée des oiseaux et chauves-souris à cette période. Le 3<sup>ème</sup> test de persistance a été ajouté en septembre de façon à identifier si une augmentation de la périodicité des suivis était nécessaire au cours de la période migratoire, en lien avec l'activité en hauteur des oiseaux et des chauves-souris. Après analyse des résultats, la périodicité a été maintenue à 1 passage par semaine.

*Tableau 14 : Résultats des tests de persistance des cadavres*

Date	Nombre de cadavres restants			Durée moyenne de persistance des cadavres
	Eol 1	Eol 2	Total	
Test 1				
Pose – 28/01/2021	3	3	6	8,67
Contrôle J+1 - 29/01/2021	2	3	5	
Contrôle J+3 – 31/01/2021	2	3	5	
Contrôle J+5 – 02/02/2021	2	3	5	
Contrôle J+7 – 04/02/2021	2	2	4	
Contrôle J+9 – 06/02/2021	2	2	4	
Contrôle J+12 – 09/02/2021	0	1	1	
Contrôle J+15 – 12/02/2021	0	0	0	
Test 2				
Pose – 22/07/2021	3	3	6	3.67
Contrôle J+1 - 23/07/2021	3	3	6	
Contrôle J+3 – 25/07/2021	1	1	2	
Contrôle J+5 – 27/07/2021	1	1	2	
Contrôle J+7 – 29/07/2021	0	1	1	
Contrôle J+9 – 31/07/2021	0	0	0	
Test 3				
Pose – 15/09/2021	3	3	6	5.67
Contrôle J+1 - 16/09/2021	3	3	6	
Contrôle J+3 – 18/09/2021	3	2	5	
Contrôle J+5 – 20/09/2021	2	2	4	
Contrôle J+7 – 22/09/2021	1	1	2	
Contrôle J+9 – 24/09/2021	0	0	0	

**Le coefficient moyen de persistance est de 6 jours au cours de l'année 2021.** L'intervalle moyen de 7 jours entre deux passages de suivi mortalité est donc assez bien en adéquation avec la durée de persistance des cadavres.



*Photo 12 : Exemple de cadavre déposé dans le cadre du test de persistance*

#### *c. Test d'efficacité de recherche*

4 tests d'efficacité de recherche ont été effectués, dont 2 à des périodes contrastées pour chaque observateur. Les résultats vont de 80 % à 100 % des cadavres retrouvés.

*Tableau 15 : Résultats des tests d'efficacité de recherche*

Observateur testé	Test 1		Test 2	
	Date	% efficacité de recherche	Date	% efficacité de recherche
<b>Observateur 1</b>	23/03/2021	80 (8 leurres retrouvés sur 10)	07/07/2021	80
<b>Observateur 2</b>	15/03/2021	100	26/08/2021	80

Sur 40 leurres déposés, 34 ont été retrouvés. **Le coefficient d'efficacité de recherche est de 0,85.**



*Photo 13 : Exemple de leurre déposé dans le cadre du test de détection*

#### *d. Mesures de bridage*

Comme mentionné en § 3.1, des mesures de bridage acoustique par arrêt des éoliennes ont été mises en place en 2021. Ces mesures ont une probable influence sur le nombre de cadavres retrouvés sous les éoliennes. Cependant, cette influence est considérée comme très faible en raison du nombre réduit de périodes de bridage. En effet, l'arrêt acoustique a été mis en place uniquement la nuit avec des vitesses de vent allant de 7 m/s à 10 m/s, orientés dans la direction de 215° à 335°. De plus, celui-ci a été mis en place à partir de fin septembre. En raison d'une influence non quantifiable et probablement très faible des mesures de bridage, celles-ci ne sont pas prises en compte dans les analyses proposées ci-dessous. Néanmoins, ces paramètres sont inclus dans l'analyse de l'activité des chiroptères en altitude (Cf. § 3.6.2).

#### 3.4.2 Résultats bruts

Au cours des passages de suivi mortalité, 6 cadavres ont été découverts au sein des carrés de prospection. Pour 5 d'entre eux, la cause de mortalité peut être rattachée aux éoliennes (collision ou barotraumatisme). Concernant l'Alouette des champs, la cause de mortalité n'a pas pu être identifiée, car seules des plumes ont été trouvées, le cadavre ayant probablement fait l'objet d'une prédation avant sa découverte (Cf. Tableau 16). Au regard de la localisation du cadavre (surface échantillon de l'éolienne 1 exempt de nids de l'espèce) et de la sensibilité de cette espèce aux éoliennes (MARX, 2017), ce cadavre a tout de même été inclus dans les calculs de la mortalité du parc.

2 cadavres ont été retrouvés sous l'éolienne 1 (2 oiseaux) et 4 sous l'éolienne 2 (2 oiseaux et 2 chauves-souris – Cf. Figure 2).

Sur les 6 cadavres retrouvés sous les éoliennes, 2 sont des Pipistrelles communes et 4 des oiseaux (Pipit farlouse, Alouette des champs, Roitelet à triple bandeau, Pinson du nord).

D'après BRINKAMN et al. (2006) et RODRIGUES (2015), les pipistrelles sont les espèces les plus couramment découvertes lors des prospections sous les éoliennes et les données collectées en 2021 appuient cela (Cf.

Tableau 17).

D'après MARX (2017), le Roitelet à triple bandeau et l'Alouette des champs correspondent respectivement à la 1<sup>ère</sup> espèce la plus retrouvée sous les éoliennes et à la 5<sup>ème</sup> espèce. Concernant le Pipit farlouse, seuls 2 cadavres sont mentionnés dans cette publication et aucun pour le Pinson du nord. Malgré la découverte de cadavres de ces 2 dernières espèces en 2021, celles-ci semblent peu sensibles aux éoliennes. Leurs effectifs ponctuellement importants à proximité des éoliennes augmentent cependant les probabilités de collision.

Des cadavres ont été retrouvés ponctuellement tout au long de l'année et aucun pic de mortalité ne se dégage particulièrement.

Pour la Pipistrelle commune, les périodes auxquelles les deux cadavres ont été retrouvés correspondent à l'arrivée sur les gîtes de mise bas ainsi qu'à la période de transition et accouplement.

Concernant l'avifaune, 1 cadavre a été retrouvé au cours de la période de migration prénuptiale ou fin de période d'hivernage (Pipit farlouse), 1 cadavre au cours de la reproduction (Alouette des champs), 1 cadavre au cours de la migration postnuptiale (Roitelet à triple bandeau) et 1 cadavre en fin de période de migration postnuptiale ou de début d'hivernage (Pinson du nord – Cf. Figure 3).

Parmi les espèces retrouvées, 4 sont protégées nationalement (Pinson du nord, Pipit farlouse, Roitelet à triple bandeau, Pipistrelle commune – Cf. Tableau 17) et 3 concentrent des enjeux de conservation (Pinson du nord, Pipit farlouse, Pipistrelle commune). Ces enjeux ont cependant été évalués comme faibles au regard des statuts des espèces sur les différentes listes de connaissance et de protection.

Tableau 16 : Synthèse des cas de mortalité relevés au cours des suivis

Date	Nom vernaculaire	Nom latin	Eol 1	Eol 2	Distance au mât (en m)	Orientation au mât (en °)	Cause(s) mortalité
15/03/2021	Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	X		37	36	Collision ?
03/06/2021	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		X	37	201	Barotraumatisme/ ou collision
07/07/2021	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	X		58	173	Inconnue
08/09/2021	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		X	27	212	Barotraumatisme ?

Date	Nom vernaculaire	Nom latin	Eol 1	Eol 2	Distance au mât (en m)	Orientation au mât (en °)	Cause(s) mortalité
13/10/2021	Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>		X	36	189	Collision ?
26/11/2021	Pinson du nord	<i>Fringilla montifringilla</i>		X	28	286	Collision

Tableau 17 : Statuts, enjeux et risques éoliens des espèces retrouvées

Nom vernaculaire	Nom latin	Statut(s)	Enjeu	Note des risques éoliens <sup>3</sup>
<b>Avifaune</b>				
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	<u>Nidification</u> - LRF : NT	Nul	Fort
Pinson du nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	<u>Migration</u> – PN ; RBR : Modérée <u>Hivernage</u> – PN	Faible (mig)/Nul (hiv)	Faible
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	<u>Hivernage</u> - PN <u>Migration</u> - PN ; RBR : Modérée	Nul (hiv)/Faible (mig)	Faible
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	<u>Migration</u> – PN	Nul	Fort
<b>Chiroptère</b>				
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	PN ; LRF : NT	Faible	Fort

LÉGENDE : PN : Protection nationale ; LRF : Liste Rouge France ; RBR : Responsabilité Biologique Régionale ; NT : Quasi menacée.

<sup>3</sup> **Chiroptère** : Risques évalués sur la base de la publication RODRIGUES *et al.* (2015) ; **Avifaune** : Risques évalués sur la base des publications de MARX (2017) et de DÜRR (2020).

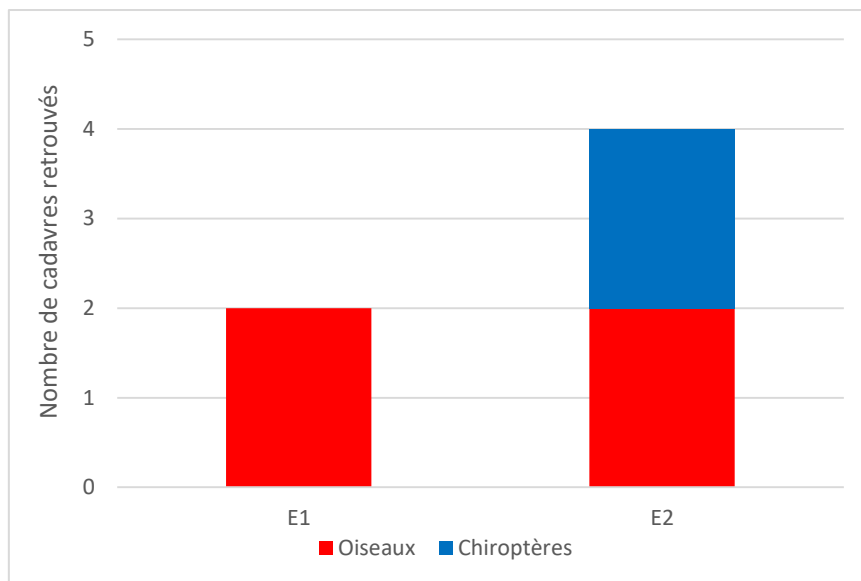


Figure 2 : Nombre de cadavres retrouvés par éolienne

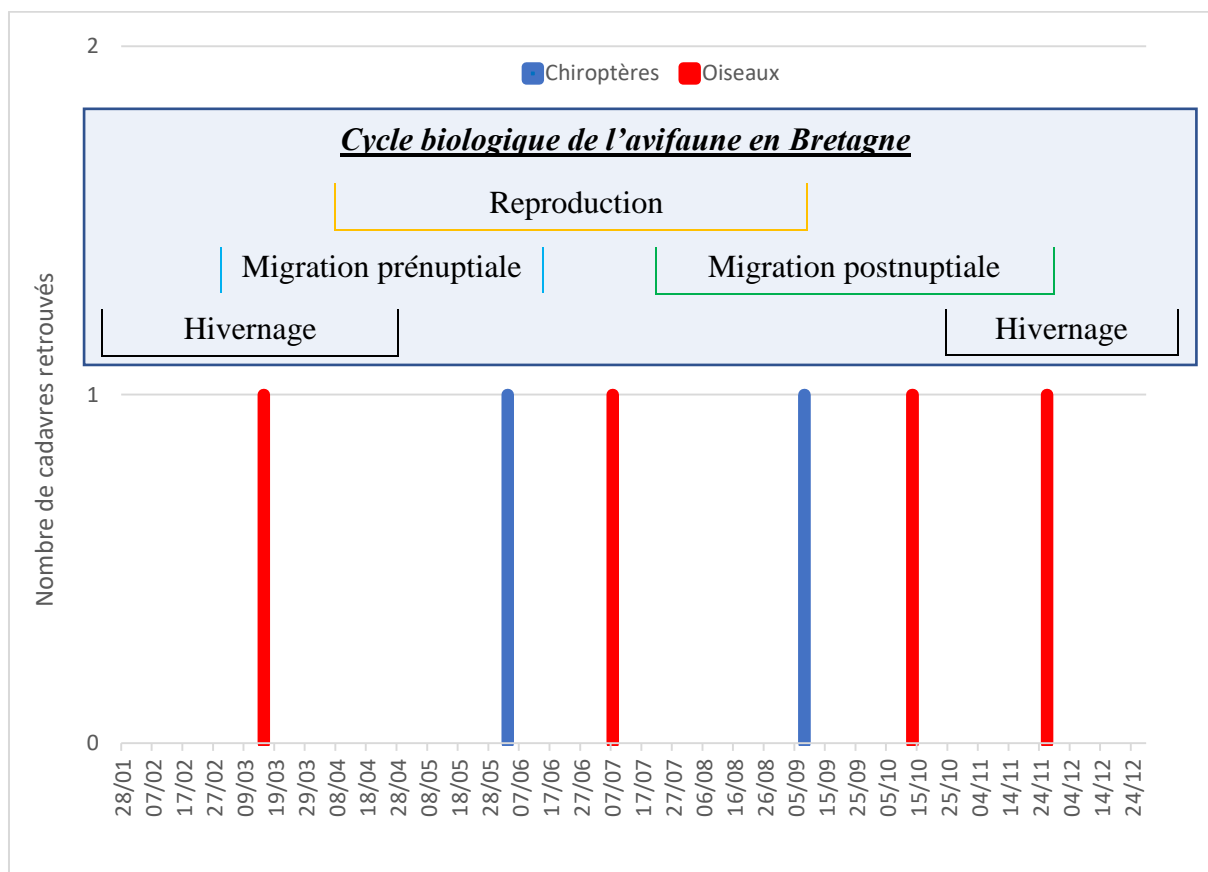


Figure 3 : Chronologie des découvertes de cadavres par groupe d'espèces

**Sur les 6 cadavres retrouvés sous les 2 éoliennes, 2 sont des Pipistrelles communes et 4 sont des oiseaux (Alouette des champs, Pinson du nord, Pipit farlouse, Roitelet à triple bandeau).**

Aucune période de pic de mortalité ne se dégage particulièrement.



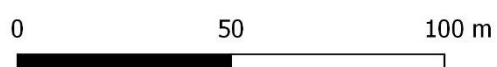
- Eoliennes
- Zones de prospection

#### Chiroptères

- ◆ Pipistrelle commune

#### Oiseaux

- Alouette des champs
- Pinson du nord
- Pipit farlouse
- Roitelet à triple bandeau



Réalisation : Haliéco ; Source : BDOrtho

Carte 7 : Localisation des cas de mortalité



*Photo 14 : Pipit farlouse*



*Photo 15 : Plumes Alouette des champs*



*Photo 16 : Roitelet à triple bandeau*



*Photo 17 : Pinson du nord*



*Photo 18 : Pipistrelle commune (individu 1)*



*Photo 19 : Pipistrelle commune (individu 2)*

### 3.4.3 Estimation de la mortalité réelle

#### a. *Rappels des coefficients correcteurs et calculs des paramètres*

Pour estimer la mortalité réelle, nous avons utilisé l'outil proposé par Aurélien Besnard & Cyril Bernard du CEFPE-CNRS (<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>). Il permet de calculer les estimateurs d'Erickson (2000), Huso (2010) et Jones (2009). Nous avons donc pu estimer à l'aide cet outil la mortalité réelle des chauves-souris et oiseaux sur le parc éolien pendant les 49 semaines de suivis.

Les coefficients suivants ont été utilisés :

- Coefficient de correction surfacique :  $a = 0.814$
- Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) :  $t_m = 6.0$
- Taux de découverte (ou efficacité du chercheur) :  $d = 0.85$

Ensuite, les formules suivantes ont été utilisées pour estimer la mortalité à l'échelle du parc et par éolienne :

- *Mortalité par éolienne pour la période suivi (MES)* =  $\frac{\text{Résultats des estimateurs}}{2}$
- *Estimation de la mortalité par éolienne et par an (MEA)* =  $\frac{MES}{49} * 52$ 
  - 49 correspond au nombre de semaines de suivi
  - Pour les oiseaux le nombre de semaines d'activité correspond à l'année complète soit 52 semaines.
  - La période d'activité des chiroptères est estimée à 35 semaines au cours d'une année. L'ensemble de cette période a fait l'objet de suivi et aucune formule ne sera donc appliquée sur l'estimation de la mortalité des chiroptères.
- *Estimation de la mortalité pour le parc et par an* =  $MEA * 2$

*b. Estimateur de la mortalité pour les chiroptères*

Rappelons que les mesures de bridages acoustiques nocturnes (par arrêt des éoliennes) mises en place à partir du 28/09/2021 ont une influence probable très faible sur la mortalité, et ne sont être prises en compte dans le calcul des estimateurs (Cf. § 3.4.1d).

Les résultats présentés ci-après montrent une mortalité faible à modérée (Cf. § 3.7.3a) avec, en fonction des estimateurs, 3.3 à 5.2 chauves-souris tuées sur l'ensemble du parc par an, soit en moyenne 1.7 à 2.6 individus par éolienne sur une année d'activité.

Le calcul des intervalles de confiance indique cependant une incertitude assez importante (en fonction des estimateurs et bornes choisies) liée notamment au pas de temps d'une semaine entre les passages et à une vitesse relativement importante de disparition des cadavres à certaines périodes.

*Tableau 18 : Résultats des estimateurs selon les formules d'Erickson, Huso et Jones pour l'ensemble du parc sur la période de suivi*

Formule	Médiane	Intervalle de confiance 95		Intervalle de confiance 80	
		%		%	
		IC 2.5	IC 97.5	IC 0.1	IC 0.9
<b>Erickson</b>	3.33	0.00	9.72	0.00	7.06
<b>Huso</b>	4.98	0.00	13.68	0.00	10.17
<b>Jones</b>	5.24	0.00	14.57	0.00	10.76

*Tableau 19 : Résultats des estimateurs détaillés pour les chiroptères*

Estimation de la mortalité			
	Erickson (2000)	Huso (2010)	Jones (2009)
Mortalité estimée pour l'ensemble des éoliennes suivies du parc sur la période suivie (= période d'activité)	3.33	4.98	5.24
Mortalité estimée pour une éolienne sur la période suivie (= période d'activité)	1.665	2.49	2.62

*c. Estimateur de la mortalité pour l'avifaune*

Les résultats présentés ci-après montrent une mortalité moyenne avec, en fonction des estimateurs, 7.2 à 11.2 oiseaux tués sur l'ensemble du parc par an et en moyenne 3.6 à 5.6 oiseaux tués par éolienne.

Tout comme pour les chiroptères, le calcul des intervalles de confiance indique une incertitude assez importante (en fonction des estimateurs et bornes choisies) liée notamment au pas de

temps d'une semaine entre les passages et à une vitesse relativement importante de disparition des cadavres à certaines périodes.

*Tableau 20 : Résultats des estimateurs selon les formules d'Erickson, Huso et Jones pour l'ensemble du parc sur 26 semaines pour les oiseaux*

Formule	Médiane	Intervalle de confiance 95 %		Intervalle de confiance 80 %	
		IC 2.5	IC 97.5	IC 0.1	IC 0.90
<b>Erickson</b>	6.79	1.55	15.92	3.01	12.17
<b>Huso</b>	9.96	2.37	21.83	4.66	17.27
<b>Jones</b>	10.53	2.48	23.38	4.87	18.40

*Tableau 21 : Résultats des estimateurs détaillés pour les oiseaux*

Estimation de la mortalité			
	Erickson (2000)	Huso (2010)	Jones (2009)
Mortalité estimée pour l'ensemble des éoliennes suivies du parc sur la période suivie	6.79	9.96	10.53
Mortalité estimée pour une éolienne sur la période suivie	3.40	4.98	5.27
Mortalité estimée pour une éolienne sur une année (12 mois)	3.60	5.28	5.59
Mortalité estimée pour l'ensemble du parc sur une année (12 mois)	7.21	10.57	11.17

## 3.5 Avifaune

### 3.5.1 Avifaune nicheuse

Les passages avifaune nicheuse diurne ainsi que les suivis sur des points d'observation de 30 minutes (3 points par passage) ont été mis en place les 13/04/2021, 18/05/2021, 16/06/2021 et 30/06/2021. Concernant l'avifaune nocturne, les passages ont été réalisés les 12/04/2021, 26/05/2021 et 15/07/2021.

