



**DERVENN**  
CONSEILS & INGÉNIERIE

Parc éolien de Coatjegu  
19 avenue Charles de Gaulle  
08300 RETHEL

Parc éolien de Coatjegu – Plestan (22)

## **Suivi environnemental 2022**

Suivi de la mortalité et de l'activité en altitude

Réf. Dossier : 2020-000193  
Dossier suivi par : Hélène LE GLATIN  
Mail : [h.leglatin@dervenn.com](mailto:h.leglatin@dervenn.com)

Rédacteur : Hélène LE GLATIN  
Relecteur : Vincent GUILLEMOT  
Date : 15/02/2023  
Version : 1.2

..... **DERVENN GENIE ÉCOLOGIQUE**



9 rue de la Motte d'Ille, 35830 BETTON



02 99 55 55 05



[contact@dervenn.com](mailto:contact@dervenn.com)

## SOMMAIRE

<b>1 Cadre général et présentation de la mission .....</b>	<b>8</b>
1.1 Localisation et présentation du parc éolien.....	8
1.2 Cadre réglementaire.....	9
<b>2 Méthodologies.....</b>	<b>10</b>
2.1 Suivi de l'occupation du sol .....	10
2.2 Suivi de l'activité des chiroptères .....	10
2.2.1 Méthode et matériel utilisé .....	10
2.2.2 Diversité et densité à l'échelle du peuplement.....	14
2.2.3 Facteurs influençant l'activité des Chiroptères .....	14
2.2.4 Fréquentation .....	14
2.2.5 Enjeux chiroptérologique.....	15
2.2.6 Biais / Limites de l'étude.....	15
2.3 Suivi de mortalité.....	17
2.3.1 Généralités.....	17
2.3.2 Méthode de prospection .....	17
2.3.3 Fréquence de prospection.....	20
2.3.4 Facteur de correction .....	20
2.3.5 Biais / Limites de l'étude.....	24
2.4 Dates et natures des prospections de terrain .....	24
2.5 Équipe projet .....	25
2.6 Analyse de l'efficacité du bridage sur les chiroptères .....	25
2.6.1 Notion d'activité résiduelle.....	25
2.6.2 Notion d'activité évitée ou protégée .....	26
2.6.3 Analyse de l'efficacité du pattern de bridage .....	26
2.6.4 Analyse du fonctionnement des éoliennes asservies.....	26
<b>3 Résultats : .....</b>	<b>28</b>
3.1 Données de fonctionnement des éoliennes du parc .....	28
3.2 Suivi des habitats naturels et de l'évolution de la végétation .....	29
3.2.1 Analyse des surfaces relevées.....	29
3.3 Suivi en altitude de l'activité des chiroptères.....	34
3.3.1 Influence des conditions climatiques (vent et température) et de la durée de la nuit .....	34

3.3.2	Activité des chiroptères .....	45
3.3.3	Comparaison d'activité – Années 2021 et 2022 .....	56
3.3.4	Enjeux chiroptérologiques .....	62
3.3.5	Conclusion .....	62
3.4	Suivi direct de la mortalité .....	64
3.4.1	Facteurs de correction.....	64
3.4.2	Résultats bruts .....	66
3.4.3	Correction et extrapolation des résultats bruts .....	70
3.5	Impacts et proposition de mesures complémentaires de réduction des impacts	
	73	
3.5.1	Statut des espèces contactées et retrouvées mortes au pied des éoliennes	
	73	
3.5.2	Rappels des impacts identifiés dans l'étude d'impacts et le suivi post implantation de 2020 et des mesures en place .....	73
3.5.3	Analyse du fonctionnement des éoliennes.....	75
3.5.4	Rappel des mesures compensatoires mises en place .....	89
3.5.5	Bilan des impacts du parc éolien sur l'avifaune et les chiroptères .....	90
<b>4</b>	<b>Détail des cas de mortalité constatés .....</b>	<b>93</b>
<b>5</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>95</b>
<b>6</b>	<b>Annexe – Arrêté préfectoral du 11/10/2018.....</b>	<b>99</b>

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : Caractéristiques techniques d'une éolienne .....	9
<b>Tableau 2.</b> Coordonnées GPS des éoliennes .....	9
<b>Tableau 3:</b> Nombre de sessions de suivi de l'activité à hauteur de rotor et durées totales des écoutes, par mois.....	11
<b>Tableau 4.</b> Paramètres audios du Batcorder.....	12
<b>Tableau 5.</b> Horaire d'enregistrements .....	12
<b>Tableau 6.</b> Méthode d'évaluation du niveau de fréquentation .....	14
<b>Tableau 7.</b> Méthode d'évaluation du niveau d'enjeu chiroptérologique conservatoire.....	15
<b>Tableau 8.</b> Liste des espèces de chiroptères par ordre d'émission décroissante, avec distances de détection et coefficient de détectabilité (Barataud, 2015) .....	16
<b>Tableau 9</b> : Dates des prospections pour le suivi de mortalité .....	20
<b>Tableau 10.</b> Définitions et formules des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité.....	24
<b>Tableau 11</b> : Dates et conditions météorologiques et natures des prospections.....	24
<b>Tableau 12</b> : Nom et domaines d'intervention des membres de l'équipe projet .....	25
<b>Tableau 13.</b> Synthèse des données de fonctionnement des éoliennes durant le suivi mortalité .....	28
<b>Tableau 14.</b> Surface occupée par les différentes typologies d'habitats dans la zone de prospection.	29
<b>Tableau 15.</b> Données quantiles des durées de la nuit en fonction de la vitesse du vent .....	37
<b>Tableau 16.</b> Valeurs mensuelles des températures en °C pour différents quantiles de données d'activité des chiroptères, toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	40
<b>Tableau 17</b> : Valeurs mensuelles des proportions de nuit écoulée pour différents quantiles de données d'activité, toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	42
<b>Tableau 18</b> : Durées de nuits écoulées pour différents quantiles de données d'activité, toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	43
<b>Tableau 19.</b> Répartition des contacts par espèce ou groupe d'espèces de Chiroptères par mois en 2022 .....	45
<b>Tableau 20</b> : Indices de diversité en fonction des mois .....	47
<b>Tableau 21</b> : Indices de densité en fonction des mois et des éoliennes .....	48
<b>Tableau 22</b> : Indices de densité spécifique sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	49
<b>Tableau 23</b> : Taux moyen de couverture de session par espèce .....	55
<b>Tableau 24</b> : Niveau de fréquentation des Chiroptères sous la nacelle de CJ1 .....	56
<b>Tableau 25</b> : Nombre de contacts par espèces ou groupe d'espèces de Chiroptères et par mois en 2021 .....	57
<b>Tableau 26</b> : Indice de diversité en fonction des années .....	58
<b>Tableau 27</b> : Indice de densité en fonction des années .....	59
<b>Tableau 28</b> : Statut de protection et de conservation des espèces de Chiroptères.....	62
<b>Tableau 29</b> : Niveaux d'enjeu chiroptérologiques sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	62
<b>Tableau 30</b> : Synthèse des surfaces prospectées par passage du suivi de mortalité .....	64

<b>Tableau 31</b> : Durée de persistance des cadavres sous les éoliennes .....	65
<b>Tableau 32</b> : Calcul du coefficient de prédatation .....	65
<b>Tableau 33</b> : Calcul du coefficient d'efficacité de recherche .....	66
<b>Tableau 34</b> : Coefficient d'efficacité de recherche sur la période du suivi .....	66
<b>Tableau 35</b> : Définitions et formules des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité.....	70
<b>Tableau 36</b> : Valeurs des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité.....	71
<b>Tableau 37</b> : Estimation de la mortalité des chiroptères .....	72
<b>Tableau 38</b> : Estimation de la mortalité des oiseaux.....	72
<b>Tableau 39</b> : Espèces contactées sur la zone d'étude et statuts associés .....	73
<b>Tableau 40</b> : Nature des impacts potentiels identifiés dans l'étude d'impact et groupes d'espèces concernés.....	74
<b>Tableau 41</b> : Modalité du plan de bridage mis en place le 30/09/2019, modifié au 01/04/2022 et mis en œuvre au 05/05/2022.....	74
<b>Tableau 42</b> : Pattern de régulation prévu en 2022.....	75
<b>Tableau 43</b> : Pattern de régulation des éoliennes appliqué en 2022 .....	76
<b>Tableau 44</b> : Activité résiduelle après application des seuils du bridage Chiroptères engagé en 2022 .....	77
<b>Tableau 45</b> : Activité résiduelle après application des seuils du bridage Chiroptères engagé en 2022 .....	82
<b>Tableau 46</b> : Durée et nombre de contacts par type d'arrêt.....	87
<b>Tableau 47</b> Période sur laquelle doit être effectué le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur en fonction des enjeux .....	92

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b> : Localisation du parc éolien (3 éoliennes) de Coatjegu (22) .....	8
<b>Figure 2.</b> Position du micro-ultrason .....	11
<b>Figure 3.</b> Photographie du dispositif d'enregistrement : Batcorder GSM et module 4G installé sur le plancher de l'éolienne CJ1 (17/03/2022, O-Geo) .....	12
<b>Figure 4.</b> Localisation du détecteur à ultrason sur le parc éolien.....	13
<b>Figure 5.</b> Schéma de la surface échantillon à prospector autour d'une éolienne .....	17
<b>Figure 6</b> : Zone de prospection pour le suivi éolien .....	19
<b>Figure 7</b> : Cadavres de souris utilisés pour le calcul du taux de persistance .....	21
<b>Figure 8</b> : Leurres utilisés en substitution de matériel vivant pour le test d'efficacité de recherche .....	22
<b>Figure 9.</b> Calendrier des sorties et de leurs motifs .....	25
<b>Figure 10</b> : Plateforme de CJ1 (gauche) et Prairie (droite) .....	30
<b>Figure 11</b> : Culture de Maïs (gauche) et Haie (droite) .....	30
<b>Figure 12</b> : Occupation du sol sous les éoliennes, dans la zone de prospection .....	31