41 espèces potentiellement nicheuses sur et à proximité de la zone d'étude ont été contactées au cours des prospections (Cf. Tableau 22). Parmi elles, des indices de reproduction ont pu être relevés pour 34 espèces. Au sein du groupe d'espèces avec des indices de reproduction, 10 sont considérées comme patrimoniales au regard de leurs statuts de protection, de conservation et de connaissance (localisation des contacts en Carte 8). Ces espèces sont principalement associées aux milieux semi-ouverts à semi-fermés à l'image de l'Alouette lulu, du Bouvreuil pivoine, du Bruant jaune, de la Fauvette des jardins, de la Linotte mélodieuse, et du Tarier pâtre. La Mésange nonnette, le Pic épeichette, l'Épervier d'Europe et le Roitelet à triple bandeau affectionnent particulièrement les boisements.

#### **Comparaisons aux données de l'étude d'impact**

Concernant les espèces avec des indices de reproduction sur la zone d'étude, 30 avaient été contactées au cours de l'étude d'impact contre 34 en 2021. Parmi les espèces à enjeux, l'Alouette lulu, le Bouvreuil pivoine, la Linotte mélodieuse et le Pic épeichette n'avaient pas été observés au cours des inventaires menés dans le cadre de l'étude d'impact en 2015. Notons que ces espèces sont peu abondantes sur la zone d'étude avec des effectifs allant de 1 à 2 couples potentiels.

2 espèces patrimoniales nicheuses identifiées dans l'étude d'impact sur l'environnement en 2015 n'ont pas été recontactées en 2021 : le Pouillot fitis (LRF : NT ; LRB : EN ; RBR : Elevée<sup>4</sup>) et la Tourterelle des bois<sup>5</sup> (LRE : VU ; LRF : VU). Ces espèces sont principalement associées à des milieux semi-ouverts à semi-fermés comme les landes buissonnantes pour le Pouillot fitis. Leur disparition sur la zone d'étude peut s'expliquer par la fermeture progressive des landes et milieux arbustifs au profil de boisements, moins favorables à ces espèces (Cf. § 3.2).

Concernant les couples nicheurs potentiels à avérés d'espèces à enjeux contactées à la fois en 2015 et en 2021 (Bruant jaune, Epervier d'Europe, Fauvette des jardins, Mésange nonnette, Roitelet à triple bandeau, Tarier pâtre), le nombre de couples semble être similaire ou avoir légèrement augmenté.

---

<sup>4</sup> **LRE** : Liste Rouge Europe ; **LRF** : Liste Rouge France ; **LRB** : Liste Rouge Bretagne ; **RBR** : Responsabilité Biologique Régionale ; **NT** : Quasi menacée ; **VU** : Vulnérable ; **EN** : En danger.

<sup>5</sup> Cette espèce n'avait pas été considérée comme patrimoniale dans l'étude d'impact car l'évaluation était basée sur l'ancienne Liste Rouge France.

Un tableau comparatif des espèces nicheuses entre 2015 et 2021 est proposé en Annexe 1.

Les résultats de la 1<sup>ère</sup> année de suivi indiquent que l'implantation et la mise en fonctionnement du parc éolien n'a pas eu d'influence significative sur le cortège d'espèces nicheuses à enjeux.

Tableau 22 : Espèces contactées en période de reproduction, nombre de couples potentiels et statuts

Nom vernaculaire	Nom latin	Nombre de couples potentiels	LRE	DO	LRF	LRB	RBR	ZNIEFF	PN	ESF	Enjeu
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	≥ 5	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	6	-	-	NT	-	Mineure	-	-		/
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	1	-	x	-	-	Mineure	x	x		Faible
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>	0	-	-	-	EN	Elevée	x	x		Fort
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	2	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	1	-	-	VU	VU	Elevée	-	x	x	Très fort
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	5	-	-	VU	NT	Modérée	-	x		Moyen
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	1	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	0	-	-	-	-	Mineure		X		/
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	1	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	1?	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	1?	-	-	-	-	Elevée		x		Faible
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	0	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	0	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	0	-	-	NT	-	Modérée	-	x		Faible
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	≥ 10	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	≥ 3	-	-	NT	-	Mineure	-	x		Faible
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	1	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	≥ 5	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	≥ 1	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	≥ 4	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	0	-	-	-	VU	Modérée	x	x		Moyen
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	2	-	-	VU	-	Modérée	-	x	x	Moyen
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	≥ 10	-	-	-	-	Mineure	-	-		/

Nom vernaculaire	Nom latin	Nombre de couples potentiels	LRE	DO	LRF	LRB	RBR	ZNIEFF	PN	ESF	Enjeu
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	2	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	≥ 3	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	≥ 6	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Mésange nonnette	<i>Poecile palustris</i>	≥ 3	-	-	-	NT	Mineure	-	x		Faible
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	≥ 1	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	1 ?	-	-	VU	-	Mineure	-	x		Faible
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	≥ 2	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	0	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	>5	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	>15	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	>10	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	≥ 4	-	-	-	-	Mineure	x	x		Faible
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	>15	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	≥ 5	-	-	-	-	Mineure	-	x		/
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	1	-	-	NT	-	Mineure	-	x		Faible
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	1	-	-	-	-	Mineure	-	-		/
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	>15	-	-	-	-	Mineure	-	x		/

**LÉGENDE :** LRE : Liste Rouge Europe ; DO : Directive Oiseaux ; LRF : Liste Rouge France ; LRB : Liste Rouge Bretagne ; RBR : Responsabilité Biologique Régionale ; ZNIEFF : Espèces déterminantes ZNIEFF ; PN : Protection nationale ; En vert : Espèces à enjeux



*Photo 20 : Bruant jaune*



*Photo 21 : Tarier pâtre*



*Photo 22 : Mésange nonnette*



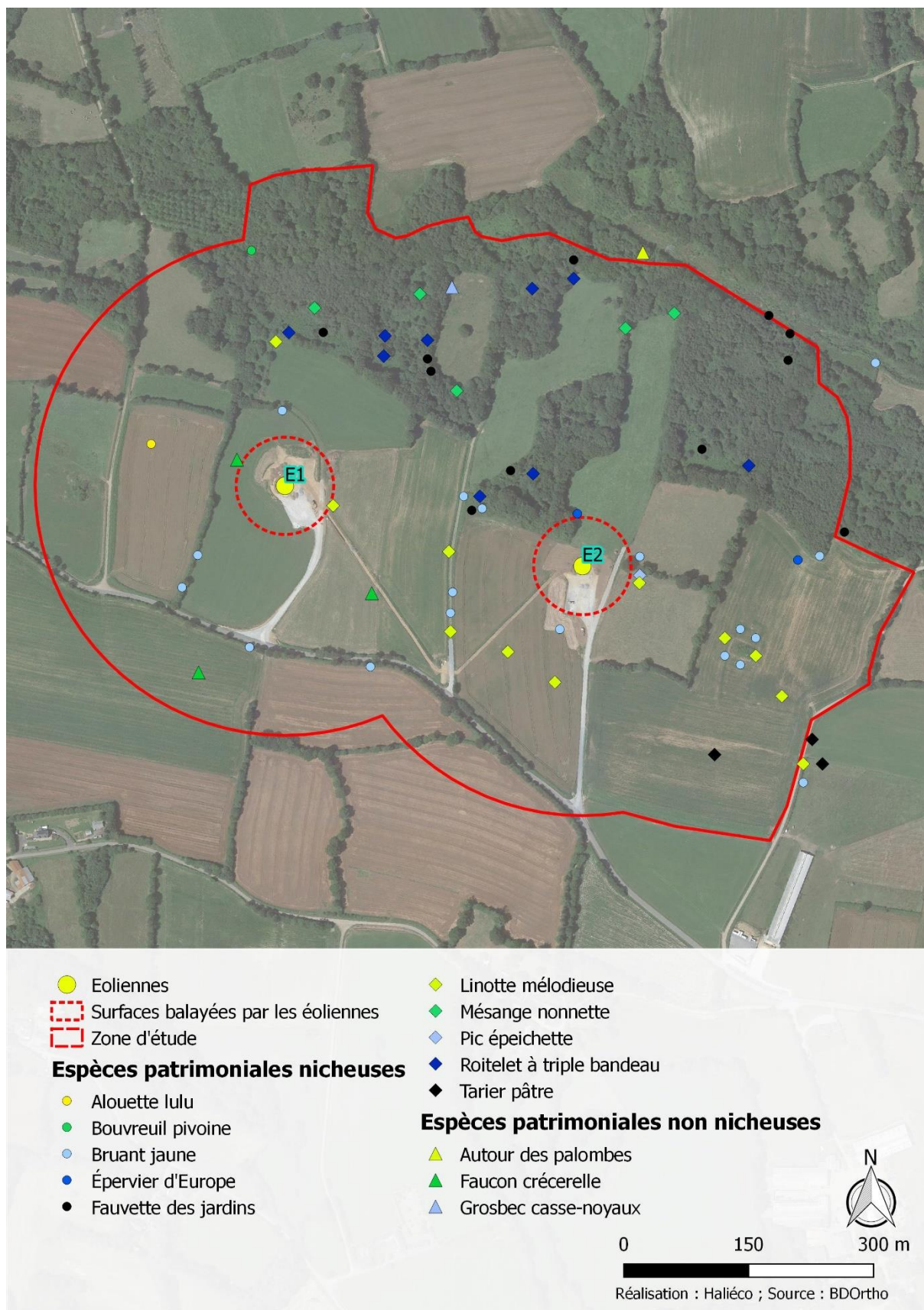
*Photo 23 : Linotte mélodieuse*



*Photo 24 : Bouvreuil pivoine (CC) Fs999*



*Photo 25 : Faucon crécerelle*



*Carte 8 : Localisation des contacts d'espèces patrimoniales au cours de la saison de reproduction*

### 3.5.2 Avifaune migratrice

Les suivis de la migration prénuptiale ont été réalisés au cours de 3 passages les 23/03/2021, 09/04/2021 et 07/05/2021. Initialement, 2 passages étaient prévus, mais un 3<sup>ème</sup> a été ajouté de façon à s'adapter à des conditions météorologiques instables le 23/03/2021. Concernant la migration postnuptiale, les suivis ont été menés le 16/09/2021 et le 22/10/2021. Les données issues de ces suivis ont été utilisées pour l'analyse des déplacements aériens.

Au total, 28 espèces migratrices ou potentiellement migratrices au regard de leur comportement lors de l'observation et de leur phénologie ont été contactées au cours des suivis (Cf. Tableau 23). Parmi elles, 9 sont considérées comme à enjeux au vu de leur inscription à l'annexe 1 de la directive habitats ou de leur statut allant de modérée à très élevée sur la liste de responsabilité biologique régionale.

Des flux migratoires relativement importants ont été notés pour certaines espèces à l'image du Pigeon ramier (5604 individus), du Pinson des arbres (452 individus) ou de l'Hirondelle de fenêtre (172 individus). Les passages migratoires les plus conséquents ont été relevés le 22/10/2021 avec de nombreux Pigeon ramier. Globalement, les passages migratoires comptabilisés au cours de la migration postnuptiale sont assez importants.

Parmi les espèces avec des effectifs notables (> 30 individus), certaines concentrent des enjeux de conservation au regard de leurs statuts comme le Grand cormoran, l'Hirondelle de fenêtre, l'Hirondelle rustique et le Pipit farlouse.

**Notons que parmi les espèces à enjeux ou avec des effectifs notables, le Pipit farlouse a fait l'objet d'une collision.**

#### **Comparaisons aux données de l'étude d'impact**

Dans l'étude d'impact, l'ensemble des espèces migratrices et hivernantes sont décrites conjointement dans un volet dédié à l'avifaune non-nicheuse. Les données disponibles ne permettent pas de distinguer les espèces hivernantes des migratrices, et aucune comparaison de nombre d'espèces avec 2021 n'est donc possible.

Certaines espèces migratrices patrimoniales contactées en 2021 n'avaient pas été observées en 2015 comme la Bondrée apivore et le Grand cormoran.

Les analyses de suivis migratoires proposées dans l'étude d'impact sont principalement orientées sur les déplacements aériens au-dessus de 30 m et aucune comparaison d'effectifs n'est donc possible en raison de l'exclusion des observations inférieures à 30 m de hauteur.

Tableau 23 : Synthèse des espèces migratrices contactées au cours de la période prénuptiale et postnuptiale

Nom vernaculaire	Nom latin	DO	LRF	LRB	RBR	ZNIEFF	PN	Enjeux	Nombre d'individus		
									Migration prénuptiale	Migration postnuptiale	Total
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	-	-	-	Mineure	-	-	/	3	3	6
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	x	-	-	-	-	x	Faible	1	-	1
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	-	-	-	-	-	x	/	-	1	1
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	-	-	-	-	-	x	/	2	-	2
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	x	-	-	-	-	x	Faible	2	-	2
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	-	-	-	-	-	x	/	5	-	5
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	-	-	-	-	-	x	/	25	-	25
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	-	-	-	-	-	x	/	1	-	1
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	-	-	-	Mineure	-	-	/	3	57	60
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	-	-	-	-	-	x	/	-	1	1
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	-	-	-	-	-	x	/	61	20	81
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	-	-	-	Mineure	-	x	/	13	-	13
Goéland sp.	<i>Larus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	/	33	51	84
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	-	-	-	Très élevée	-	x	Moyen	26	11	37
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	-	-	-	-	-	-	/	7	-	7
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	-	-	-	-	-	-	/	-	1	1
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	-	-	-	-	-	-	/	-	65	65
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	-	-	-	-	-	-	/	-	17	17
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	-	-	-	Modérée	-	x	Faible	172	-	172
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	-	-	-	Modérée	-	x	Faible	61	38	99
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	-	-	-	-	-	x	/	11	19	30
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	-	-	-	Modérée	-	x	Faible	24	-	24
Passereau sp.	-	-	-	-	-	-	-	/	-	6	6
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	-	-	-	-	-	-	/	1	-	1

Nom vernaculaire	Nom latin	DO	LRF	LRB	RBR	ZNIEFF	PN	Enjeux	Nombre d'individus		
									Migration prénuptiale	Migration postnuptiale	Total
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	-	-	-	Mineure	-	-	/	15	5589	5604
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	-	-	-	-	-	x	/	7	445	452
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	-	-	-	Modérée	-	x	Faible	5	26	31
Tarin des aulnes	<i>Spinus spinus</i>	-	-	-	Modérée	-	x	Faible	-	6	6
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	-	-	-	Modérée	-	x	Faible	1	-	1
Nombre d'oiseaux migrateurs									479	6356	6835

LÉGENDE : DO : Directive Oiseaux ; PN : Protection nationale ; LRF : Liste Rouge France (migration) ; LRB : Liste Rouge Bretagne (migration) ; RBR : Responsabilité Biologique Régionale (migration) ; ZNIEFF : Espèces déterminantes ZNIEFF (migration) ; PN : Protection nationale ; En vert : Espèces à enjeux

### 3.5.3 Avifaune hivernante

Les passages avifaune hivernante ainsi que les suivis sur des points d'observation de 30 minutes (3 points par passage) ont été mis en place les 09/02/2021 et 22/12/2021.

37 espèces ont été contactées au cours de cet inventaire et aucune ne concentre d'enjeux de conservation particuliers au regard des différentes listes de protection et de conservation en vigueur (listes relatives aux oiseaux hivernants). Cependant, 26 d'entre elles sont protégées nationalement.

Le Pinson de nord, le Pinson des arbres et la Grive mauvis ont des effectifs hivernants importants sur la zone d'étude avec respectivement 534 individus, 304 individus et 360 individus comptabilisés au maximum.

Des effectifs importants de Pinson du nord ont notamment été observés à plusieurs reprises dans les haies et cultures de la zone d'étude, et tout particulièrement à proximité des éoliennes. Cette abondance augmente donc le risque de collision pour cette espèce (1 cas observé en 2021 au cours des suivis mortalité).

### Comparaisons aux données de l'étude d'impact

Seules 15 espèces non nicheuses (hivernantes ou en haltes migratoires) avaient été observées au cours de l'étude d'impact, et avec des effectifs faibles (maximum de 35 individus pour

l'Étourneau sansonnet). La diversité spécifique et les abondances relevées en 2021 sont sensiblement supérieures aux résultats de l'étude d'impact.

Tableau 24 : Synthèse des espèces hivernantes contactées

Nom vernaculaire	Nom latin	Effectif maximum observé <sup>6</sup>	PN
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	5	x
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	30	-
Bécasse des bois	<i>Scolopax rusticola</i>	3	-
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	5	-
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	2	x
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	2	x
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	1	x
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	1	x
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2	x
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	5	x
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	1	x
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	2	-
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	8	-
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	2	x
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	1	-
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	5	x
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	2	-
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	360	-
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	1	-
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	1	x
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	11	-
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	5	x
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	14	x
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	20	x
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i>	4	x
Mésange noire	<i>Periparus ater</i>	3	x
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	2	x
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	2	-
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	304	x
Pinson du nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	534	x
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	8	x
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	6	x
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	1	x
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	7	x

<sup>6</sup> sur les passages effectués

Nom vernaculaire	Nom latin	Effectif maximum observé <sup>6</sup>	PN
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	2	x
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	2	x
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	2	x

LÉGENDE : PN : Protection Nationale

### 3.5.4 Suivi des déplacements aériens

Les données compilées ici sont issues de suivis sur des points d'observation de 30 minutes (4 sessions de 1h30 (3 points) au cours de la période de reproduction et 2 sessions de 1h30 au cours de la période hivernale), des suivis avifaune migratrice pré-nuptiale (3 sessions de 4h) et des suivis de l'avifaune post-nuptiale (2 sessions de 4h). Au total, 29h de suivis sont utilisées dans cette analyse, pour 7943 individus observés en déplacement (et 468 observations<sup>7</sup>), dont 4744 individus en déplacement dans un rayon de 300 m autour des éoliennes (pour 395 observations – Cf. Tableau 25).

**En moyenne, 164 individus/heure ont été observés en vol au cours des suivis dont 112 individus/heure à des hauteurs de vol supérieures à 30 m (Cf. Figure 4).**

Ces résultats sont sensiblement supérieurs à ceux de l'étude d'impact avec 32.2 contacts par heure en moyenne. Cela s'explique notamment par des flux importants de pigeons en 2021. Trois pics d'activité se dégagent, le 1<sup>er</sup> en février (passage important d'Étourneau sansonnet), le 2<sup>nd</sup> fin juin (passage important de goélands) et le 3<sup>ème</sup> fin octobre (passage important de Pigeon ramier et de Pinson des arbres).

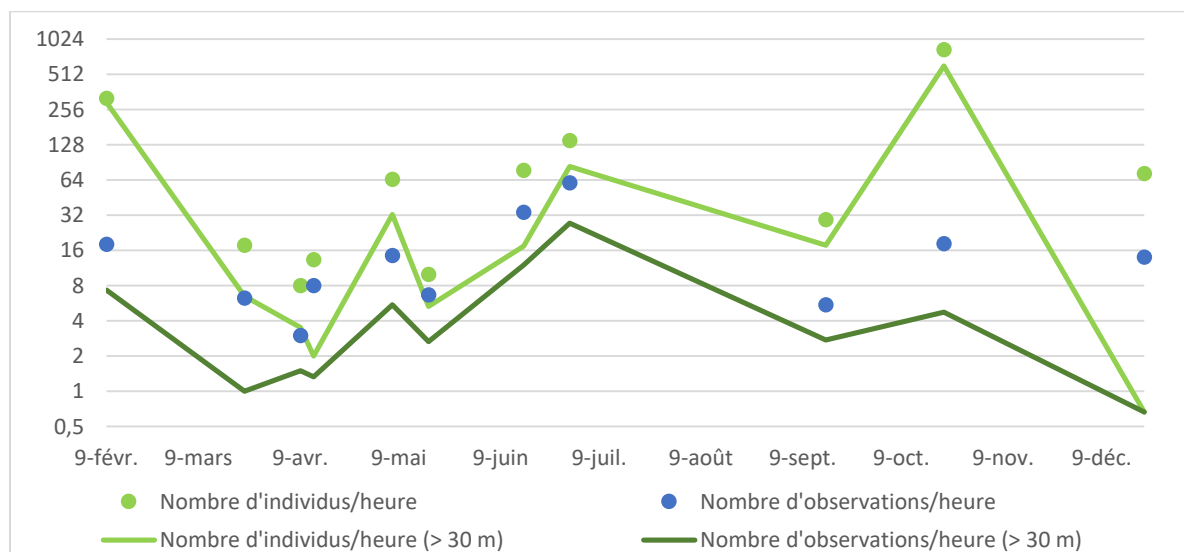


Figure 4 : Nombre de contacts par heure d'oiseaux en déplacement (dans un rayon de 300 m autour des éoliennes)

<sup>7</sup> 1 observation correspond à plusieurs individus en cas de groupes d'oiseaux en déplacement

Les **espèces les plus abondantes** en déplacement (dans un rayon de 300 m autour des éoliennes) correspondent par ordre décroissant au Pigeon ramier (2745 individus), à l'Étourneau sansonnet (461 individus), au Pinson des arbres (442 individus), au Goéland argenté (374 individus), à l'Hirondelle de fenêtre (172 individus), à l'Hirondelle rustique (90 individus) et à la Grive mauvis (84 individus).

Les **observations de déplacement les plus récurrentes** concernent par ordre décroissant le Goéland argenté (143 observations de groupes ou d'oiseaux seuls), le Pigeon ramier (36 observations), le Pinson des arbres (34 observations), l'Hirondelle rustique (29 observations) et l'Hirondelle de fenêtre (17 observations).

Globalement, les espèces avec le plus d'observations et le plus d'individus contactés ont été observées avec des **hauteurs de vol supérieures à la garde au sol**, au niveau des bas de pales (Pigeon ramier, Étourneau sansonnet, Hirondelle de fenêtre, Goéland argenté...). D'ailleurs, 69 % des individus observés en déplacement (toutes espèces confondues) avaient des hauteurs de vol supérieures à la garde au sol. Les proportions d'oiseaux avec des hauteurs de vol importantes (> 30 m ou à la garde au sol) sont largement supérieures à celles observées au cours de l'étude d'impact pour la plupart des espèces (par exemple 5.3 % pour le Goéland argenté en 2015 contre 53 % en 2021). En l'état des connaissances, les facteurs pouvant expliquer cette évolution correspondent à une adaptation des comportements de vol face aux éoliennes et/ou aux conditions climatiques et/ou à un potentiel biais d'observation (hauteur de 30 m difficile à évaluer sur le terrain avant l'implantation des éoliennes). Les suivis menés en 2022 permettront d'affiner ces hypothèses.

La majorité des observations de déplacement concernent des individus empruntant un **axe nord-sud** et passant à proximité des surfaces balayées par les éoliennes (Cf. Carte 9). Notons cependant que peu de déplacements à plus de 30 m ont été observés au sein des surfaces balayées par les éoliennes. Les principales zones utilisées pour les déplacements hauts sont situées entre les 2 éoliennes et à l'est de l'éolienne 2. En 2015, les déplacements avaient lieu « *sur l'ensemble du site, sans direction préférentielle* ». Ces éléments montrent un probable évitement des éoliennes par les oiseaux.

Les **trajectoires** des oiseaux étaient essentiellement rectilignes en 2021 (97 % des observations d'oiseaux à plus de 30 m) et cela suggère une anticipation du parc par les oiseaux afin d'éviter les éoliennes.

Les **probabilités de collision semblent limitées** par un possible évitement et une anticipation des éoliennes par les oiseaux. Ces hypothèses pourront être affinées par la réitération des suivis en 2022 et 2023.

Tableau 25 : Synthèse des observations de déplacements aériens dans un rayon de 300 m autour des éoliennes

Nom vernaculaire	Nom latin	Sous pale		Pale sous moyeu		Pale au-dessus moyeu		Total		
		Nbre d'observations	Nbre d'individus	Nbre d'observations	Nbre d'individus	Nbre d'observations	Nbre d'individus	Nbre d'observations	Nbre d'individus	% d'individus au niveau des pales
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	4	51	2	2			6	53	4
Autour des palombes	<i>Acciptier gentilis</i>			1	1			1	1	100
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	1	1					1	1	0
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	3	4					3	4	0
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	2	2					2	2	0
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	2	2					2	2	0
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	3	4	8	12			11	16	75
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	2	3					2	3	0
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	5	41	5	37			10	78	47
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	3	6					3	6	0
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	2	2					2	2	0
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	8	70	1	391			9	461	85
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	3	3	1	1	1	1	5	5	40
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	78	176	64	175	1	23	143	374	53
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	6	7	4	4			10	11	36
Goéland sp.	(vide)	3	3	3	15			6	18	83
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>			2	25			2	25	100
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	2	8					2	8	0
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	1	1					1	1	0
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	10	67	1	11	1	6	12	84	20
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	2	15	1	2			3	17	12
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>			1	1			1	1	100

Nom vernaculaire	Nom latin	Sous pale		Pale sous moyen		Pale au-dessus moyen		Total		
		Nbre d'observations	Nbre d'individus	Nbre d'observations	Nbre d'individus	Nbre d'observations	Nbre d'individus	Nbre d'observations	Nbre d'individus	% d'individus au niveau des pales
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	11	71	6	101			17	172	59
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	23	59	6	31			29	90	34
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	13	32					13	32	0
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	3	3	10	24			13	27	89
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	1	2					1	2	0
Passereau sp.	(vide)	1	2	1	4			2	6	67
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	2	2					2	2	0
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	1	1					1	1	0
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	23	371	9	1150	4	1224	36	2745	86
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	32	432	1	4	1	6	34	442	2
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	8	25					8	25	0
Tarin des aulnes	<i>Spinus spinus</i>	1	6					1	6	0
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	1	21					1	21	0
Total		260	1493	127	1991	8	1260	395	4744	

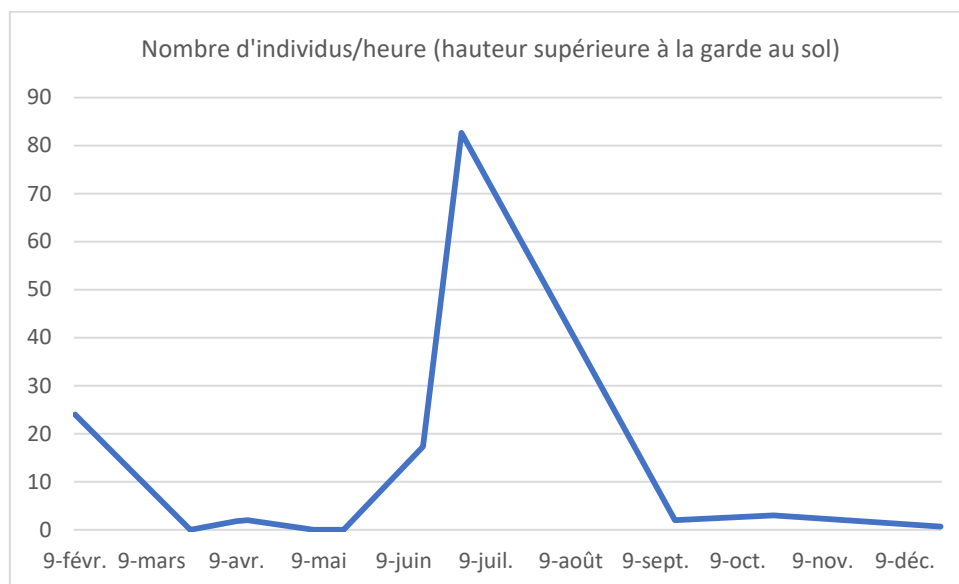
Le Goéland brun, le Goéland argenté et la Buse variable avaient été ciblés dans l'étude d'impact comme des espèces potentiellement sensibles aux éoliennes au regard de leur abondance et des données de mortalité issues de la bibliographie. Une attention particulière a donc été portée sur ces espèces au cours des suivis.

Les données collectées en 2021 permettent d'avérer une utilisation importante de la zone d'étude par **les goélands** comme corridors de déplacements entre les zones de gagnage et de repos. Tandis que pour ces espèces, les données de l'étude d'impact montrent des pics d'activité en mars, juin et novembre, les maximums d'activités ont été notés en février et juin en 2021 (Cf. Figure 5). Sur les 403 individus de goélands observés en déplacements, 54% avaient des hauteurs de vol comprises dans l'axe de rotation des pales.

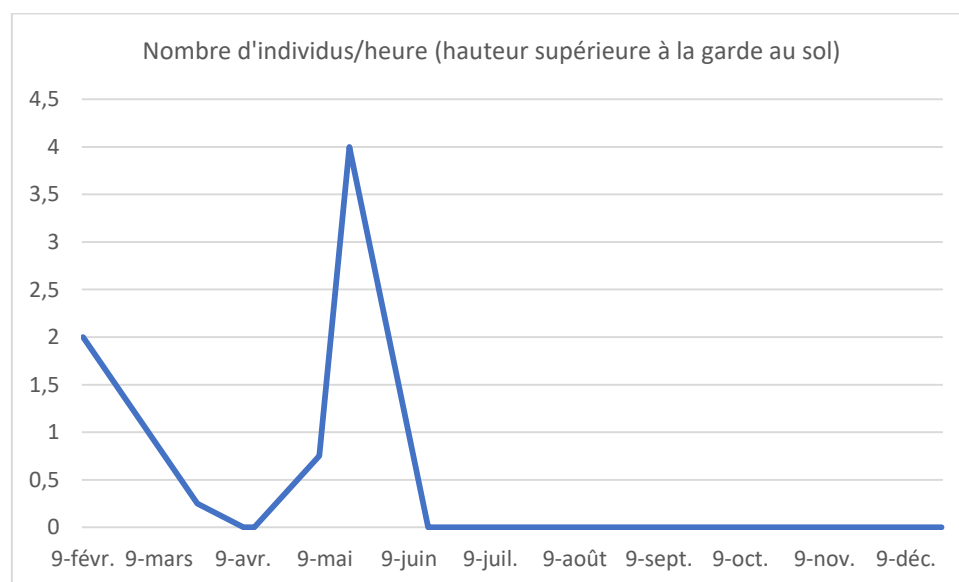
Pour la **Buse variable**, sur les 16 individus observés en déplacement, 75 % avaient des hauteurs de vol supérieures à la garde au sol. Bien que présente toute l'année au sein de la zone d'étude,

les observations de déplacements de cette espèce au sein de l'axe de rotation des pales ont été principalement effectuées en fin d'hiver et au printemps (Cf. Figure 6).

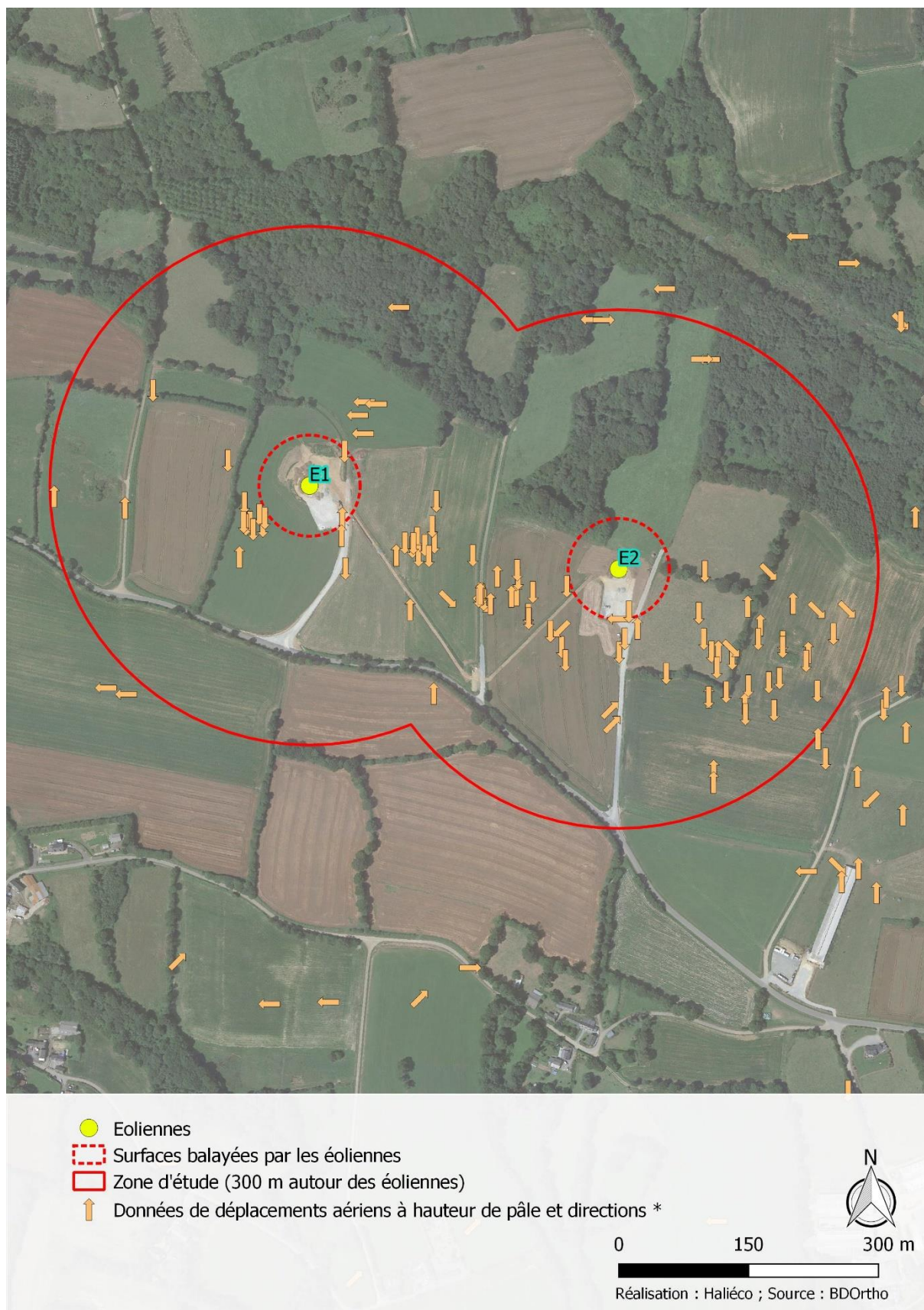
**Les données collectées en 2021 sur ces espèces permettent d'étayer celles de l'étude d'impact et d'appuyer la sensibilité potentielle de ces espèces au parc éolien.**



*Figure 5 : Variation de l'abondance des goélands en vol haut (> 30 m) au cours du suivi*



*Figure 6 : Variation de l'abondance de Buse variable en vol haut (> 30 m) au cours du suivi*



*Carte 9 : Synthèse des données de déplacements aériens à hauteur de pale  
 (\* 1 donnée peut correspondre à 1 individu ou à 1 groupe d'individus)*

## 3.6 Chiroptères

### 3.6.1 Activité au sol

#### a. Points d'écoute active

Le protocole d'écoute active menée au cours de l'année 2021 sur 9 points a permis de relever 1910 contacts des chauves-souris toutes espèces confondues.

Les résultats obtenus pour chacun des points d'écoute, en nombre de contacts par heure, sont corrigés selon un coefficient de détectabilité (BARATAUD, 2015) qui est fonction de la distance d'émission du sonar de chaque espèce. Cette correction permet de ramener l'activité chiroptérologique de toutes les espèces à un volume fixe de détection autour de l'observateur.

L'activité moyenne pondérée mesurée sur le site de Gurunhuel pour l'année 2021 est de **86,6 contacts par heure**. Elle est variable au cours de la saison avec des pics d'activités au sol observés pour le passage du mois de juin et de la deuxième quinzaine de septembre. L'activité pondérée maximale est mesurée la deuxième quinzaine de septembre avec 163,3 contacts par heure de moyenne (Figure 7).

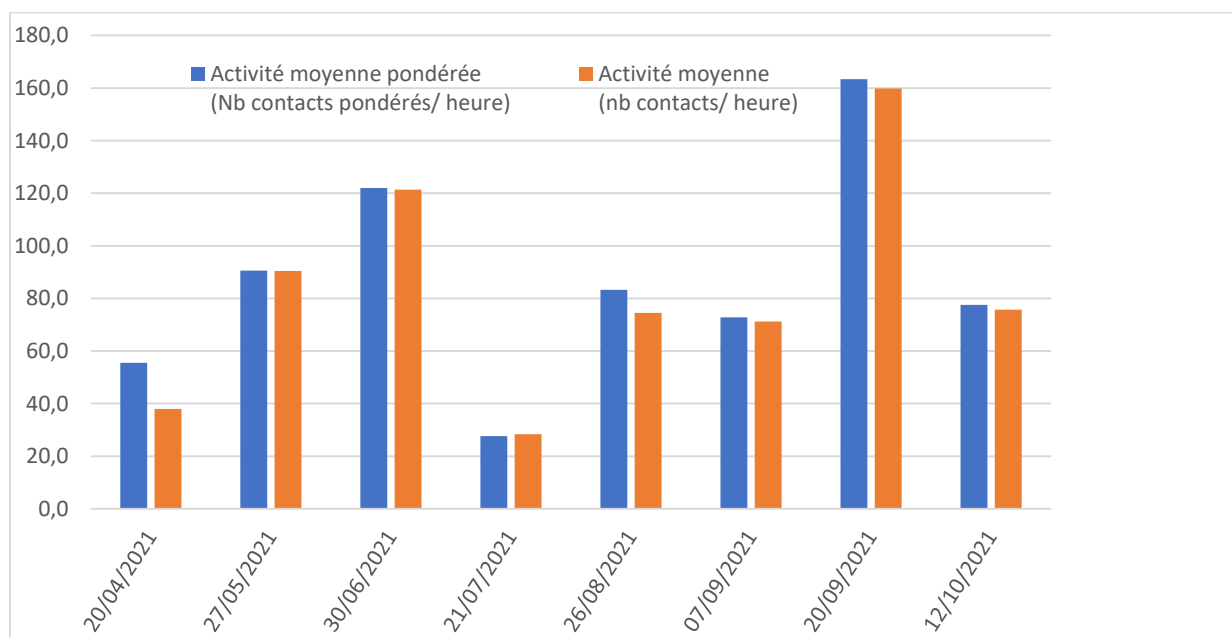


Figure 7 : Répartition de l'activité moyenne et moyenne pondérée au sol par date d'inventaire