<b>Figure 13</b> : Cartographie des végétations dans un rayon de 100 m autour des éoliennes .....	33
<b>Figure 14</b> : Graphique d'analyse en composante principale des variables sous la nacelle de CJ1 ....	35
<b>Figure 15</b> : Graphique d'analyse en composante principale des données de 10 minutes sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	35
<b>Figure 16</b> : Densité de données d'activité en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 78m de hauteur, en m/s), durant toute la période d'étude, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	36
<b>Figure 17.</b> Courbe de distribution cumulative en fonction de la vitesse de vent .....	37
<b>Figure 18</b> : Densité des données d'activité en fonction de la vitesse du vent, durant chaque mois, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	38
<b>Figure 19</b> : Densité de données d'activité en fonction de la température, durant toute la période d'étude, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	39
<b>Figure 20</b> : Courbe de proportion des données en fonction des températures (°C), toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	40
<b>Figure 21</b> : Densité des données d'activité en fonction de la température durant chaque mois, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	41
<b>Figure 22</b> : Densité de données d'activités en fonction de la proportion de nuit écoulée, durant toute la période d'étude sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	42
<b>Figure 23</b> : Courbe de proportion des données en fonction de la proportion de nuit écoulée, toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1.....	43
<b>Figure 24</b> : Densité des données d'activité en fonction de la proportion de nuit écoulée durant chaque mois, sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	44
<b>Figure 25</b> : Proportion des contacts enregistrés pour chaque espèce en 2022 .....	45
<b>Figure 26.</b> Répartition des contacts par espèce .....	46
<b>Figure 27.</b> Nombre moyen d'espèces présentes par nuit et par mois (CJ1).....	46
<b>Figure 28</b> : Distribution de la densité par nuit sous CJ1 .....	47
<b>Figure 29</b> : Distribution de la densité par nuit pour chaque mois sous l'éolienne CJ1 .....	48
<b>Figure 30.</b> Distribution de la densité spécifique par nuit .....	49
<b>Figure 31</b> : Fréquentation journalière des groupes de Chiroptères durant l'année 2022 sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	50
<b>Figure 32</b> : Fréquentation journalière des espèces de Pipistrelles durant l'année 2022 sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	51
<b>Figure 33</b> : Fréquentation journalière des espèces de Noctules et de Sérotines durant l'année 2022 sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	52
<b>Figure 34</b> : Fréquentation journalière des espèces de la Barbastelle d'Europe durant l'année 2022 sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	52
<b>Figure 35</b> : Fréquentation mensuelle et journalière durant toute la période de suivi des Chiroptères sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	54
<b>Figure 36</b> : Couverture moyenne des sessions durant toute la période de suivi des Chiroptères sous la nacelle de l'éolienne CJ1 .....	55
<b>Figure 37</b> : Proportion des contacts enregistrés pour chaque espèce en 2021 et 2022 .....	57

<b>Figure 38</b> : Distribution de la diversité par nuit et par année sous l'éolienne CJ1 .....	58
<b>Figure 39</b> : Distribution de la diversité par nuit pour chaque mois et par année sous l'éolienne CJ1 .....	59
<b>Figure 40</b> : Distribution de la densité par nuit et par année sous l'éolienne CJ1 .....	60
<b>Figure 41</b> : Distribution de la densité par nuit et par année sous l'éolienne CJ1 .....	61
<b>Figure 42</b> : Chronologie des découvertes de cadavre pour chaque éolienne .....	67
<b>Figure 43</b> : Répartition des cas de mortalité par espèces.....	68
<b>Figure 44</b> : Répartition des cas de mortalité par espèce et par éolienne .....	68
<b>Figure 45</b> : Cas de mortalité relevés au pied des éoliennes (rayon de 50 m) .....	69
<b>Figure 46</b> : Fréquentation journalière résiduelle simulée des Chiroptères au cours de chaque nuit durant l'année au niveau de la nacelle CJ1 par application du pattern engagé en 2022 .....	78
<b>Figure 47</b> : Fréquentation mensuelle résiduelle simulée durant toute la période de suivi des Chiroptères sous la nacelle de CJ1 par application du pattern engagé en 2022 .....	79
<b>Figure 48</b> : Distribution des valeurs de vitesses de vent de l'activité résiduelle simulée .....	80
<b>Figure 49</b> : Distribution des valeurs de températures de l'activité résiduelle simulée .....	80
<b>Figure 50</b> : Distribution des valeurs de durée de la nuit écoulée de l'activité résiduelle simulée .....	80
<b>Figure 51</b> : Fréquentation journalière résiduelle simulée des Chiroptères au cours de chaque nuit durant l'année au niveau de la nacelle de CJ1 par application du pattern engagé en 2022 .....	83
<b>Figure 52</b> : Fréquentation mensuelle résiduelle simulée durant toute la période de suivi des Chiroptères sous la nacelle de l'éolienne CJ1 par application du pattern engagé en 2022.....	84
<b>Figure 53</b> : Distribution des valeurs de vitesse de vent de l'activité résiduelle réelle (unité : la minute) .....	85
<b>Figure 54</b> : Distribution des valeurs de températures de l'activité résiduelle réelle (unité : la minute) 85	85
<b>Figure 55</b> : Distribution des valeurs de durée de la nuit écoulée de l'activité résiduelle réelle (unité : la minute) .....	85
<b>Figure 56</b> : Représentation par session des différents types de fonctionnement de l'éolienne CJ1 ...	87
<b>Figure 57</b> : Localisation des mesures compensatoires .....	89
<b>Figure 58</b> : Localisation Haie point de vue 1 .....	89
<b>Figure 59</b> : Localisation Haie point de vue 2 .....	89
<b>Figure 60</b> : Localisation Haie point de vue 3 .....	90
<b>Figure 61</b> . Localisation haies point de vue 4.....	90

# 1 Cadre général et présentation de la mission

## 1.1 Localisation et présentation du parc éolien

<b>Localisation</b>	Plédéliac (22175), Plestan (22640)
<b>Mise en service</b>	01/04/2020
<b>Caractéristiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 éoliennes Nordex N117 (voir Tableau 1)</li> <li>Puissance totale du parc 7,2 MW</li> </ul>
<b>Contexte</b>	Les 3 éoliennes sont situées en lisière Sud du bois de Coatjégu. On note, sur ce secteur constitué majoritairement de cultures monospécifiques et de milieux prairiaux, la présence d'un réseau bocager relativement bien conservé par endroit.