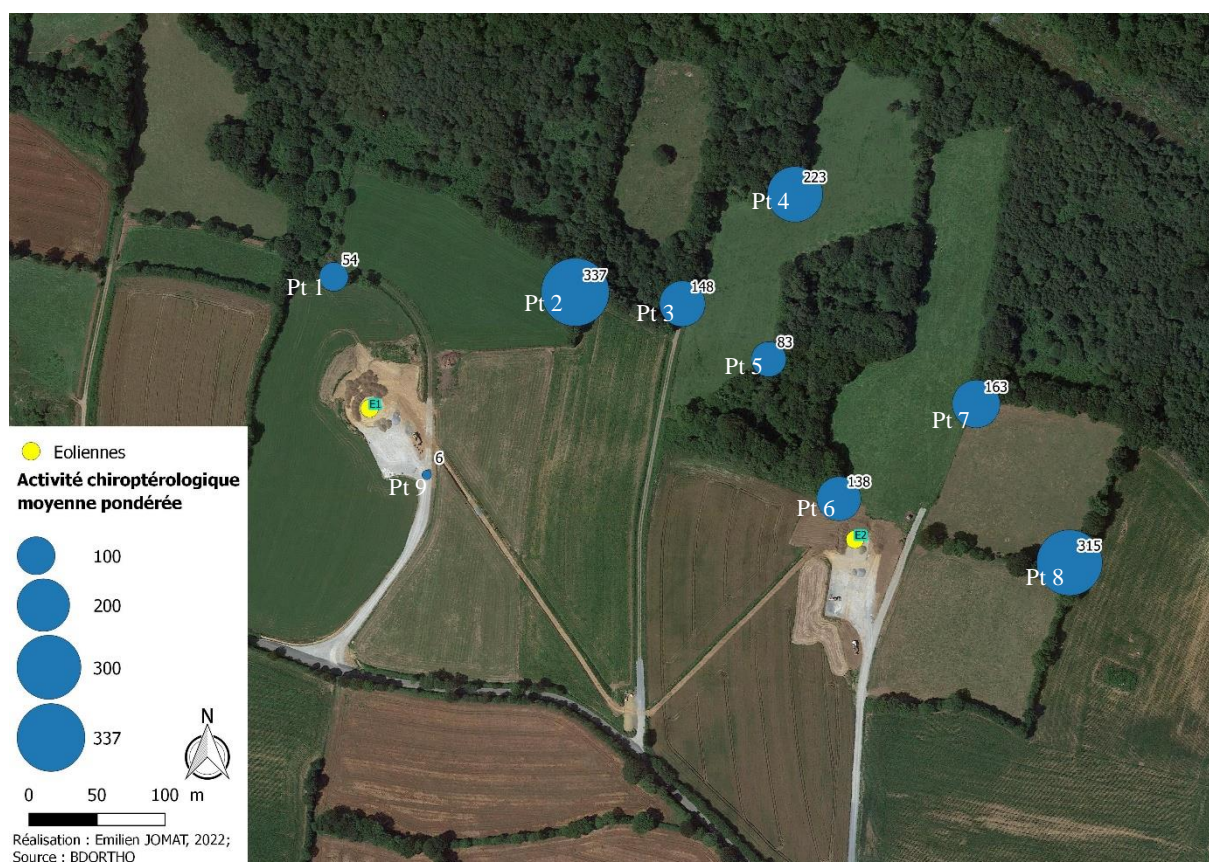
Une proportion de 87% des contacts a été détectée durant un comportement de chasse ou de recherche active de nourriture. Ce résultat met en évidence la forte attractivité de ce site pour la chasse des chiroptères. Les individus exploitent le site pour s'alimenter et ne font pas que le traverser pour rejoindre un autre territoire.

La localisation des points d'écoute a été reprise à partir de l'étude d'impact afin de pouvoir comparer les évolutions de l'activité chiroptérologique dans le temps. Cependant, le

positionnement des points permet d'échantillonner des lisières de haies pour les points 1 à 8 et les milieux ouverts pour le point 9. Les résultats de ce protocole sont donc principalement représentatifs des lisières de haies sur le parc éolien de Gurunhuel.

Le point n°9 située sur la plateforme de l'éolienne 1 présente une activité moyenne pondérée bien inférieure aux points de lisières avec 6,47 contacts par heure de moyenne. Les activités sur les points situées sur les lisières ont des activités comprises entre 54,17 (point n°1) et 366,69 (point n°2) contacts pondérés par heure (Cf. Carte 10). Les variations d'activités entre ces points ne semblent pas s'expliquer de façon évidente. La distance à l'éolienne ou le type d'occupation du sol ont probablement un impact, mais tous les paramètres influençant ces variables ne peuvent pas être mesurés sur seulement 9 points d'écoute.

Cependant, les écoutes ont permis de repérer en tout début de nuit des vols de 3 à 4 Pipistrelles communes en simultanément à proximité des points n°2 et 8 échangeant de nombreux cris sociaux. Au vu de ces observations, les lisières à proximité de ces points respectifs abritent très probablement, au moins de façon temporaire, des gîtes diurnes pour cette espèce. Sans prospection dédiée, les arbres gîtes n'ont pas pu être localisés précisément. La présence probable de ces gîtes de Pipistrelle commune peut expliquer, au moins en partie, les fortes activités relevées sur ces points et sur les points les plus proches reliés par un réseau de lisières comme les points n°3, n°4 et n°7 (Cf. Carte 10).



*Carte 10 : Activité chiroptérologique par point d'écoute*

Un minimum de 10 espèces a été contacté par ce protocole de détection active sur l'ensemble du site. Au vu des difficultés d'identification de certains genres de chiroptères tels que les

Murins (*Myotis spp.*) ou encore les Oreillards (*Plecotus spp.*), certains contacts n'ont pas pu être identifiés à l'espèce. L'identification incomplète précise uniquement le nom de genre. Cette difficulté d'identification explique la présentation d'un nombre minimum d'espèces.

Parmi les espèces, la Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus*, le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferumequinum* et le Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* sont inscrits à l'annexe II de la Directive Habitat Faune Flore. Le Grand rhinolophe est également classé « en danger » sur la liste rouge des mammifères de Bretagne.

La richesse spécifique varie de 3 à 7 espèces par point (Cf. Carte 11). De par la contrainte imposée par la réplication du protocole de l'étude d'impact, il n'est pas possible d'explorer les variations de richesses spécifiques par type d'habitats. Nous pouvons toutefois noter que la richesse du point numéro 9 situé en milieu ouvert sur la plateforme de l'éolienne n°1 est la plus faible avec seulement 3 espèces. Les richesses spécifiques semblent varier en fonction de la distance aux éoliennes. Les diversités les plus faibles sont situées sur les points n°9 (3 espèces), n°1 (4 espèces) et n°6 (5 espèces) les plus proches des éoliennes. Les espèces spécialisées, plus sensibles que les autres, comme le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferumequinum*, le Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*, le Murin à moustaches *Myotis mystacinus* ou encore le Murin de Natterer *Myotis nattereri* sont absentes de ces points. Ces variations de richesses ne peuvent pas être directement affectées à la présence des éoliennes car d'autres facteurs peuvent rentrer en jeu mais il s'agit d'une explication possible.



Carte 11 : Richesse chiroptérologique par point d'écoute

Le cortège chiroptérologique présent sur le site de Gurunhuel est principalement composé de 4 espèces qui comptabilisent 95% de l'activité mesurée (Cf. Tableau 26) et qui ont été détectées sur l'ensemble des points (excepté la Barbastelle d'Europe sur le point n°9). Il s'agit de la Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* (71% de l'activité), de la Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* (14%), de la Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus* (8%) et de la Sérotine commune *Eptesicus serotinus* (3%). Ce cortège d'espèces a la particularité d'être composé d'espèces largement représentées en Bretagne qui fréquentent toutes des territoires de chasses en milieux semi-ouverts comme les lisières de haies. Ce résultat traduit également le plan d'échantillonnage mis en place qui a été centré sur ce milieu.

Les 5 % de l'activité chiroptérologique restant sont réparties entre le Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* (2% de l'activité), le Murin à moustaches *Myotis mystacinus* (<1%), le Murin de Natterer *Myotis nattereri* (<1%), les Murins indéterminés *Myotis spp.* (<1%), l'Oreillard gris *Plecotus austriacus* (<1%), l'Oreillard roux *Plecotus auritus* (<1%) et le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferumequinum* (<1%). Ces espèces sont nettement moins abondantes sur le territoire Breton. Elles peuvent également utiliser les lisières de haies en chasse et/ou en transit mais ont des niches écologiques plus étroites.

Les observations crépusculaires ont permis d'identifier la présence probable de gîtes arboricoles de Pipistrelle commune mais également des vols de transit de Sérotine commune *Eptesicus serotinus*. Plusieurs individus ont été observés en vol de transit à hauteur de pales, traversant le parc éolien depuis le sud pour venir chasser sur les prairies et canopées des boisements du fond de vallon situé au nord.

Tableau 26 : Synthèse de l'activité chiroptérologique pondérée moyenne relevée lors des 8 passages de points d'écoute

N° point		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Activité moyenne pondérée
Nom vernaculaire	Nom latin										
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	46,50	271,50	99,75	174	69	119,25	84,75	195	2,25	118,00
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	3,75	78,75	2,25	12,75	3,75	3	0,75	94,5	3,75	22,58
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	2,51	11,27	1,25	25,05	5,01	7,52	63,88	6,26		13,64
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	1,42	1,42	1,89	8,03	1,42	6,14	6,62	11,34	0,47	4,31
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>			30							3,33
Oreillard indéterminé	<i>Plecotus spp.</i>			2,81	0,94	0,94		1,88	4,69		1,25
Murin indéterminé	<i>Myotis spp.</i>			3,76	2,51	1,25		1,25	1,25		1,11
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>			6,26							0,70
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>		3,75						1,88		0,63
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>							3,75			0,42
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>						1,87				0,21
Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferumequinum</i>					1,88					0,21
Activité moyenne (nb contacts /h)		54,17	366,69	147,98	223,28	83,24	137,78	162,87	314,92	6,47	166,38

### *b. Enregistrements automatiques au sol*

Le protocole complémentaire basé sur l'installation de deux enregistreurs automatiques (Cf. Photo 26) a permis d'enregistrer 17 750 contacts de chauves-souris sur 8 nuits complètes. Cette valeur est plus de 9 fois supérieure au nombre de contacts établis lors du protocole d'écoute active.



*Photo 26 : Micro d'enregistreur automatique positionné sur le point n°Z2*

Cette méthodologie est peu représentative de la répartition spatiale des espèces. Cependant, elle permet d'obtenir des résultats précis concernant la phénologie horaire de la fréquentation du site ainsi que de détecter les espèces discrètes et/ou peu abondantes. Issue d'un protocole national standardisé, les données obtenues peuvent être comparées à un référentiel national d'activité, établi par le MNHN, permettant de qualifier l'activité obtenue.

Les enregistreurs ont été placés sur des milieux nettement plus forestiers que pour les points d'écoute active. Le point n°Z1 est situé dans un boisement humide avec un écoulement d'eau et le point n°Z2 est situé sur un chemin forestier sous la voûte des arbres.

Les résultats obtenus en nombre de contacts sont corrigés selon un coefficient de détectabilité (BARATAUD, 2015) qui est fonction de la distance d'émission du sonar de chaque espèce. Cette correction permet de ramener l'activité chiroptérologique de toutes les espèces à un volume fixe de détection autour du micro de l'enregistreur.

Le nombre de contacts global enregistré est de 17 750 soit un nombre de 21 605,57 contacts pondérés par la distance d'émission du sonar des différentes espèces (Cf. Tableau 27). Les 2 enregistreurs ont été actifs du coucher au lever du soleil sur les 8 nuits d'inventaires pour un total de 161,2 heures d'enregistrements effectifs. L'activité moyenne enregistrée en 2021 par ce protocole, par point fixe en milieux forestiers, est de **134,03 contacts par heure**.

Il a été relevé 5488,43 contacts pondérés de chauves-souris sur l'ensemble des passages du point n°Z1. Les activités nocturnes sont comprises entre 60,02 contacts en octobre et 2759,3 contacts par nuit au mois de mai soit une moyenne de 686,05 contacts par nuit. Sur le point n°Z2, l'activité mesurée sur les 8 nuits d'enregistrement est de 16 117,14 contacts soit plus de 2,9 fois supérieure au point précédent. L'activité nocturne est comprise entre 269,6 contacts fin septembre et 5435,36 contacts au mois d'avril soit une moyenne de 2 014,6 contacts pondérés par nuit.

Tableau 27 : Répartition de l'activité chiroptérologique par point d'enregistrement et par session

N° point	Z1		Z2		Total	
Date	Nb de contacts	Nb de contacts pondérés	Nb de contacts	Nb de contacts pondérés	Nb de contacts	Nb de contacts pondérés
21/04/2021	71	104,82	3833	5435,36	3904	5540,18
27/05/2021	2505	2759,3	2734	2972,23	5239	5731,53
30/06/2021	100	114,82	347	351,89	447	466,71
21/07/2021	386	560,26	612	678,87	998	1239,13
26/08/2021	242	374,93	1981	2575,73	2223	2950,66
07/09/2021	1500	1429,39	2249	2394,22	3749	3823,61
20/09/2021	22	84,89	144	269,6	166	354,49
12/10/2021	23	60,02	1001	1439,24	1024	1499,26
<b>Total</b>	<b>4849</b>	<b>5488,43</b>	<b>12901</b>	<b>16117,14</b>	<b>17750</b>	<b>21605,57</b>

Un premier élément d'analyse pour expliquer les différences d'activités entre ces deux points vient, probablement en partie, du fait que le point n°Z1 (placé lors de l'étude d'impact) est dans un contexte très humide. L'écoulement d'eau apporte une atmosphère fraîche et humide qui est peu propice à de fortes activités. Cette différence est d'autant plus marquée en début et fin de saison lorsque les conditions climatiques sont moins favorables à l'activité des chiroptères. On observe, à ce titre, des activités par nuit pondérées de seulement 104,84 contacts au mois d'avril, de 84,89 contacts à la fin septembre et 60,02 contacts au mois d'octobre. Ce type de milieu peut cependant être propice à des espèces aux niches écologiques plus spécifiques.

Le niveau d'activité relativement faible au mois de juin s'explique par l'arrivée d'une brume épaisse venant du fond de vallon à partir du milieu de nuit. Ces conditions météorologiques excluent quasiment la présence de chiroptères en vol.

Les activités mesurées ne semblent pas varier selon un schéma saisonnier (Cf. Figure 8). De plus, nous pouvons constater que les pics d'activités mesurés avec le dispositif automatique sont opposés aux pics détectés avec la méthode d'écoute active. Ces résultats peuvent s'expliquer par les différences de milieux échantillonnés. Les chauves-souris de la zone d'étude doivent certainement exploiter de façon distincte les lisières (échantillonnées avec les points d'écoute active) des milieux boisés plus fermés/protégés (échantillonnés avec les enregistreurs automatiques). Les différences d'activités mesurées sont ici principalement liées à une modulation de l'utilisation de l'espace au cours de la saison (selon des paramètres de ressources alimentaires, d'exposition aux vents, etc...) et non à phénomène saisonnier. Une approche sur toute la période d'activité est donc privilégiée pour détailler ces résultats.

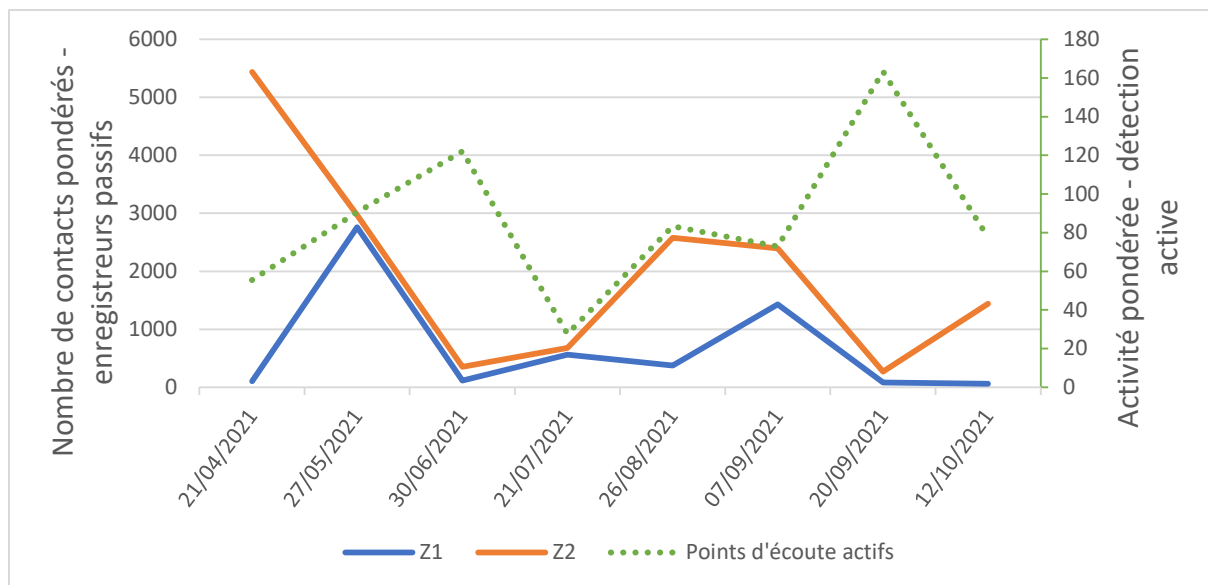


Figure 8 : Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique par détection passive

Un minimum de 12 espèces a été contacté par ce protocole de détection passive sur les deux points d'échantillonnage du site (Cf. Tableau 28). Cette méthodologie est particulièrement performante pour les espèces peu détectables. Elle a notamment permis d'attester la présence du Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*, du Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*, du Murin d'Alcathoe *Myotis alcathoe*, du Murin de Natterer *Myotis nattereri*, du Murin de Daubenton *Myotis daubentonii*, du Murin à moustaches *Myotis mystacinus*, de l'Oreillard roux *Plecotus auritus* ou encore de la Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*.

Le cortège chiroptérologique est très similaire sur les deux points avec 11 espèces minimum présentes. Le Murin de Daubenton *Myotis daubentonii* a été détecté uniquement sur le point n°Z2 alors que la Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii* l'a été uniquement sur le point n°Z1.

De façon habituelle, la Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* domine très largement le cortège chiroptérologique avec près de 65% des contacts pondérés recensés. Avec des activités bien moindres, le Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* est la deuxième espèce la plus détectée avec 10,78% des enregistrements suivi par la Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus* avec 6,37%, le Murin à moustache *Myotis mystacinus* avec 5,52%, le groupe des Murins indéterminés *Myotis spp.* avec 4,64% et la Sérotine commune *Eptesicus serotinus* avec 3,92%. Ces 6 espèces cumulent plus de 96,5% de l'activité chiroptérologique mesurée sur le site de Gurunhuel en 2021. Des nuances s'observent toutefois entre les points avec la Sérotine commune plus présente sur le point n°Z1 (12,66% des contacts contre 0,94% pour le point n°Z2) ainsi que la Pipistrelle de Kuhl (5,23% contre 0,34% des contacts). Inversement la Barbastelle d'Europe et le Petit rhinolophe sont plus présents sur le point n°Z2 (respectivement 13,81% contre 1,91% des contacts et 8,42% contre 0,33% des contacts pour le point n°Z1).

Le cortège inventorié par les enregistrements automatiques est typiquement lié aux milieux forestiers. Les 4 espèces de Murins, les 2 Rhinolophes, l'Oreillard roux et la Barbastelle d'Europe ont des sonars leur permettant d'évoluer dans des milieux très encombrés. Ils recherchent leurs proies dans le feuillage et/ou dans les trouées forestières.

La présence dans des proportions plus importantes de la Sérotine commune, de la Pipistrelle de Kuhl ainsi que la détection de la Pipistrelle de Nathusius sur le point n°Z1 peut s'expliquer par la présence d'une canopée moins dense sur ce secteur permettant de détecter plus aisément les individus en chasse au-dessus de celle-ci. Ces trois espèces exploitent, pour la chasse, des niches écologiques dans des milieux moins encombrés que le reste du cortège inventorié.

Tableau 28 : Répartition de l'activité chiroptérologique par point d'enregistrement et par espèce

Nom vernaculaire	Nom latin	Z1			Z2			Total		
		Nb contacts	Nb contacts pondérés	Occurrence %	Nb de contacts	Nb contacts pondérés	Occurrence %	Nb de contacts	Nb contacts pondérés	Occurrence %
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3259	3259	59,38	10845	10845	67,29	14104	14104	65,28
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	21	105	1,91	445	2225	13,81	466	2330	10,78
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	11	18,4	0,33	813	1357,7	8,42	824	1376,1	6,37
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	212	530	9,66	265	662,5	4,11	477	1192,5	5,52
Murins indéterminés	<i>Myotis spp.</i>	164	410	7,47	237	592,5	3,68	401	1002,5	4,64
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	837	694,7	12,66	183	151,9	0,94	1020	846,6	3,92
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	287	287	5,23	55	55	0,34	342	342	1,58
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	45	140,8	2,57	8	25,0	0,16	53	165,9	0,77
Oreillards indéterminés	<i>Plecotus spp.</i>	3	15	0,27	16	80	0,50	19	95	0,44
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	2	10	0,18	15	75	0,47	17	85	0,39
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	6	15	0,27	15	37,5	0,23	21	52,5	0,24
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>			0,00	3	7,5	0,05	3	7,5	0,03
Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	1	2,5	0,05	1	2,5	0,02	2	5	0,02
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	1	1	0,02			0,00	1	1	0,00
Total		4849	5488,4		12901	16117,1		17750	21605,6	

Le référentiel d'activité Vigie chiro « point fixe » est bâti en nombre de contacts bruts par nuit. Les données seront donc exprimées sous ce format pour la suite des analyses. En confrontant, les données obtenues à ce référentiel d'activité (Cf. Tableau 29), il est possible de remarquer que l'activité moyenne par point est considérée comme « **Forte** » pour la Barbastelle d'Europe

(point n°Z2), la Sérotine commune (point n°Z1), le Murin à moustaches (point n°Z2), la Pipistrelle commune (point n°Z2) ainsi que le Petit rhinolophe (point n°Z2). Ces niveaux d'activités forts révèlent l'intérêt du site pour ces 5 espèces.

À l'échelle temporelle de la nuit d'enregistrement, nous remarquons que le Petit rhinolophe a été enregistré sur le point n°Z2 lors du passage d'avril dans une activité considérée comme étant « **Très forte** » particulièrement notable pour cette espèce. Sur ce même point, la Barbastelle d'Europe a elle aussi été contactée dans des activités « **Très fortes** » durant le mois d'août. Outre le fait qu'elles soient protégées, ces deux espèces sont inscrites à l'annexe II de la Directive Habitat Faune Flore et la Barbastelle d'Europe est considérée comme étant particulièrement sensible à la fragmentation des continuités écologiques en Bretagne.

La Sérotine commune a, quant à elle, été contactée dans des activités « **Très fortes** » particulièrement notables pour cette espèce sur le point n°Z1 durant le début du mois de septembre.

La Barbastelle d'Europe, la Sérotine commune, le Murin à moustaches, la Murin de Natterer, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle commune, l'Oreillard roux, et le Petit rhinolophe ont tous été contactés au moins une fois sur l'un des deux points d'écoute dans des niveaux d'activités considérés comme « **Forts** ».

Ces résultats démontrent un intérêt non négligeable, à la fois en diversité, mais également en niveau d'activité, des milieux forestiers présents sur la zone d'étude du parc éolien de Gurunhuel.

Tableau 29 : Synthèse des niveaux d'activité chiroptérologique relevés par les enregistrements automatiques au sol

	Point Z1								Activité moyenne (nb contacts / nuit)	Point Z2								Activité moyenne (nb contacts / nuit)
	21/04/2021	27/05/2021	30/06/2021	21/07/2021	26/08/2021	07/09/2021	20/09/2021	12/10/2021		21/04/2021	27/05/2021	30/06/2021	21/07/2021	26/08/2021	07/09/2021	20/09/2021	12/10/2021	
Barbastelle d'Europe	10	1							1,4	12	26	2	21	638	6	36	72	101,6
Sérotine commune	3	35	4	56	66	673			104,6	4	7	13	66	19	68	6		22,9
Murin d'Alcathoe		1		5					0,8				15					1,9
Murin à moustaches	11	57	4	71	47	2	2	18	26,5	1	28	1	14	42	3	21	155	33,1
Murin de Daubenton									0,0						3			0,4
Murin de Natterer	1	16		6	5	10	3	4	5,6			2	4		2			1,0
Murins indéterminés	6	70	1	38	34	13	1	1	20,5	33	15		8	37	45	26	73	29,6
Pipistrelle de Kuhl	2	14		4	2	256			34,8		12	3	12	5	17	6		6,9
Pipistrelle de Nathusius						1			0,1									0,0
Pipistrelle commune	38	2302	89	206	85	536	3		407,4	3397	2606	326	472	1227	2087	41	689	1355,6
Oreillard roux			1				1		0,3						15			1,9
Oreillards indéterminés					3				0,4					13			3	2,0
Grand rhinolophe		1							0,1		1							0,1
Petit rhinolophe		8	1				12		2,6	386	39				3	8	9	55,6
	71	2505	100	386	242	1491	22	23	605,0	3833	2734	347	612	1981	2249	144	1001	1612,6

	Activité faible
	Activité moyenne
	Activité forte
	Activité très forte

L'étude de la phénologie horaire permet de mettre en évidence l'utilisation du site au cours de la nuit (Cf. Figure 9). En compilant tous les résultats obtenus lors des 8 sessions d'enregistrements, nous pouvons observer une activité particulièrement constante durant la nuit, aussi bien sur le point n°Z1 que sur le point n°Z2. Cette représentation comprend une approximation car elle ne tient pas compte du décalage des heures de lever et coucher du soleil au cours de la saison. Cependant, le schéma qui se dégage de cette représentation des données permet d'observer qu'il n'y a pas de tendance générale à une diminution de l'activité sur la seconde moitié de la nuit comme il est fréquemment observé.

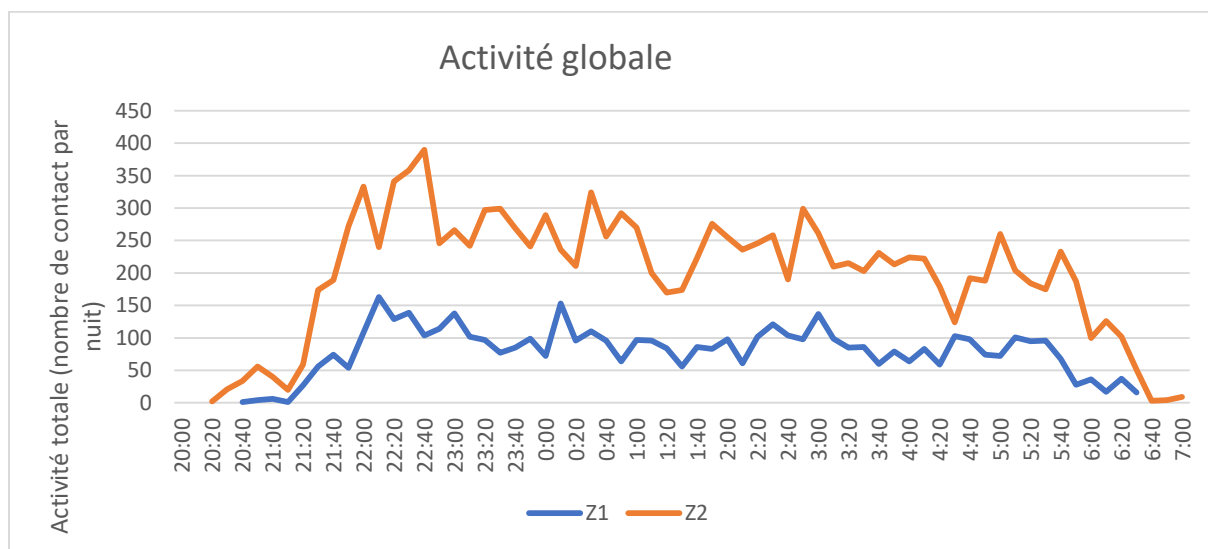


Figure 9 : Phénologie horaire globale de l'activité chiroptérologique au sol

Une approche plus fine par session (Cf. Figure 10) permet d'observer les variations de phénologie horaire entre les différentes nuits d'enregistrements. La tendance générale d'une activité relativement constante au cours de la nuit semble se confirmer malgré les différents niveaux d'activités. On observe toutefois une légère diminution de l'activité nocturne lors du passage du mois d'août ainsi que celui du mois d'octobre.

L'apparition de brume en milieu de nuit lors du passage du mois de juin s'observe très bien avec cette représentation des données. Il est possible de remarquer que l'activité s'arrête brusquement dans la nuit à partir de 0:30.

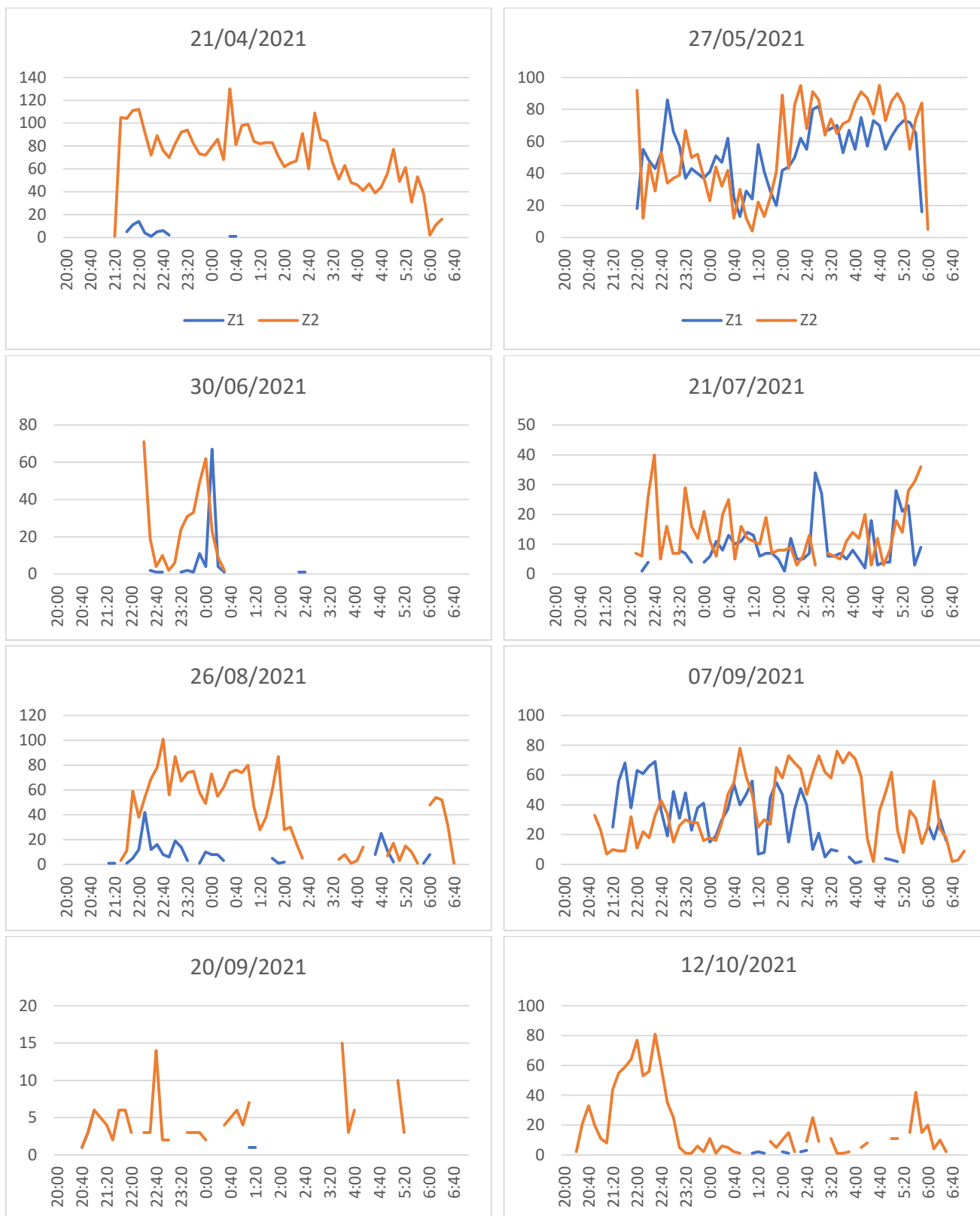


Figure 10 : Phénologie horaire de l'activité chiroptérologique par session

### c. Comparaisons aux données de l'étude d'impact

Le suivi de 2021 a repris les inventaires par points d'écoute de l'étude d'impact auquel a été ajouté un protocole par enregistreurs automatiques au sol déjà initié dans l'étude de 2015.

Un total de 13 espèces minimum a été inventorié au sol via ces deux protocoles. Les 7 espèces détectées en 2015 l'ont également été lors des inventaires de 2021. Cinq autres espèces viennent compléter la richesse chiroptérologique du site dont 2 ont été détectées uniquement via les enregistreurs automatiques. Il s'agit du Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* à la patrimonialité « **Très forte** », du Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*, du Murin d'Alcathoe, du Murin de Natterer *Myotis nattereri*, de l'Oreillard roux *Plecotus auritus* et de la Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*.

Les niveaux d'activités mesurés sur les points d'écoute au sol sont également supérieurs à ce qui a été pris en compte lors de l'étude d'impact. La méthodologie d'analyse de l'activité en 2015 ne prenait pas en compte les coefficients de détectabilité des espèces. En conservant cette même mesure, l'activité relevée était de 53,6 contacts par heure contre 81,3 contacts par heure (corrigé à 86,6 contacts pondérés par heure) en détection active pour 2021 et 110,11 contacts par heure (corrigé à 134,03 contacts pondérés par heure) en détection passive. Le référentiel d'activité chiroptérologique « actif » utilisé pour les points d'écoute dans l'étude d'impact n'est pas étayé par de la bibliographie et n'est pas partagé par la communauté chiroptérologique. Les données par points d'écoute permettent de définir la répartition spatiale des espèces et de comparer les niveaux d'activités entre eux. Cependant, l'absence de référentiel « validé » ne permet pas de qualifier les niveaux d'activités obtenus.

Les niveaux d'activités généraux avancés en 2015 étaient faibles à très faibles pour toutes les espèces sauf pour la Pipistrelle commune qui a été identifiée comme ayant un niveau d'activité « moyen » (45,8 contacts par heure). À titre indicatif, en appliquant ce référentiel sur les données de 2021, la Pipistrelle commune (118 contacts par heure) serait considérée comme ayant un niveau d'activité « Très fort » tout comme la Barbastelle d'Europe (8,17 contacts par heure). Le Petit rhinolophe (0,67 contact par heure), non détecté lors de l'étude d'impact, serait lui considéré comme ayant une activité « Moyenne ». Les autres espèces auraient quant à elles des niveaux faibles à très faibles. Le protocole par points d'écoute déployé en 2015 et renouvelé en 2021 a la particularité d'échantillonner principalement les milieux de lisières de haies. Ces résultats ne peuvent s'appliquer qu'à ces milieux.

Les résultats des enregistreurs automatiques montrent que les niveaux d'activités sont élevés en milieux forestiers avec des activités « **Fortes** » pour 5 espèces : la Barbastelle d'Europe, la Sérotine commune, le Murin à moustaches, la Pipistrelle commune ainsi que le Petit rhinolophe.

Des activités « **Très fortes** » ont également été qualifiées pour le Petit rhinolophe, la Sérotine commune ainsi que la Barbastelle d'Europe sur une nuit d'enregistrement. Ce niveau d'activité signifie que le nombre de contacts par nuit relevé pour ces espèces se situe dans les 2% des valeurs les plus élevées sur l'ensemble des données récoltées dans le cadre du programme Vigie Chiro sur le territoire national.

Des différences importantes de diversité et de niveau d'activité sont observées entre l'étude initiale et le suivi engagé en 2021. Ces résultats vont dans le sens d'une augmentation de l'activité et de la richesse spécifique. Les modifications mineures d'occupation du sol entre les deux années d'inventaires ne permettent pas d'expliquer une soudaine augmentation de l'attractivité de la zone pour les chiroptères. De même, les très faibles dynamiques de populations de ces espèces ainsi que les tendances générales à la régression n'expliquent pas cette augmentation. L'installation d'éoliennes a été documentée comme ayant, selon les études disponibles, un effet répulsif à l'échelle paysagère sur les chiroptères (BARRÉ *et al.*, 2018), les phénomènes d'attractions des chauves-souris par les pales des éoliennes sont documentés à des échelles très locales (ROEKELE, 2016 ; HOCHRADEL *et al.*, 2015 ; CRYAN *et al.*, 2014) correspondant à des modifications des trajectoires de vols mais pas à une attractivité pour des populations de chauves-souris à une échelle paysagère.

Les biais observateurs et les différences de matériels utilisés semblent les explications les plus plausibles pour expliquer les variations observées entre les données d'inventaire et du suivi. Les différences significatives de résultats entre l'étude d'impact et les suivis post-implantations entraînent des biais importants dans l'interprétation de l'impact de l'installation des éoliennes du parc de Gurunhuel sur les populations locales de chauves-souris.

Ces résultats montrent l'importance de déployer un dispositif par enregistreur automatique « calibré » dans la prise en compte de l'utilisation du site d'étude dans l'espace et dans le temps. Les résultats obtenus par cette technique permettent de s'affranchir d'une partie non négligeable du biais lié à l'expérience de l'observateur.

Tableau 30 : Espèces de chauves-souris contactées sur les suivis au sol, sensibilité et statuts

Nom vernaculaire	Nom latin	DHFF	LRF	LRB	RBR	ZNIEFF	PN	Enjeu	Sensibilité à l'éolien <sup>8</sup>
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	x	-	NT	Modérée	x	x	Fort	Moyenne
Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	x	-	EN	Très élevée	x	x	Très fort	Faible
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	-	-	-	Mineure	x	x	Faible	Faible
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	-	-	-	Mineure	x	x	Faible	Faible
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	-	-	-	Mineure	-	x	Faible	Faible
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	-	-	NT	Mineure	x	x	Moyen	Faible
Murins indéterminés	<i>Myotis sp.</i>	-	-	-	-	-	x		Faible
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	-	-	-	Mineure	-	x	Faible	Faible
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	-	-	-	Mineure	x	x	Faible	Faible
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	x	-	-	Mineure	x	x	Moyen	Faible
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-	NT	-	Mineure	-	x	Faible	Forte
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	-	-	-	Mineure	-	x	Faible	Forte
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	-	NT	NT	Modérée	-	x	Moyen	Forte
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	-	NT	-	Mineure	-	x	Faible	Moyenne

LEGENDE : DH : Directive Habitat Faune Flore ; PN : Protection nationale ; LRF : Liste Rouge France (2017) ; LRB : Liste Rouge Bretagne ; RBR : Responsabilité Biologique Régionale ; ZNIEFF : Espèces déterminantes ZNIEFF ; En vert : Espèces à enjeux

### 3.6.2 Suivi en altitude

#### a. Description de l'activité chiroptérologique

Le suivi en nacelle sur le parc éolien de Gurunhuel a été réalisé entre le 15 mars et le 19 novembre 2021. Ces dates permettent de suivre l'ensemble de la période théorique d'activité des chiroptères, de la sortie d'hibernation à la rentrée en hibernation suivante. En ce sens, cette période est conforme aux recommandations de la SFEPM et d'EUROBATS en la matière.

Un enregistreur BATmode 2S développé par Bio Acoustic Technology, équipé d'un microphone disque GM90, a été utilisé pour réaliser ce suivi de l'activité chiroptérologique en altitude. Il a été installé dans la nacelle de l'éolienne E2 à 106m de hauteur (Cf. Photo 27). Le micro a été installé à travers une trappe à l'arrière de la nacelle, orienté vers le sol (Cf. Photo 28).