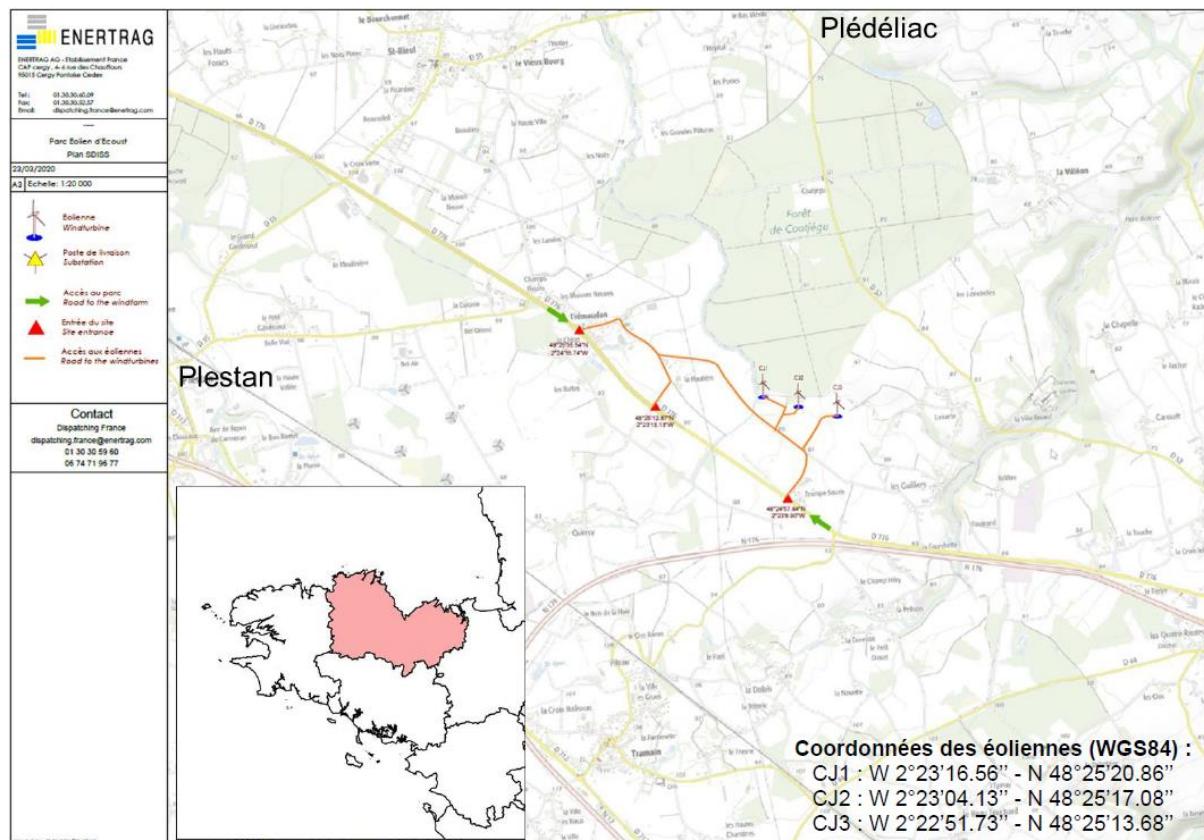


Figure 1 : Localisation du parc éolien (3 éoliennes) de Coatjégu (22)

**Tableau 1 : Caractéristiques techniques d'une éolienne**

Nordex N117	
<b>Puissance unitaire (MW)</b>	2,4
<b>Diamètre (m)</b>	116,8
<b>Hauteur de moyeu (m)</b>	91
<b>Hauteur en bout de pale (m)</b>	149,9
<b>Garde au sol (m)</b>	32,6

**Tableau 2. Coordonnées GPS des éoliennes**

Nom de l'éolienne	N° série	Longitude	Latitude
CJ1	86828	48.422440	-2.387534
CJ2	86829	48.421507	-2.384422
CJ3	86830	48.420539	-2.381010

## 1.2 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 l'article 9 de l'arrêté du 22 juin 2020<sup>1</sup> et du 10 décembre 2021<sup>2</sup> relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation 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 due à la présence des aérogénérateurs. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du Préfet, ce suivi doit débuter 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 des suivis des végétations, de la mortalité (chiroptères/oiseaux) et du suivi d'activité en altitude (chiroptères). L'analyse des résultats permet de cibler les mesures de réduction à instaurer pour les prochaines années.

<sup>1</sup> Arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives 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 – en vigueur au 01/07/2020

<sup>2</sup> Arrêté du 10 décembre 2021 modifiant l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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

**Les suivis 2022, 2021 et le suivi post implantation (2020) du parc éolien ont été réalisés selon la version révisée 2018 du protocole national, version en vigueur au lancement des premiers suivis. 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 Méthodologies

---

### 2.1 Suivi de l'occupation du sol

L'occupation du sol a été relevé exhaustivement lors du premier passage de suivi mortalité, le 08/04/2022. Ensuite, les changements d'occupation ont été relevés à chaque passage sur site au cours de la période de suivi afin d'identifier les éléments pouvant influencer la mise en place des différents protocoles comme la hauteur de la végétation. Pour cela, les grands types d'habitats présents dans une grille de prospection de 100 X 100 m autour des mâts des éoliennes ont été identifiés et délimités, puis reportés sur le logiciel de cartographie Qgis 3.16.