<sup>8</sup> Sensibilité selon les recommandations de la SFEPM (Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016)



*Photo 27 : Installation de l'enregistreur BATmode 2S en nacelle*



*Photo 28 : Installation du micro de l'enregistreur BATmode 2S en nacelle*

Les paramètres d'enregistrements ont été adaptés afin de pouvoir enregistrer l'ensemble des espèces potentiellement présentes. Les enregistrements ont commencé 30 min avant le coucher du soleil et se sont terminés 30 min après le lever du soleil. Le détail des réglages de l'appareil est précisé dans le Tableau 31.

*Tableau 31 : Paramètres d'enregistrements pratiqués sur la BATmode 2S*

Paramètre	Réglage
Recording period	Sunset -30min / Sunrise +30min
Format	.WAV
Trigger event level	0,327 %
Trigger event range	12 – 120 kHz
Hold time	1,0 s
Syllabe	>0
Sampling rate	30 000 Hz
Format	16 bit

L'enregistreur a fonctionné sans problème majeur sur les 249 nuits de la période de suivi assurant un suivi en continu. Les écoutes en nacelle ont permis d'identifier 5 espèces de chiroptères pour un nombre total de 3 705 contacts. Les coefficients de détectabilité n'ayant pas été adaptés aux conditions de vol en altitude, les données seront exprimées en nombre de contacts bruts.

Parmi les espèces contactées, la Noctule de Leisler (Photo 29) a un enjeu considéré comme fort (Cf. Tableau 32). Elle a une sensibilité forte à l'éolien, liée à son écologie d'espèce de « haut vol ». Elle est considérée comme étant « Quasi-Menacée » sur les listes rouges nationale et régionale. La tendance de population nationale pour cette espèce est considérée comme stable (déclin de 4% entre 2006 et 2019) (BAS *et al.*, 2000). Cependant, ces tendances ne font pas la distinction entre les populations locales et les individus migrants se reproduisant au nord-est de l'Europe.

La Pipistrelle de Nathusius (Photo 30) est considérée comme ayant un enjeu moyen (Cf. Tableau 32). Elle est considérée comme étant « Quasi-Menacée » sur les listes rouges nationale et régionale. Elle a cependant une sensibilité forte à l'éolien du fait de son caractère migrant. Les tendances pour cette espèce montrent un déclin préoccupant de 46% des populations entre 2006 et 2019 (BAS *et al.*, 2000).

La Pipistrelle commune (Photo 31) et la Pipistrelle de Kuhl (Photo 32) sont considérées comme ayant des enjeux faibles (Cf. Tableau 32). Elles sont cependant considérées comme ayant une sensibilité forte aux risques de collision avec les éoliennes. Si la Pipistrelle de Kuhl a une tendance de population stable, la Pipistrelle commune subit un déclin de l'ordre de 9% en 15 ans (BAS *et al.*, 2000) lui conférant son statut de « Quasi-menacée » sur la liste rouge nationale.

La Sérotine commune (Photo 33) est quant à elle considérée comme ayant un enjeu faible et une sensibilité moyenne aux risques de collision éoliens (Cf. Tableau 32). Elle subit cependant un déclin préoccupant de 30% de sa population entre 2006 et 2019 (BAS *et al.*, 2000) lui conférant son statut de « Quasi-menacée » sur la liste rouge nationale.

Tableau 32 : Espèces de chauves-souris contactées sur les suivis en altitude, sensibilité et statuts

Nom vernaculaire	Nom latin	DHFF	LRF	LRB	RBR	ZNIEFF	PN	Enjeu	Sensibilité à l'éolien <sup>9</sup>
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	-	NT	NT	Modérée	x	x	Fort	Forte
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-	NT	-	Mineure	-	x	Faible	Forte
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	-	-	-	Mineure	-	x	Faible	Forte
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	-	NT	NT	Modérée	-	x	Moyen	Forte
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	-	NT	-	Mineure	-	x	Faible	Moyenne

LEGENDE : DH : Directive Habitat Faune Flore ; PN : Protection nationale ; LRF : Liste Rouge France ; LRB : Liste Rouge Bretagne ; RBR : Responsabilité Biologique Régionale ; ZNIEFF : Espèces déterminantes ZNIEFF ; En vert : Espèces à enjeux

<sup>9</sup> Sensibilité selon les recommandations de la SFPEM (Groupe Chiroptères de la SFPEM, 2016)



*Photo 29 : Noctule de Leisler (Nyctalus leisleri) © Rohit Chakravarty (CC-BY-NC)*



*Photo 30 : Pipistrelle de Nathuius (Pipistrellus nathusii) © Ivan Pancic (CC-BY-NC)*



*Photo 31 : Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus) © Ludovic Jouve*



*Photo 32 : Pipistrelle de Kuhl (Pipistrellus kuhlii) © jimbo (CC-BY-NC)*



*Photo 33 : Sérotine commune (Eptesicus serotinus) © Ludovic Jouve*

De la même façon que pour les inventaires menés au sol, la Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* est l'espèce la plus représentée (Cf. Tableau 33). Elle comptabilise 2 976 contacts ce qui représente plus de 80% de l'activité enregistrée en nacelle. La Sérotine commune *Eptesicus serotinus* est la deuxième espèce la plus représentée avec 380 contacts (10% de l'activité), suivi de la Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* avec 205 contacts (5,5% de l'activité), de la Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii* avec 140 contacts (3,78% de l'activité) puis de la Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri* avec 4 contacts (0,11% de l'activité).

Tableau 33 : Répartition des contacts de chiroptères en nacelle par espèce

Nom vernaculaire	Nom latin	Nombre de contacts	Occurrence
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2 976	80,32%
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	380	10,26%
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	205	5,53%
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	140	3,78%
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	4	0,11%
<b>TOTAL</b>		<b>3 705</b>	

Les individus identifiés étaient en vol dit « de transit » à proximité de l'éolienne dans 87,5% des cas (Cf. Tableau 34). Cette valeur moyenne est très proche pour les 3 espèces de Pipistrelles ainsi que pour la Sérotine commune qui ont des pourcentages de contacts durant les phases de transits compris entre 86,3 et 88,7 %. Il faut toutefois noter que 12,5% des contacts ont été enregistrés durant une phase de chasse ou à proximité immédiate (moins de 1m) d'un obstacle. Ce comportement est particulièrement à risque puisqu'il suppose des temps de vol à hauteur de pales longs et renouvelés pour capturer des proies multipliant le risque de collision. Une part de moins de 1% de contacts comporte des interactions à caractères sociaux. Il y a un échange d'informations, non interprétables, entre les individus à proximité des pales de l'éolienne.

Tableau 34 : Répartition des contacts de chiroptères en nacelle par comportement de vol

Activité		Chasse		Cris sociaux		Transit		Total
Nom vernaculaire	Nom latin	Nb de contacts	%	Nb de contacts	%	Nb de contacts	%	Nb de contacts
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	370	12,4%	1	0,0%	2605	87,5%	2976
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	41	10,8%	2	0,5%	337	88,7%	380
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	14	6,8%	14	6,8%	177	86,3%	205
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	17	12,1%	2	1,4%	121	86,4%	140
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	2	50,0%		0,0%	2	50,0%	4
<b>Total</b>		<b>444</b>	<b>12,0%</b>	<b>19</b>	<b>0,5%</b>	<b>3242</b>	<b>87,5%</b>	<b>3705</b>

Aucun contact n'a été enregistré durant la période du transit printanier (Cf. Tableau 36). Les premiers contacts ont été enregistrés la nuit du 1<sup>er</sup> juin. L'activité durant la période de mise-bas et d'élevage des jeunes est composée de 1236 contacts de 4 espèces différentes (pas de Noctule de Leisler) soit une activité moyenne de 13,43 contacts par nuit. L'activité durant la période de

transit automnal est de 2469 contacts des 5 espèces recensées pour une activité moyenne par nuit de 25,99 contacts. Les derniers contacts ont été enregistrés la nuit du 11 novembre 2021.

*Tableau 35 : Répartition du nombre de nuits avec et sans contacts selon la période*

	Transits printaniers	Mise-bas et élevage des jeunes	Transits automnaux et swarming	Saison complète
Date	15/03 au 15/05/2021	16/05 au 15/08/2021	16/08 au 18/11/2021	15/03 au 18/11/2021
<b>Nombre de nuits</b>	<b>62</b>	<b>92</b>	<b>95</b>	<b>249</b>
Nombre de nuits sans contacts	62	74	70	206
Nombre de nuits avec au moins un évènement de conditions favorables Vent < 5,38 m/s et T > 12,56 °C	0	49	41	90
Nombre de nuits avec des contacts	0	18	25	43
Nombre de nuits avec plus de 10 contacts	0	11	13	24

Le nombre de nuits sans contact de chauves-souris (206) est bien plus important que celui où il a été enregistré des chauves-souris au cours de toute la période d'étude (43). Cependant, cette répartition est variable selon les saisons et principalement selon les créneaux de météo favorables. Ces conditions favorables ont été identifiées au paragraphe 3.6.2b. Ainsi, l'absence de contacts durant la période printanière s'explique par l'absence de conditions favorables au vol des chiroptères. Durant la période de mise-bas et d'élevage des jeunes, des contacts de chauves-souris ont été détectés en altitude lors de 18 nuits sur les 49 nuits qui ont présenté au moins un évènement de conditions météorologiques identifiées comme étant favorables aux chiroptères dont 11 avec plus de 10 contacts par nuit. Durant la période des transits automnaux et swarming, des contacts ont été détectés lors de 25 nuits dont 13 avec plus de 10 contacts par nuit.

Sur l'ensemble de la période échantillonnée, seul 36% des nuits présentent au moins un évènement favorable aux conditions de vol des chiroptères. Une activité chiroptérologique est détectée sur un peu moins de la moitié des nuits avec des évènements météorologiques favorables et un peu plus d'un quart de ces nuits présentent des activités supérieures à 10 contacts par nuit soit plus de 10 trajectoires de vols dans la zone à risque de collision/barotraumatisme avec les pales de l'éolienne.

Tableau 36 : Activité chiroptérologique moyenne par nuit en fonction de la saison

	Transits printaniers	Mise-bas et élevage des jeunes	Transits automnaux et swarming	Saison complète
Date	15/03 au 15/05/2021	16/05 au 15/08/2021	16/08 au 18/11/2021	15/03 au 18/11/2021
<b>Nombre de nuits</b>	<b>62</b>	<b>92</b>	<b>95</b>	<b>249</b>
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		985	1991	2976
<i>Eptesicus serotinus</i>		56	324	380
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		96	109	205
<i>Pipistrellus nathusii</i>		99	41	140
<i>Nyctalus leisleri</i>			4	4
<b>Activité totale</b>	<b>0</b>	<b>1236</b>	<b>2469</b>	<b>3705</b>
<b>Activité moyenne par nuit</b>	<b>0</b>	<b>13,43</b>	<b>25,99</b>	<b>14,88</b>

La répartition de l'activité des chiroptères est particulièrement liée aux conditions météorologiques. Les conditions difficiles rencontrées durant l'année 2021 ont été peu favorables aux chauves-souris. Les niveaux d'activités et leur répartition saisonnière seront à confronter aux résultats des prochaines années de suivis afin de confirmer les tendances observées en 2021.

Contrairement aux données enregistrées au sol, la phénologie horaire n'est pas répartie de façon homogène tout au long de la nuit. La première partie de la nuit concentre une part importante de l'activité chiroptérologique. 80% de l'activité mesurée est répartie dans les 3 heures après le coucher du soleil. Cependant, l'activité se poursuit toute la nuit et elle ne franchit le seuil de 95% de l'activité totale que 6 heures après le coucher du soleil (Cf. Figure 11).

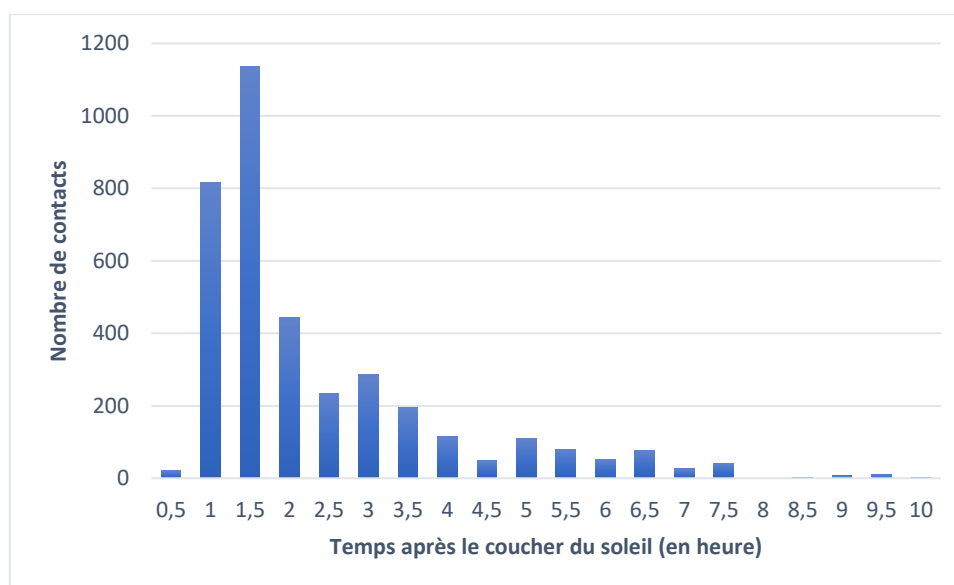


Figure 11 : Répartition de l'activité nocturne en nacelle après le coucher du soleil

La Figure 12 représente l'ensemble des contacts de chauves-souris détectées en nacelle sur le site de Gurunhuel.

La Noctule de Leisler n'a pas été contactée depuis le sol (ce qui porte à 14 la liste des espèces fréquentant le site). Contactée la nuit du 5 septembre 2021 à 3:00 du matin, cette espèce a probablement été détectée durant un vol migratoire. La période ainsi que l'heure de vol en pleine nuit correspondent aux paramètres d'un passage migratoire.

Les 3 espèces de Pipistrelles enregistrées en altitude ont des comportements relativement proches. Elles sont présentes majoritairement en altitude autour de l'éolienne durant les premières heures de la nuit, mais fréquentent occasionnellement ce site plus tard dans la nuit.

La Sérotine commune n'a été détectée en altitude qu'entre le 5 juin et le 16 septembre 2021. Les contacts ne se situent que pendant les 2 premières heures après le coucher du soleil. Ces résultats confirment les observations, depuis le sol, de vols de transits en altitude au crépuscule pour cette espèce.

Le cadavre de Pipistrelle commune découvert le 3 juin 2021 fait suite aux tout premiers contacts enregistrés en altitude. Il se situe durant une période d'augmentation de l'activité des chiroptères suite à un radoucissement de la météo.

Le deuxième cadavre de Pipistrelle commune a été découvert le 8 septembre 2021, après le pic d'activité mesuré les 4 et 5 septembre (respectivement 198 et 371 contacts par nuit).

# Activité chiroptérologique en nacelle sur le site de Gurunhuel (22)

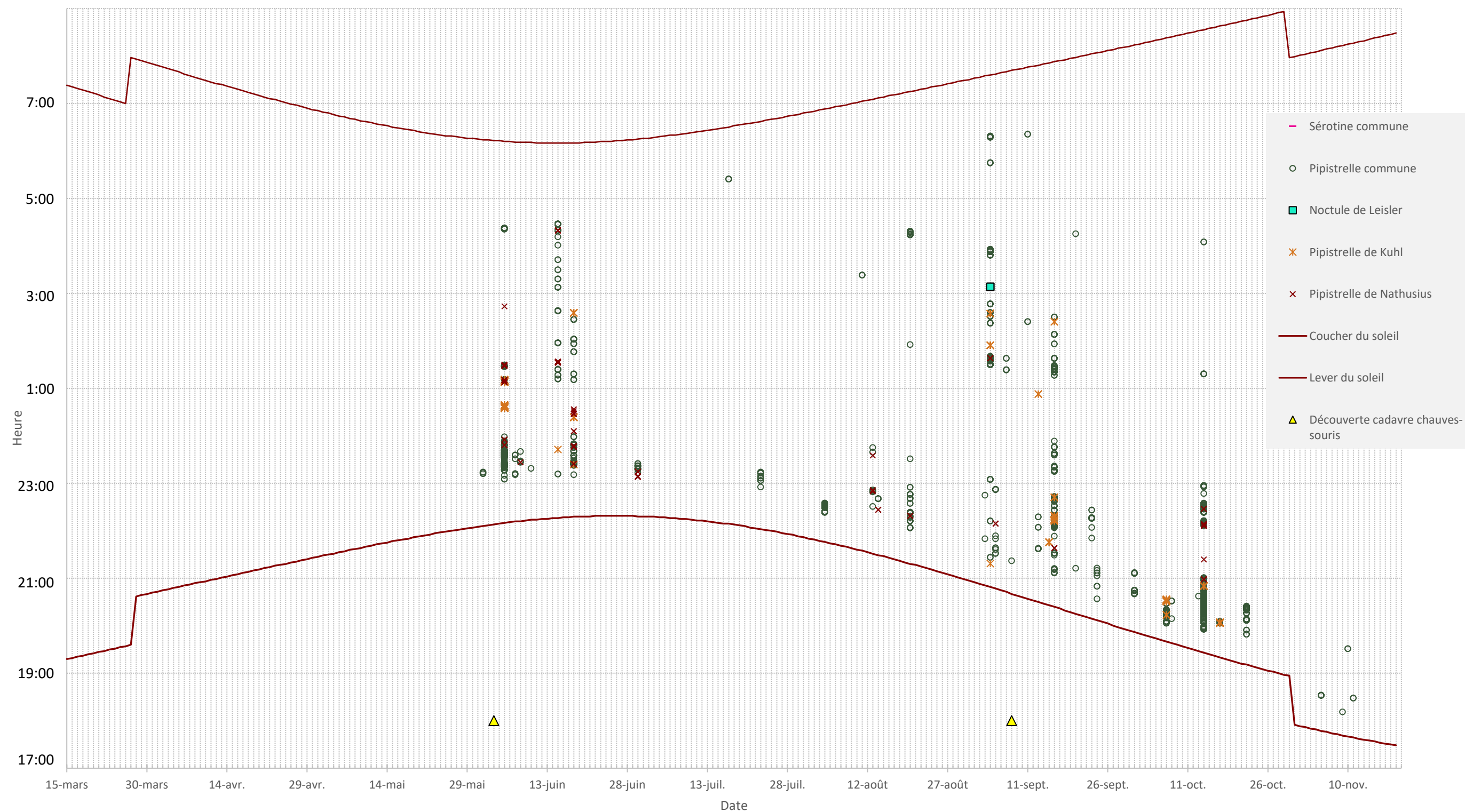


Figure 12 : Répartition temporelle de l'activité chiroptérologique en nacelle sur le site de Gurunhuel

### *b. Analyse des variables environnementales sur l'activité des chiroptères*

Afin de connaître les variables environnementales qui influencent l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle, 9 variables ont été testées (Cf. Tableau 37).

*Tableau 37 : Paramètres des variables explicatives de l'activité chiroptérologique en nacelle*

Paramètre	Format	Précision
Date	jj/mm/aaaa	
Heure	HH:MM:SS	
Vitesse du vent	m/s	2 décimales
Direction du vent	°	0 décimale
Température	°C	1 décimale
Pluviométrie	mm/h	0 décimale
Bridage	Oui/Non	
Arrêt machine	Oui/Non	
Activité	Numérique	0 décimale

Ces variables sont, pour certaines, issues du matériel de relevé installé sur l'éolienne et fournies par l'exploitant du parc comme la vitesse du vent, la direction du vent, la température ou encore les arrêts machines. Les paramètres de bridages acoustiques fournis par l'exploitant du parc ont été projetés sur le jeu de données. Les données de pluviométrie sont issues du site Info Climat (<https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/archives/19/novembre/2021/louargat/000NU.html>) pour le site de Louargat situé à 3,8km du parc éolien de Gurunhuel. Elles sont analysées tout en gardant à l'esprit qu'elles ne sont pas issues du site même et qu'elles n'ont pas pu être validées.