### 2.2 Suivi de l'activité des chiroptères

#### 2.2.1 Méthode et matériel utilisé

Le suivi en altitude de l'activité des chiroptères s'est appuyé sur la détection et l'analyse des ultrasons émis en chasse ou en déplacement. Un enregistreur automatique a été installé dans la nacelle de l'éolienne 1. Cette éolienne a été choisie pour sa proximité avec la forêt de Coatjégu et de la présence d'un réseau bocager favorable aux chiroptères. Le matériel d'enregistrement est un Batcorder GSM associé à un module 4G permettant la récupération quotidienne des données à distance. Il est branché sur secteur, une batterie au plomb prend le relais en cas de coupures électriques. Le microphone est placé à 100 m de hauteur, sous la nacelle. Les paramètres audios de ce matériel sont détaillés dans le **Tableau 4**. Ce matériel a été mis en place entre le 15/03/2022 et enlevé le 20/11/2022 soit 249 sessions. Les horaires d'activation de l'enregistreur sont indiqués dans le **Tableau 5**. Les séquences enregistrées ont ensuite été analysées par informatique à l'aide de logiciels spécialisés dans l'analyse acoustique des ultrasons BatIdent, BcAnalyze3 pro, BcAdmin4 (EcoObs).

L'activité des Chiroptères se manifeste en général à hauteur du rotor à partir du mois d'avril, parfois dès le mois de mars, et se termine les premiers jours de novembre. La pose en mars a permis de s'assurer de cette période d'activité.

Une défaillance de l'alimentation des équipements a contraint du 15 au 28 mars à générer des arrêts en cours de nuit. Ce qui explique une durée cumulée d'écoute inférieure à celle de la durée de la nuit en mars. Au total, 65 heures d'écoute manquent en mars, soit en moyenne les 4,3 dernières heures de

chaque nuit. Aucune activité n'est présente dans les 4,3 dernières heures de la nuit durant ce mois. Ainsi, la perte d'information est nulle. Par la suite, le système est pleinement opérationnel.

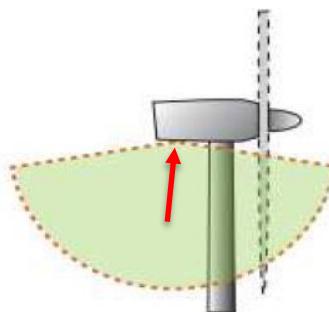
Un écart de quelques minutes est présent de juillet à novembre entre les durées cumulées des écoutes nocturnes et les durées cumulées des nuits. Cet écart de quelques minutes est dû à des modifications des heures de fonctionnement de l'appareil. En effet, de nombreux parasites surchargeaient les enregistrements. Cela perturbait le transfert quotidien des données. C'est pourquoi les horaires de fonctionnement de l'appareil ont été légèrement modifiés afin de limiter le nombre de parasites. Ainsi, pour certaines nuits de ces mois, les durées de fonctionnement sont légèrement inférieures aux durées de la nuit.

Le suivi s'appuie sur 2 535 heures d'écoute nocturne sous la nacelle et 249 sessions.

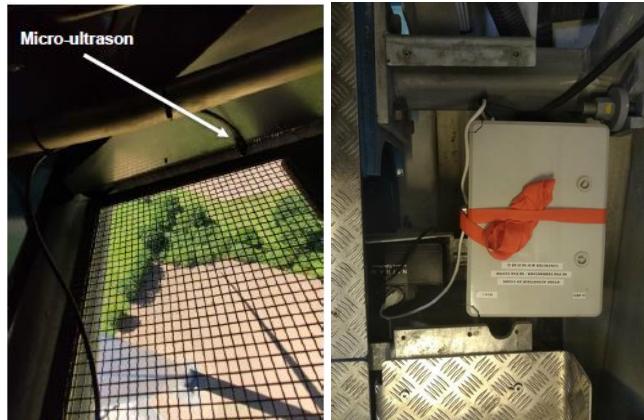
Les forts écarts entre les durées cumulées de fonctionnement des équipements et les durées cumulées de nuits indiquent que les nuits ont été couvertes avant le coucher et après le lever du soleil.

**Tableau 3:** Nombre de sessions de suivi de l'activité à hauteur de rotor et durées totales des écoutes, par mois

Éolienne	Mois	Sessions	Durée cumulée de fonctionnement	Durée cumulée des nuits	Durée cumulée des écoutes nocturnes
E1	03-mars	15	148.49	175.76	110.19
	04-avr	30	481.92	310.31	310.31
	05-mai	31	498.48	273.04	273.04
	06-juin	30	476.82	239.97	239.97
	07-juil	31	325.50	259.96	259.96
	08-août	31	325.50	301.59	301.26
	09-sept	30	415.00	342.93	341.73
	10-oct	31	461.50	408.27	407.60
	11-nov	20	320.00	291.48	291.04
<b>Total</b>		<b>249</b>	<b>3453.21</b>	<b>2603.31</b>	<b>2535.10</b>



**Figure 2.** Position du micro-ultrason



**Figure 3.** Photographie du dispositif d'enregistrement : Batcorder GSM et module 4G installé sur le plancher de l'éolienne CJ1 (17/03/2022, O-Geo)

**Tableau 4.** Paramètres audios du Batcorder

<b>Fréquence minimale de déclenchement</b>	14 kHz
<b>Quality</b>	20
<b>Sensibilité</b>	-36 dB
<b>Fenêtre de déclenchement</b>	17h30-8h30
<b>Longueur maximale des enregistrements</b>	400 ms

**Tableau 5.** Horaire d'enregistrements

Périodes	Horaires d'enregistrements
	Début des enregistrements
15/03 – 31/07	Crépuscule civil – 2 h à 1h30
01/08 – 15/10	Crépuscule – 1h30 à 1h
16/10 – 16/11	Crépuscule – 1h à 30 min
Fin des enregistrements	
25/02 – 31/07	Aube civile + 1h
01/08 – 15/10	Aube + 30 min à 1h
16/10 – 20/11	Aube + 15 min à 30 min

Par convention, un contact de chauve-souris correspond à une séquence avec des ultrasons de 5 secondes. Une séquence avec des ultrasons de chiroptères d'une durée supérieure à 5 secondes sera donc divisée en plusieurs contacts. A l'inverse, des séquences successives dont le cumul de temps ne dépasse pas 5 secondes seront classées comme 1 seul contact. De plus, une séquence avec plusieurs individus d'une même espèce ou de deux espèces différentes correspondra à plusieurs contacts. Les logiciels BatIdent et BcAnalyze3 pro ont été utilisés pour identifier les séquences avec des signaux de chiroptères et ceux avec d'autres sons ne pouvant être attribués à des chauves-souris. Cette analyse, complémentée par le traitement des séquences avec le logiciel BcAdmin4, permet également d'attribuer les ultrasons des séquences à des espèces de chiroptères avec des indices de fiabilités. Une grande partie des enregistrements ont ensuite été validés manuellement et une attention

particulière a été portée sur les espèces ou groupes d'espèces avec des signaux proches comme les Séroutules. Les séquences ont ensuite été transformées en contacts.



**Figure 4.** Localisation du détecteur à ultrason sur le parc éolien

## 2.2.2 Diversité et densité à l'échelle du peuplement

La diversité est mesurée par le nombre d'espèce enregistrée par nuit.

La densité est mesurée par le nombre de classes de 10 minutes positives enregistrées par nuit.

Mesurées mensuellement, elles décrivent dans un premier temps l'évolution de l'activité du peuplement au cours des mois écoulés : toutes espèces, Nyctaloïdes, Pipistrelloïdes.

La densité spécifique est la déclinaison de la densité pour chaque espèce.

## 2.2.3 Facteurs influençant l'activité des Chiroptères

Le comportement des Chiroptères est étudié via l'analyse de la distribution des données d'activité en fonction des paramètres de durée de la nuit, des températures, de vitesses de vents, parfois en fonction des données fournies, de l'orientation du vent voire des précipitations.

## 2.2.4 Fréquentation

La notion de fréquentation associe l'activité à l'apparition quotidienne des Chiroptères. L'activité des Chiroptères est analysée à travers des profils annuels de fréquentation. La fréquentation est définie en croisant le niveau d'activité moyen journalier de chaque espèce et le niveau de couverture sur l'année. Ce dernier est calculé au regard de la proportion de nuits occupées par chaque espèce.

Le bureau d'études O-GEO ne dispose pas encore d'un référentiel d'activité à hauteur d'éolienne.

C'est pourquoi le niveau d'activité sera évalué au regard de l'activité moyenne journalière et des profils annuels d'activité.

*Tableau 6. Méthode d'évaluation du niveau de fréquentation*

Niveau d'activité spécifique	Niveau de couverture spécifique			
	Très faible	Faible	Moyen	Fort
Très faible	Très faible	Très faible à faible	Faible	Faible à moyen
Faible	Très faible à faible	Faible	Faible à moyen	Moyen
Moyen	Faible	Faible à moyen	Moyen	Moyen à fort
Fort	Faible à moyen	Moyen	Moyen à fort	Fort

Un premier profil décrit la fréquentation journalière (par session) et au cours de la nuit des Chiroptères. Chaque unité est une classe de 10 minute positive.

Un second profil décrit la fréquentation mensuelle. Ce profil affiche pour chaque mois la proportion de nuits dites actives (manifestant de l'activité). Matérialisé par des histogrammes déclinant pour chaque mois la proportion de nuits actives, il permet d'identifier l'évolution de la fréquentation au cours de l'année. L'intensité journalière est illustrée par un nombre de classes de 10 minutes positives par nuit

active (c/n). Ainsi, chaque colonne mensuelle de l'histogramme dispose d'un gradient de couleur en fonction de l'intensité journalière mesurée.

## 2.2.5 Enjeux chiroptérologique

Les niveaux de fréquentation seront conjugués avec les niveaux de statuts conservatoires et réglementaires pour évaluer les enjeux chiroptérologiques.

Le peuplement chiroptérologique est concerné par :

- Un arrêté de protection nationale ;
- Des enjeux de conservation européens (annexe II de la Directive Habitats) ;
- Des niveaux de menace à l'échelle nationale et régionale (listes rouges) ;
- Les listes d'espèce déterminantes à l'échelle régionale voire départementale (ZNIEFF).

Une espèce protégée sur le territoire français bénéficie donc d'un niveau de statut réglementaire fort. Toutes les espèces et leurs habitats étant protégés en France, chacune bénéficie d'un statut réglementaire fort.

Chaque espèce dispose d'un statut de conservation. En fonction du type de statut, un niveau de statut conservatoire est attribué :

- Faible si l'espèce n'est pas visée par l'annexe II de la Directive Habitat ou si elle ne bénéficie pas d'un statut d'espèce quasi menacée ou menacée à l'échelle nationale ou régionale (vulnérable, en danger, en danger critique), ou d'espèce déterminante ;
- Moyen si l'espèce ne dispose que d'un statut d'espèce déterminante ;
- Fort si l'espèce est visée par l'annexe II de la Directive Habitats ou si elle est quasi menacée ou menacée en France ou en région.