Afin d'avoir de la cohérence entre les différentes variables et d'éviter un trop grand nombre d'occurrences avec des activités nulles, les données ont été mises en forme sur des pas de temps de 30min.

L'influence des différentes variables a été testée par régression linéaire selon un modèle linéaire généralisé. La variable pluviométrie n'a pas pu être intégrée au modèle. Toutes les variables prises individuellement influencent l'activité des chiroptères. Afin de tester l'effet cumulé de toutes ces variables, nous avons réalisé un modèle complet comprenant l'ensemble des variables. Une sélection par le critère de l'AIC a permis d'obtenir le modèle le plus efficient (qui explique le plus la variabilité de l'activité avec le moins de variables environnementales). Les variables « date », « force du vent », « direction du vent » et « arrêt de l'éolienne » sont celles qui permettent d'expliquer le mieux les variations d'activités chiroptérologiques en altitude d'après le jeu de données de 2021.

```

> modele_selectionne

Call: glm.nb(formula = Activite ~ Date + Vent + Direction + Stop, init.theta = 0.7478080539,
             link = log)

Coefficients:
(Intercept)      Date      Vent  Direction  StopMARCHE
-8.950e+01  5.781e-08 -3.939e-01 -2.976e-03 -6.382e-01

Degrees of Freedom: 136 Total (i.e. Null); 132 Residual
(5284 observations deleted due to missingness)
Null Deviance:      214.4
Residual Deviance: 153.6      AIC: 1076
> summary(modele_selectionne)

Call:
glm.nb(formula = Activite ~ Date + Vent + Direction + Stop, init.theta = 0.7478080539,
       link = log)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.0833  -1.1951  -0.6073   0.1899   2.4699

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -8.950e+01  4.402e+01  -2.033  0.0420 *
Date         5.781e-08  2.702e-08   2.140  0.0324 *
Vent        -3.939e-01  7.329e-02  -5.375  7.66e-08 ***
Direction   -2.976e-03  1.179e-03  -2.524  0.0116 *
StopMARCHE   -6.382e-01  2.635e-01  -2.422  0.0154 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.7478) family taken to be 1)

Null deviance: 214.36 on 136 degrees of freedom
Residual deviance: 153.55 on 132 degrees of freedom
(5284 observations deleted due to missingness)
AIC: 1076.2

Number of Fisher Scoring iterations: 1

              Theta: 0.7478
            Std. Err.: 0.0836

2 x log-likelihood: -1064.1780

```

*Figure 13 : Résultat du modèle linéaire généralisé*

La production d'énergie par les modèles d'éoliennes installées sur le parc de Gurunhuel commence à partir de 3m/s. En dessous de cette valeur, les pales ont des vitesses de rotation très faibles et sont considérées à l'arrêt (avec les imprécisions liées aux moyennes sur des tranches horaires et à l'inertie des pales). Sous cette valeur, la variable « arrêt machine » est corrélée à la vitesse du vent. Seules les données pour des vitesses de vents supérieurs à 3 m/s ont été conservées car au-dessus de cette valeur les arrêts machines ne sont pas dus à une trop faible vitesse de vent et sont indépendants de cette variable.

Avec ces caractéristiques et dans les mêmes conditions météorologiques, 88,7% des plages horaires se déroulent pendant des phases de rotation des pales contre 11,3% durant des phases d'arrêt (Cf. Tableau 38). Un nombre assez proche de plages horaires avec des contacts de chauves-souris a été relevé lors d'arrêt des machines (35) et en fonctionnement (29). Cette valeur rapportée au nombre d'occurrences d'arrêt machine représente 6,5% des plages d'arrêt machine contre 0,7% des plages de rotation des pales. De plus, le nombre de contacts recensés est nettement supérieur lors des arrêts machines avec 86,5% des contacts contre seulement 11,3% des contacts lors des phases de productions. Ces données indiquent que les chauves-souris vont voler plus fréquemment autour des éoliennes lorsqu'elles sont à l'arrêt et vont rester plus longtemps à hauteur de pales. Cela suggère un phénomène d'évitement des pales en mouvement par les espèces de chiroptères détectées lors du suivi.

Tableau 38: Répartition de l'activité en nacelle en fonction de l'arrêt de l'éolienne pour des vents supérieurs à 3 m/s

	Arrêt	Marche
Occurrence	539 (11,3%)	4249 (88,7%)
Occurrence de contacts	35 (54,7%)	29 (45,3%)
Nb de contacts	656 (86,5%)	102 (13,5%)

Il est également possible de noter qu'aucun contact n'a été enregistré durant les plages comprenant un cumul de précipitation.

La Figure 14 présente l'évolution de l'activité chiroptérologique en fonction de la température relevée sur l'éolienne. Aucun contact n'a été enregistré en dessous de 10,8°C. Afin d'avoir une représentation plus fidèle des préférences de température par les chauves-souris pour les vols en altitude, l'activité mesurée a été pondérée par le nombre d'occurrence de cette température. Ainsi il est possible d'observer que le maximum d'activité a été relevé lorsque la température se situe entre 15 et 18°C alors que l'activité pondérée se situe entre 20 et 22°C. Une température supérieure à 12,56°C permet de comptabiliser 98% des données de chiroptères en altitude sur le parc éolien de Gurunhuel en 2021.

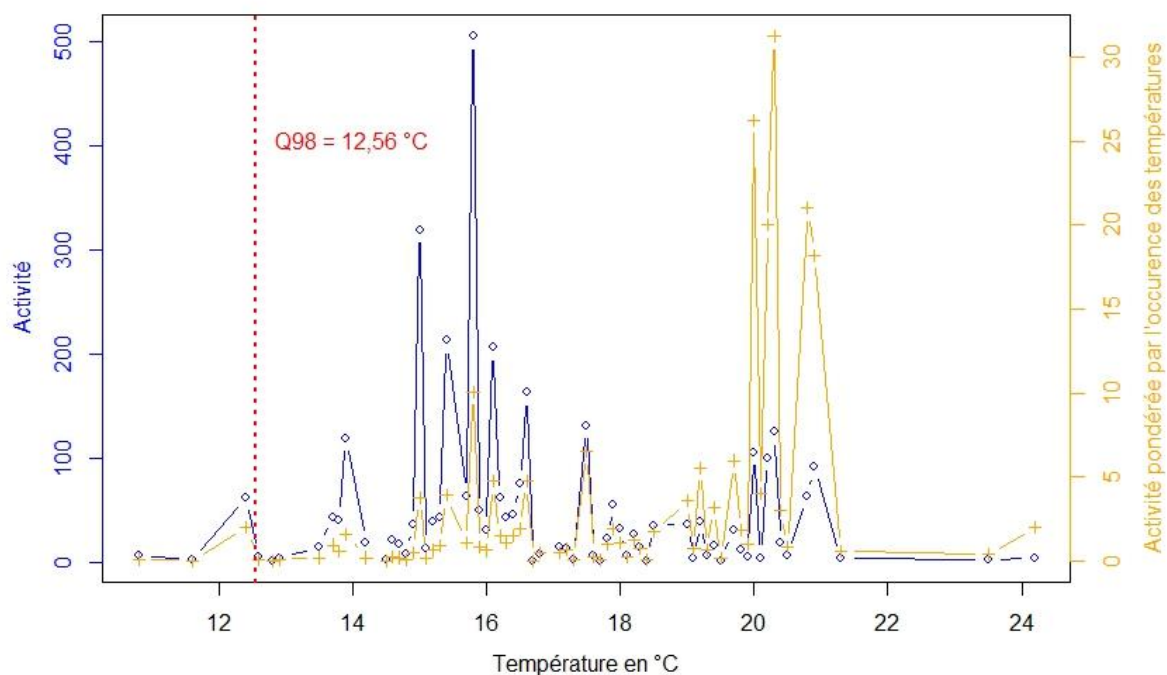


Figure 14 : Répartition de l'activité chiroptérologique en nacelle selon la température

La répartition mensuelle des données de températures a également été étudiée selon trois critères :

- La température minimale d'activité chiroptérologique
- La température minimale pour 98% de l'activité chiroptérologique
- La température minimale pour 95% de l'activité chiroptérologique

*Tableau 39 : Répartition par mois des seuils de températures (en °C) pour l'activité des chiroptères*

	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Activité	652	26	252	1163	1196	11
T° min	13,8	17,2	15,3	14,5	12,4	10,8
T° Q98	13,8	17,2	15,3	15,2	12,4	10,8
T° Q95	14,6	17,2	15,4	15,2	12,4	10,8

Les températures minimales d'activités semblent varier selon les périodes. Les températures minimales de vol des chauves-souris sont plus élevées pour les mois de juillet (17,2°C), d'août (15,3°C) et de septembre (14,5°C). La température minimale de vol des chauves-souris au mois de juin est de 13,8°C, de 12,4°C en octobre et de 10,8°C en novembre. Les activités plus faibles sur certains mois entraînent des imprécisions sur les températures à ces périodes. Ces valeurs sont données à titre indicatif et devront être ajustées au terme des 3 années de suivi.

La Figure 15 représente la répartition de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (en m/s). Notons que tous les contacts sont identifiés par des valeurs de vitesse de vent inférieure à 8,61 m/s. De la même façon que pour la température, l'activité a été pondérée par l'occurrence de chaque vitesse de vent. Ainsi l'activité pondérée maximale qui représente l'optimal pour les chiroptères se situe entre 0 et 1m/s alors que le maximal d'activité a été mesurée pour des valeurs de vents compris entre 2 et 3 m/s. Notons que 95% des contacts ont été enregistrés sous des valeurs de vent inférieures à 4,70m/s et que 98% des données ont été enregistrées sous la valeur de 5,38m/s.

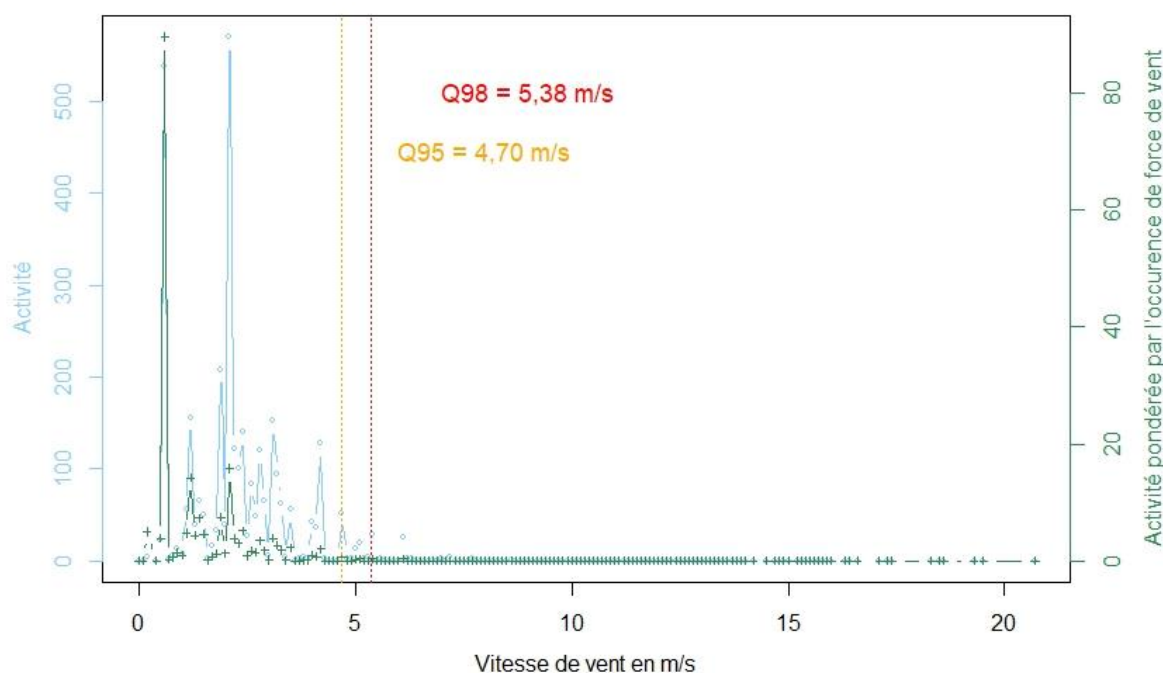


Figure 15 : Répartition de l'activité chiroptérologique en nacelle selon la vitesse du vent

La répartition mensuelle des données de vitesse de vent a également été étudiée selon trois critères (Cf. Tableau 40):

- La vitesse de vent maximale d'activité chiroptérologique
- La vitesse de vent maximale pour 98% de l'activité chiroptérologique
- La vitesse de vent maximale pour 95% de l'activité chiroptérologique

Tableau 40 : Répartition par mois des seuils de vitesse de vent (en m/s) pour l'activité des chiroptères

	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Activité	652	26	252	1163	1196	11
Vent max	7,2	6,34	6,1	8,61	6,06	3,44
Vent Q98	5,38	6,34	6,1	6,05	4,13	3,44
Vent Q95	5,38	6,34	3,99	4,19	3,45	3,44

La répartition des seuils de vitesses de vent pour l'activité des chiroptères varie en fonction des mois. Cette variation n'est pas saisonnière et semble principalement liée à l'activité chiroptérologique qui a été enregistrée durant chacun des mois.

La représentation de la direction du vent permet de mettre en évidence que l'activité est principalement concentrée lorsque les vents sont de secteur Nord-Est Sud-Sud-Est [30° - 160°] (Figure 16).

Une des explications possibles vient du fait que le micro est fixé sur l'arrière de la nacelle. Celle-ci est dirigée par ces vents vers la lisière et le boisement situé au Nord-Ouest qui sont les milieux les plus attractifs pour les chiroptères en chasse au-dessus de la canopée.



*Figure 16 : Répartition de l'activité chiroptérologique en nacelle selon la direction du vent*

### 3.7 Impacts et propositions de mesures complémentaires de réduction des impacts

#### 3.7.1 Rappel des espèces retrouvées mortes au pied des éoliennes

Parmi les cadavres retrouvés au pied des éoliennes, la Pipistrelle commune, le Pinson du nord et le Pipit farlouse concentrent des enjeux de conservation particuliers au regard de leurs différents statuts.

Les espèces les plus sensibles aux éoliennes d'après la bibliographie correspondent à l'Alouette des champs, au Roitelet à triple bandeau et à la Pipistrelle commune.

Tableau 41 : Statuts et risques éoliens des espèces retrouvées

Nom vernaculaire	Nom latin	Statut(s)	Enjeu	Note des risques éoliens <sup>10</sup>
<b>Avifaune</b>				
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Nidification - LRF : NT	Nul	Fort
Pinson du nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	Migration – PN ; RBR : Modérée Hivernage – PN	Faible (mig)/Nul (hiv)	Faible
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	Hivernage - PN Migration - PN ; RBR : Modérée	Nul (hiv)/Faible (mig)	Faible
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	Migration – PN	Nul	Fort
<b>Chiroptère</b>				
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	DH : Ann. 4 ; PN ; LRF : NT	Faible	Fort

LÉGENDE : PN : Protection nationale ; LRF : Liste Rouge France ; RBR : Responsabilité Biologique Régionale ; NT : Quasi menacée.

<sup>10</sup> **Chiroptère** : Risques évalués sur la base de la publication RODRIGUES *et al.* (2015) ; **Avifaune** : Risques évalués sur la base des publications de MARX (2017) et de DÜRR (2020).

### 3.7.2 Rappels des impacts identifiés dans l'étude d'impacts

Les impacts résiduels potentiels retenus dans l'étude d'impacts sont détaillés dans le Tableau 42.

Le type d'impact potentiel le plus important correspond au risque de collision/barotraumatisme sur les oiseaux et les chiroptères.

Concernant l'avifaune, certaines espèces à enjeux sensibles aux éoliennes comme le Goéland argenté, le Goéland brun ou la Buse variable ont montré des effectifs conséquents au cours de l'étude des déplacements aériens. Les impacts résiduels sur ces espèces ont donc été identifiés comme moyens. Les impacts résiduels sur les oiseaux relatifs à l'effarouchement en phase exploitation sont considérés comme faibles. Les autres impacts résiduels ont été évalués comme allant de très faibles à nuls.

Concernant les chiroptères, les impacts relevés lors de l'étude initiale concernent seulement le risque de mortalité par collision / barotraumatisme. La localisation des éoliennes en milieux ouverts, la non-détection de phénomène migratoire et les hauteurs de vol théoriques des espèces détectées ont défini des impacts résiduels faibles. L'étude précise que l'installation des éoliennes n'induit pas de perte d'habitat et que l'effarouchement est quasi-inexistant. Précisons toutefois que, le protocole mis en place lors de cette étude ne permet que partiellement de conclure sur de tels impacts. La baisse d'attractivité avec l'éloignement des lisières est justifiée par la seule analyse du point d'écoute n°9 (soit 1h20 d'inventaire sur la saison complète), ce qui est insuffisant pour affirmer de telles conclusions. Le constat est similaire pour l'absence de couloir de migration. Les points d'écoute au sol, sur un petit échantillon, et seulement en début de nuit, ne permettent pas de détecter la présence d'un phénomène migratoire. De la même façon, le risque de collision faible a été justifié par la hauteur de vol des espèces détectées lors d'un comportement de chasse. Or, la mesure de l'activité au sol ne permet pas de prédire la distribution verticale des chauves-souris (ROEMER *et al.*, 2019). Seule une écoute en altitude (mât de mesures par exemple) et en continu sur toute la période de vol des chiroptères permet de détecter les phénomènes ponctuels d'activités en altitude (migration/émergence d'insectes/etc.) et d'évaluer les situations à risque de mortalité par collision/barotraumatisme.

L'expertise chiroptérologique de l'étude d'impact a été réalisée en 2015, dans un contexte où le protocole national de l'étude d'impact éolien n'avait pas été validé. L'évolution des exigences attendues dans ces rapports permet d'expliquer une partie des résultats basés sur des extrapolations de protocoles.

*Tableau 42 : Nature des impacts potentiels identifiés dans l'étude d'impact et groupes d'espèces concernés*  
*\*Seuls groupes d'espèces subissant des effets<sup>11</sup> potentiels allant de faibles à très forts sont présentés ici*

Types	Principaux groupes concernés*	Principales espèces concernées	Impacts résiduels évalués en 2015
<b>Collision</b>	Avifaune	Goéland argenté, Goéland brun, Buse variable	Moyens
	Chiroptères		Faibles
<b>Destruction d'individus en phase travaux</b>	Avifaune	Alouette des champs, Tarier pâtre	Nuls
	Mammifères		Très faibles
	Flore		Faibles
<b>Effarouchement en phase travaux</b>	Oiseaux		Très faibles
	Mammifères		Très faibles
<b>Effarouchement en phase exploitation</b>	Oiseaux		Faibles

### 3.7.3 Bilan des impacts du parc éolien

#### a. Bilan des impacts sur les chiroptères

Les différences de résultats observés lors des inventaires au sol, entre l'étude d'impact et cette première année de suivi post-implantation, ne permettent pas de caractériser un impact potentiel sur les populations de chauves-souris du parc éolien de Gurunhuel. L'augmentation significative de l'activité et de la richesse spécifique au sol entre ces deux périodes n'a pas d'explication biologique cohérente. L'explication apportée est liée à l'expérience de l'observateur et à la différence de matériel utilisé entre ces deux expertises. Une partie des enjeux présents lors de l'étude de 2015 n'ont surement pas été détectés. Les résultats de cette étude montrent que ce parc éolien interagit de façon non quantifiée avec un cortège chiroptérologique de 14 espèces et non 7 comme décrit initialement.