**Tableau 7.** Méthode d'évaluation du niveau d'enjeu chiroptérologique conservatoire

		Niveau de fréquentation			
		Très faible	Faible	Moyen	Fort
Niveau du statut conservatoire	Faible	Très faible à faible	Faible	Faible à moyen	Moyen
	Moyen	Faible	Faible à moyen	Moyen	Moyen à fort
	Fort	Faible à moyen	Moyen	Moyen à fort	Fort

## 2.2.6 Biais / 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 mètre. A l'inverse, les Rhinolophe 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 ici (voir ci-dessous). Les résultats bruts ont donc été corrigés en tenant compte de ces coefficients.

**Tableau 8.** Liste des espèces de chiroptères par ordre d'émission décroissante, avec distances de détection et coefficient de détectabilité (Barataud, 2015)

milieu ouvert			
Intensité d'émission	Espèces	distance détection	coefficient détectabilité
faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	<b>5,00</b>
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	10	<b>2,50</b>
	<i>Rhinolophus euryale</i>	10	<b>2,50</b>
	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	10	<b>2,50</b>
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	<b>2,50</b>
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	<b>2,50</b>
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	<b>2,50</b>
	<i>Myotis brandtii</i>	10	<b>2,50</b>
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	<b>1,67</b>
	<i>Myotis nattereri</i>	15	<b>1,67</b>
moyenne	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	<b>1,67</b>
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	<b>1,67</b>
	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	<b>1,25</b>
	<i>Myotis myotis</i>	20	<b>1,25</b>
	<i>Plecotus spp.</i>	20	<b>1,25</b>
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	<b>1,00</b>
forte	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	<b>1,00</b>
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	<b>1,00</b>
très forte	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	<b>1,00</b>
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	<b>0,83</b>
	<i>Hypsugo savii</i>	40	<b>0,63</b>
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	<b>0,63</b>
	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	<b>0,50</b>
	<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	<b>0,50</b>
	<i>Vesperilio murinus</i>	50	<b>0,50</b>
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	<b>0,31</b>
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	<b>0,25</b>
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	<b>0,17</b>
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	<b>0,17</b>

De plus, certaines espèces émettent des signaux très proches et en fonction de la qualité des enregistrements, leur discrimination est parfois impossible. Dans ce cas, ces signaux sont attribués à des groupes d'espèces (ex : groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius).

De plus certaines espèces relativement proches ont des plages d'émission qui se chevauchent rendant ainsi impossible la détermination jusqu'à l'espèce. Dans ce cas, ces signaux sont attribués à des groupes d'espèces (ex : groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius).

## 2.3 Suivi de mortalité

### 2.3.1 Généralités

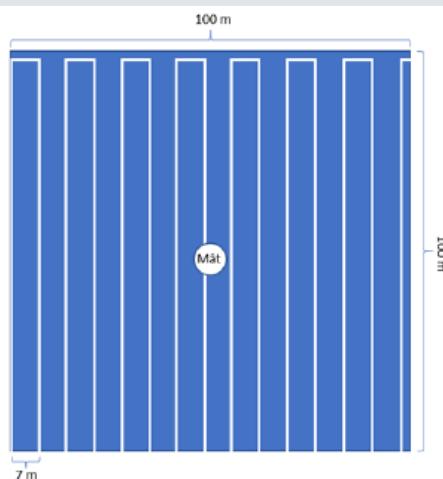
Le suivi de mortalité permet de vérifier que les populations d'oiseaux et de chauves-souris présentes au niveau du parc éolien ne sont pas affectées de manière significative par le fonctionnement des aérogénérateurs. L'objectif est de s'assurer que l'estimation effectuée dans l'étude d'impact du projet en termes de risques de mortalité n'est pas dépassée dans la réalité.

La découverte d'un cadavre d'oiseau ou d'un chiroptère doit faire l'objet d'une fiche détaillée permettant la saisie standardisée de l'espèce et des conditions de mortalité constatée et d'une procédure définie par le Ministère en charge des installations classées pour la protection de l'environnement.

### 2.3.2 Méthode de prospection

La zone de prospection (carré de 100 m de côté au pied de chaque éolienne – voir **Figure 5**) a été parcourue à pied le long de transects. Chaque transect, espacé d'environ 7 mètres, a permis à l'observateur de rechercher la présence de cadavre sur une largeur de 3,5 mètres de part et d'autre de sa ligne de déplacement. Ces transects échantillon ont été importés sur l'application Qfield afin d'être visualisables et suivis sur le terrain. A chaque passage, l'ensemble des transects ont été parcourus à pied, et à vitesse lente et constante.

● La surface théorique de prospection était ainsi de 3 hectares.



**Figure 5.** Schéma de la surface échantillon à prospection autour d'une éolienne

Généralement, les oiseaux de grandes tailles sont retrouvés à une plus grande distance que les chiroptères ou petits passereaux, cela est probablement lié au fait que les plus grands individus subissent majoritairement des collisions alors que les plus petits sont principalement victimes du phénomène de barotraumatisme. Une étude s'appuyant sur un modèle balistique montre également que la distance potentielle de projection est corrélée avec le poids des cadavres (Hull & Muir, 2010) ; plus les individus sont grands et lourds plus ils peuvent être projetés loin des éoliennes.

Pour chaque cadavre trouvé, l'espèce, la position GPS, le jour estimé de la mort ainsi que diverses informations relatives à l'état du cadavre (dégradation, fracture, origine supposée de la mort...) ont été relevés. Les conditions météo ont également été notées.