Le suivi de l'activité en nacelle a permis de mettre en évidence un évitement de l'éolienne lors des phases de fonctionnement. Il y a 50 fois plus de chance de contacter une chauve-souris à hauteur de nacelle lorsque les pales de l'éolienne sont à l'arrêt. Cet évitement permet de limiter le risque de mortalité mais suggère également un effarouchement créé par la rotation des pales.

Les suivis de mortalités menés sur toute la saison ont permis de détecter 2 cadavres de Pipistrelle commune sur l'éolienne 2. Les estimateurs de mortalité utilisés calculent un nombre de cadavres compris entre 1.7 et 2.6 chiroptères par an et par éolienne. RYDELL ET AL. (2010) mentionnent une mortalité moyenne comprise en 2 et 5 cas par turbine et par an (effectifs rectifiés en fonction des estimateurs) pour des paysages agricoles complexes, à l'image de ceux

<sup>11</sup> Effets : Conséquences objectifs du projet sur une espèce ou un groupe d'espèces. L'évaluation des effets est indépendante de l'évaluation des enjeux.

présents sur notre site d'étude (synthèse de 40 parcs au nord-ouest de l'Europe). La mortalité estimée en 2021 sur le parc éolien de Gurunhuel semble donc faible à modérée.

L'activité mesurée en altitude définit des pics de présences qui constituent des risques de collisions et/ou barotraumatismes pour 5 espèces de chiroptères. Parmi ces espèces, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius sont considérées comme ayant une sensibilité forte aux risques de collisions avec les éoliennes. La Sérotine commune est quant à elle considérée comme ayant un risque moyen de collision avec les éoliennes.

Les pics d'activités ont été mesurés entre début juin et mi-novembre. Des valeurs seuils permettant de s'affranchir de 98% de l'activité en altitude, à risque de mortalité, ont été établies pour une vitesse de vent supérieure à 5,38m/s et une température inférieure à 12,56°C. Des mesures de bridages allant dans ce sens seront proposées pour réduire l'impact résiduel du parc éolien sur la collision avec les chiroptères.

Ces valeurs, issues d'une seule saison de suivi, sont à analyser avec du recul. Les conditions météorologiques influencent très nettement l'activité des chiroptères. L'année 2021 a eu des conditions climatiques peu favorables aux chiroptères sur la période d'activité. Seule la prise en compte de plusieurs années de suivis permettra de définir précisément les paramètres permettant de limiter une partie du risque de collision/barotraumatisme.

**Au regard de ces éléments, nous pouvons considérer l'impact sur les chiroptères comme modéré.**

#### *b. Bilan des impacts sur l'avifaune*

MARX (2017) mentionne une mortalité moyenne de 2.15 oiseaux par éolienne et par année de suivi sur 31 parcs éoliens (résultats bruts sur 48 semaines). Tandis que RYDELL *ET AL.* (2012), indiquent une valeur médiane de mortalité de 6.5 oiseaux mort par éolienne et par an en Europe (résultats rectifiés en fonction des estimateurs sur 31 parcs). Dans notre cas, les résultats bruts montrent 2 oiseaux par éolienne et par an, et les résultats rectifiés, 3.6 à 5.6 oiseaux par éolienne et par an. Les résultats du suivi mené en 2021 montrent donc des valeurs légèrement inférieures aux moyennes mentionnées dans la littérature.

Parmi les espèces impactées en 2021, le Pipit farlouse et le Pinson du nord sont considérés comme à enjeux faibles au regard de leurs statuts sur les différentes listes de protection et de connaissance. Les autres espèces impactées (Alouette des champs, Pinson du nord) ne concentrent pas d'enjeux particuliers.

Les résultats des suivis de déplacements aériens montrent des hauteurs moyennes de vol sensiblement supérieures à celles mentionnées dans l'étude d'impact, avec une proportion importante de déplacement à hauteur de pale. Ces hauteurs de vol indiquent des risques de collision accrus par rapport à ceux évalués dans l'étude d'impact. Les facteurs potentiels à l'origine de ces résultats sont multiples et ils ne sont pas nécessairement attribuables aux

éoliennes (conditions nuageuses, biais d'observation...). Les suivis qui seront menés dans les années à venir permettront d'affiner cette analyse.

En parallèle, les résultats suggèrent un possible évitement et une anticipation des éoliennes par les oiseaux, et donc une probabilité de collision modérée.

Les résultats des suivis orientés sur l'avifaune hivernante, migratrice et nicheuse indiquent une tendance à la hausse des effectifs et du nombre d'espèces. Bien que ces résultats soient à relativiser en raison des biais d'observateurs et aux conditions météorologiques, aucune influence de l'implantation et de la mise en fonctionnement du parc éolien ne peut être identifiée sur les effectifs d'espèces et la richesse spécifique aux périodes concernées.

**Au vu de ces éléments, nous pouvons considérer l'impact sur l'avifaune comme faible à modéré.**

### 3.7.4 Proposition de mesures complémentaires pour limiter les impacts directs sur les chiroptères et l'avifaune

#### *a. Limiter la fréquentation des éoliennes par les chiroptères et l'avifaune*

Il s'agira d'éviter autant que possible de recréer des conditions favorables au développement de végétaux spontanés et d'insectes dans l'entourage des éoliennes. En effet, les surfaces enherbées (friches, prairies...) représentent des zones potentielles d'alimentation pour les oiseaux et de chasse pour les chauves-souris. Il s'agit donc de limiter la création de ces zones à proximité des éoliennes (dans un rayon de 60 m autour du mât de l'éolienne) et au niveau des chemins et plateformes. À l'inverse, il s'agit de favoriser des aménagements plus artificialisés sous les éoliennes, avec des revêtements inertes (gravillons) éventuellement sur géotextile limitant la repousse d'un couvert végétal, comme c'est le cas au niveau des plateformes. Si toutefois des zones végétalisées dont des friches sont maintenues, elles devront être entretenues mécaniquement (sans pesticide) le plus régulièrement possible et a minima 3 fois par an (un passage mi-mai, un passage fin juin-mi-juillet et un passage courant septembre – cette périodicité pourra être adaptée en fonction des conditions météorologiques annuelles et de la croissance de la végétation).

*b. Bridage des éoliennes du parc*

Au regard des résultats croisés entre l'activité des chauves-souris, l'activité des oiseaux et le suivi mortalité, des mesures de bridage pourront être mises en place afin de réduire les impacts résiduels, sur les populations de chauves-souris et d'avifaune migratrice nocturne, à un niveau faible à nul.

Nous soumettons un scénario de bridage à l'exploitant du parc éolien de Gurunhuel (Cf. Tableau 43) selon les conditions météorologiques. **Toutes les préconisations s'appliquent hors intempéries du coucher du soleil au lever du soleil.**

Le **scénario** proposé prend en compte de façon **différenciée les deux éoliennes du parc**. Les cadavres de chauves-souris ont été trouvés sous l'éolienne E2, qui est également l'éolienne la plus proche de la lisière. Ces éléments nous permettent de justifier d'appliquer un seuil de bridage correspondant aux conditions météorologiques durant lesquels 98% de l'activité des chiroptères a été enregistré. L'éolienne E1 sera également bridée mais selon un seuil de 95% de l'activité chiroptérologique sur la période de vol des chiroptères hors mois de novembre. Les seuils de températures sont adaptés pour chaque mois avec les pourcentages d'évitement respectifs sélectionnés pour chaque machine.

Les plages horaires se limitent aux 3 premières heures de la nuit entre le 1<sup>er</sup> juin et le 20 août et entre le 15 octobre et le 15 novembre. Ce paramètre horaire ne s'applique pas entre le 20 août et le 15 octobre, période de mortalité supposée la plus importante. Durant cette période, un bridage s'applique alors pour la nuit entière lorsque les conditions météorologiques décrites sont réunies.

**Les seuils d'évitement obtenus, avec le cumul de l'ensemble des paramètres mentionnés ci-dessus, est de 90% de l'activité chiroptérologique pour l'éolienne E1 et de 93% de l'activité pour l'éolienne E2.**

**Dans la mesure des possibilités techniques**, une reprise progressive de la rotation des pales, sur 10 à 15 min, est à privilégier lors d'une remise en production après les 3 premières heures de la nuit. En effet, les chauves-souris utilisent plus intensément l'espace proche du rotor de l'éolienne lorsque celle-ci est à l'arrêt. La phase de reprise de la production, dans des conditions météorologiques potentiellement favorables, peut présenter un risque de mortalité accru. Une mise en production progressive peut ainsi permettre de limiter ce risque.

L'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les enregistrements justifiant de l'arrêt de l'activité des éoliennes et les relevés des mesures de température et de vitesse de vent correspondantes.

Afin de mesurer l'efficacité de ces mesures de régulation, il semble nécessaire de poursuivre en parallèle le suivi de mortalité et le suivi acoustique en altitude de l'activité des chiroptères. Les mesures de bridages proposées pourront être réévaluées en fonction des résultats du suivi des autres années.

Notons que concernant les oiseaux, aucune mesure de bridage spécifique n'est proposée ici. En effet, le nombre de cadavres d'oiseaux retrouvé ou estimé est légèrement inférieur aux chiffres mentionnés dans la littérature et aucune tendance particulière ne se dégage quant au calendrier des découvertes de cadavres. De plus, malgré des passages d'oiseaux relativement importants en période de migration postnuptiale, ainsi que des déplacements aériens non négligeables pour les goélands et la Buse variable en mai et juin, l'influence des conditions météorologiques n'a pas pu être évaluée en 2021 (Cf. 2.5.5 : Biais et limites de l'étude) et ne peut donc pas être prise en compte dans des préconisations de bridage.

Les protocoles utilisés en 2021 pourront être réutilisés et adaptés de façon à obtenir des données comparables, mais aussi à intégrer de nouveaux éléments d'analyses (comme les conditions météorologiques pour l'avifaune). Le coût prévisionnel du suivi est estimé à 37 000 € HT par an.

Tableau 43 : Proposition de scénario de bridage

Scénario	Éoliennes	Périodes	Variables	1 <sup>er</sup> juin - 30 juin	1 <sup>er</sup> juillet - 31 juillet	1 <sup>er</sup> août - 20 août	20 août - 31 août	1 <sup>er</sup> septembre - 30 septembre	1 <sup>er</sup> octobre - 15 octobre	15 octobre - 31 octobre	1 <sup>er</sup> novembre - 15 novembre
Valeurs seuils différenciées avec variation de températures mensuelles E1 90% de l'activité des chiroptères E2 98% de l'activité des chiroptères Bridage uniquement les 3 premières heures après le coucher du soleil <b>sauf</b> du 20/08 au 15/10 <b>Activité "épargnée" : E1 90% &amp; E2 93%</b>	E1	1er juin au 31 octobre	Température sup. à (en °C)	14,6	15,4	15,4	15,4	15,2	12,4	12,4	
			Vent inf. à (en m/s)	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	
			Temps après le coucher du soleil	3 premières heures	3 premières heures	3 premières heures	nuit entière	nuit entière	nuit entière	3 premières heures	
	E2	1er juin au 15 novembre	Température sup. à (en °C)	13,8	15,3	15,3	15,3	15,2	12,4	12,4	10,8
			Vent inf. à (en m/s)	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
			Temps après le coucher du soleil	3 premières heures	3 premières heures	3 premières heures	nuit entière	nuit entière	nuit entière	3 premières heures	3 premières heures

## Bibliographie

---

### *\*Publications citées dans le texte*

ALBESPY, F & BEUCHER, Y. (2017) : Parc éolien d'Arfons (81). Suivi environnemental post-implantation 2016 ciblé sur les chauves-souris. Suivi de la mortalité des chauves-souris (et des oiseaux). Suivi de l'activité des chauves-souris. VALOREM, EXEN.

ARNETT, E.B., W.K. BROWN, W.P. ERICKSON, J.K. FIEDLER, B.L. HAMILTON, T.H. HENRY, A. JAIN, G.D. JOHNSON, J. KERNS, R.R. KOFORD, C.P. NICHOLSON, T.J. O'CONNEL, M.D. PIORKOWSKI & R.D. TANKERSLEY (2008) : Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *J. Wildl. Manag.* 72(1) : 61-78.

ARNETT, E.B., E.F. BAERWALD, F. MATHEWS, L. RODRIGUES, A. RODRIGUEZ-DURAN, J. RYDELL, R. VILLEGAS-PATRACA, C.C. VOIGT (2016). Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*: 295–323 [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9\\_11](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11).

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2009): *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope, Mèze (Collection Parthénopée); MNHN, Paris, 544p.

BAERWALD, E.F., G.H. D'AMOURS, B.J. KLUG & R.M.R. BARCLAY (2008) : Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18 (16) : pR 695-696.

\*BARATAUD M. (2015) : *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse*. Troisième édition. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et Biodiversité), 344 p.

BARRE, K. (2017) : *Mesurer et compenser l'impact de l'éolien sur la biodiversité en milieu agricole*. Thèse –Museum National d'Histoire Naturelle –CESCO. 363 p.

\*BARRE, K., LE VIOL, I., BAS, Y., JULLIARD, R., KERBIRIOU, C. (2018) : Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance. *Biological Conservation*, 226: 205-214.

\*BAS, Y., KERBIRIOU, C., ROEMER, C. & JULIEN, JF. (2020, June) Bat population trends. Muséum national d'Histoire naturelle. Retrieved from <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/population-trends>

BAS, Y., A. HAQUART, J. TRANCHARD & H. LAGRANGE (2014) : Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. *Symbioses, Actes des 14èmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM*, Bourges mars 2012, 32: 8387.

\*BRINKMANN, R., SCHAUER-WEISSHAHN, H. & BONTADINA, F. (2006) : Études sur les impacts potentiels liés au fonctionnement des éoliennes sur les chauves-souris du district de Fribourg. Traduction du Bureau de coordination énergie éolienne/ Koordinierungsstelle Windenergie e.V.. Regierungspräsidium Freiburg -Referat 56, Naturschutz und Landschaftspflege gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg, 66 pages.

CRYAN, P. M., GORRESEN, P. M., HEIN, C.D., SCHIRMACHER, M.R., DIEHL, R.H., HUSO, M.M., HAYMAN, D.T.S., FRICKER, P.D., BONARCORSO, F.J., JOHNSON, D.H., HEIST, K. & DALTON, D.C. – 2014 – Behavior of bats at wind turbines – PNAS, 111, 42 6 p. + supporting information 10.1073/pnas.1406672111

DULAC, P. & OUVARD E. (2018) : Eoliennes de Bouin (Vendée) Bilan du programme 2017 du suivi de la mortalité des chauves-souris. EDF, LPO Vendée.

DREWITT, A.L. & Langston, R.H. (2006) : Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis, 148(s1), 29-42.

DÜRR, T. (2017) : Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. Stand: 05. Dezember 2017.

ERICKSON, W.P., JOHNSON, G.D. & YOUNG JR, D.P. (2005) : A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191, 1029-1042.

ERICKSON, W., STRICKLAND, D., JOHNSON, G. & KERN W. (2000) : Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from windplants. National Avian Wind Power Planning Meeting III San Diego: 172-182.

Hull, C.L. & MUIR, S. (2010) : Search areas for monitoring bird and bat carcasses at wind farms using a Monte-Carlo model. Australasian Journal of Environmental Management, 17 :2, 77-87.

HOCHRADEL, K., UWE, A., HEINZE, N., NAGY, M., STILLER, F. & BEHR, O. 2015. Wärmeoptische 3D-Erfassung von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen. In : Behr O., Brinkmann R., Korner-Nievergelt F., Nagy M., Niermann I., Reich M. & Simon R. (Hrsg.) : Reduktion des Kollisionrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). – Umwelt und Raum BD. 7, 81 - 100, Institut für Umweltplanung, Hannover.

HÖTKER, H., THOMSEN, K.M. & JEROMIN, H. (2006) : Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats –facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen, Allemagne. 65 p

HUSO, M., M., P., (2011): An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22: 318–329.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES L. (2005) : Bat Migrations in Europe. A review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 28 : 1-176.

IUCN (2018): The IUCN Red List of Threatened Species, <http://www.iucnredlist.org/>

JONES, G., COOPER-BOHANNON, R., BARLOW, K. & PARSONS, K. (2009) : Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain. Scoping and method development report. Bat conservation Trust, 150 pages.

LEKUONA, J.M. (2001) : Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves en los parques eólicos de Navarra. Gobierno de Navarra, Pamplona. 155 p.

\*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.

PARK, K., MICEVSKI, B., MINDERMAN, J., (2015): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects –Revision 2014. EUROBATS Publication Series N° 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Germany, 133 p.

\*RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C.,

\*ROELEKE, M., BLOHM, T., KRAMER-SCHADT, S., YOVEL, Y. & VOIGT, C.-C. 2016. Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Sci. rep.* 6, 28961; doi:10.1038/srep28961.

\*ROEMER, C., BAS, Y., DISCA, T., & COULON, A. 2019. Influence of landscape and time of year on bat-wind turbines collision risks. *Landscape Ecology*, 34(12), 2869-2881.

RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES & A. HEDENSTRÖM (2010a) : Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2) : 261-274.

RYDELL, J., ENGSTRÖM, H., HEDENSTRÖM, A., LARSEN, J.K., PETTERSSON, J. & GREEN, M. (2012) : The effect of wind power on birds and bats –A synthesis. VINDVAL, Report 6511. 152 p.

SANTOS, H., L. RODRIGUES, G. JONES & H. REBELO (2013) : Using species distribution modelling to predict bat fatalities at wind farms. *Biol. Conserv.* 157 : 178-186. doi:10.1016/j.biocon.2012.06.017.

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

VOIGT, C.C., A.G. POPA-LISSEANU, I. NIERMANN, S. KRAMER-SCHADT (2012). The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international regulations. *Biol. Conserv.* 153:80–86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.027>.

WILLIAMSON,T. (2011) : Évaluation de l'impact du parc éolien du Rochereau (Vienne) sur l'avifaune de plaine -Comparaison entre l'état initial et les trois premières années de fonctionnement des éoliennes, Rapport final 2007-2010. LPO Vienne, SERGIES. 136 p

## Annexe

### Annexe 1 : Comparaison 2015-2021 des espèces d'oiseaux nicheurs

Nom vernaculaire	Nom latin	2021		2015	
		Présence nidification	Nombre de couples	Présence nidification	Nombre de couples
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	x	≥ 5	x	2
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	x	6	x	2
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	x	1	-	-
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>	x	0	-	-
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	x	2	-	-
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	x	1	-	-
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	x	5	x	2
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	x	1	x	1
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	x	0	x	1
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	x	1	x	1
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	-	-	x	1
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	x	1?	-	-
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	x	1?	x	1
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	x	0	-	-
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	x	0	-	-
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	x	0	-	-
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	x	≥ 10	x	3
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	x	≥ 3	x	2
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	x	1	x	1
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	x	≥ 5	x	2
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	x	≥ 1	-	-
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	x	≥ 4	x	1
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	x	0	-	-
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	x	2	-	-
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	x	≥ 10	x	2
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	x	2	x	1
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	x	≥ 3	x	1
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	x	≥ 6	x	2
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i>	-	-	x	1

Nom vernaculaire	Nom latin	2021		2015	
		Présence nidification	Nombre de couples	Présence nidification	Nombre de couples
Mésange nonnette	<i>Poecile palustris</i>	x	≥ 3	x	2
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	x	≥ 1	x	1
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	x	1 ?	-	-
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	x	≥ 2	-	-
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	x	0	-	-
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	x	>5	x	2
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	x	>15	x	2
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	-	-	x	2
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	x	>10	x	4
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	x	≥ 4	x	1
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	x	>15	x	4
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	x	≥ 5	x	2
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	x	1	x	1
Tourterelle des bois	<i>Saxicola rubicola</i>	-	-	x	1
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	x	1	-	-
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	x	>15	x	3