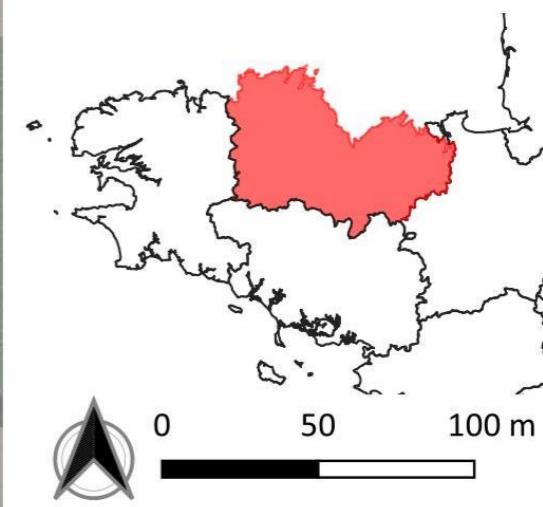
La surface réellement prospectée est complexe à évaluer car elle peut évoluer en fonction de l'évolution du couvert végétal. Lorsque l'ensemble de la surface n'était pas prospectable (buissons denses, cultures, etc.), l'observateur notait la surface prospectée afin d'appliquer ensuite un facteur de correction. Les relevés ont été réalisés préférentiellement le matin.

D'après une étude de Marx (2017) basé sur des suivis environnementaux menés sur 91 parcs, la moitié des cadavres d'oiseaux a été retrouvée à une distance comprise entre 15 et 35 mètres du mât de l'éolienne alors que la moitié des cadavres de chiroptères était plutôt retrouvée à une distance comprise entre 6 et 22 mètres du mât.



### Légende

- Zone de prospection
- Eolienne
- Transect de prospection



© Copyright - Dervenn Conseils Ingénierie - SIG  
 Réalisation - Bureau d'études Dervenn - 2022  
 Sources : GéoBretagne © Droits réservés - Reproduction interdite

### 2.3.3 Fréquence de prospection

Conformément au nouveau protocole national, 30 passages hebdomadaires ont été réalisés soit 4 prospections supplémentaires par rapport au suivi de 2021, permettant d'intégrer le suivi de la mortalité en avril. Les suivis ont eu lieu du 08/04/2022 au 28/10/2022.

**Tableau 9 : Dates des prospections pour le suivi de mortalité**

Passage	Date	Passage	Date
P1	08/04/2022	P16	22/07/2022
P2	15/04/2022	P17	29/07/2022
P3	22/04/2022	P18	05/08/2022
P4	29/04/2022	P19	11/08/2022
P5	06/05/2022	P20	19/08/2022
P6	13/05/2022	P21	25/08/2022
P7	20/05/2022	P22	02/09/2022
P8	27/05/2022	P23	09/09/2022
P9	03/06/2022	P24	15/09/2022
P10	10/06/2022	P25	23/09/2022
P11	17/06/2022	P26	30/09/2022
P12	24/06/2022	P27	07/10/2022
P13	01/07/2022	P28	14/10/2022
P14	07/07/2022	P29	21/10/2022
P15	15/07/2022	P30	28/10/2022

### 2.3.4 Facteur de correction

#### Coefficient de correction surfacique

Le coefficient de correction surfacique tient compte du fait que la totalité d'un parc ne peut pas forcément être prospectée (accès impossible du fait de la nature ou du développement de la végétation au sol, autorisation refusée par les propriétaires des parcelles, zones de cultures...). Il tient donc compte de la surface réellement prospectée.

*N.B. : Dans le cas où la végétation était plus haute que « mi-50 cm », les zones n'ont pas été prospectées. Le coefficient surfacique tient compte de ce postulat.*

## Test de persistance des cadavres

Afin de mesurer l'impact des animaux nécrophages autour des éoliennes, des cadavres de souris domestiques ont été placés aléatoirement dans le but de représenter des cadavres de chiroptères et d'oiseaux ayant été tués par les éoliennes. Chaque cadavre a été localisé afin de vérifier sa durée de persistance. Des visites le lendemain à J+1 puis à J+3, J+5, J+7 et J+14 ont permis d'estimer cette durée de persistance. Les contrôle prédatation à J+7 et J+14 ont été mutualisés avec les suivis de mortalité.

→ Etant donnée la période relativement longue du suivi, 2 phases de tests ont été réalisées. L'une au printemps et l'autre en fin d'été.

Cette variable peut également permettre d'ajuster la fréquence des visites sous les éoliennes. Selon les contextes, les années et les espèces, le taux de prédatation peut être très variable. Sur le parc du Rochereau, Williamson (2011) obtient un taux de prédatation variant de 0 à 95 % pour une semaine sur 3 année consécutive. Lekuona (2001) rapporte un fort et rapide taux de prédatation de 62 % des carcasses en 24 heures et de 75 % en 48 heures durant son étude au sein de 6 parcs en Espagne.

*N.B. : Dans la mesure du possible les cadavres de couleur claire étaient frottés dans la terre afin de diminuer leur visibilité et ne pas biaiser les résultats.*



**Figure 7 :** Cadavres de souris utilisés pour le calcul du taux de persistance

## Test d'efficacité de recherche

Cette étape préliminaire est réalisée à l'aide de substituts. Dans le cadre de ce suivi, 15 fausses souris de couleurs différentes ont été utilisées comme moyens de substitution à de vrais cadavres (matériel vivant) et ont été placées aléatoirement par un premier opérateur. Un second opérateur (celui testé)

effectue par la suite son parcours de recherche le long des transects de la zone d'étude afin de détecter le maximum de substituts possible.

Le nombre de substituts découverts par rapport au nombre de substituts déposés constitue le taux d'efficacité de recherche. Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal. Il est donc spécifique à ce dernier et à la période de l'année.

→ 3 opérateurs ont été testés ; Etant donnée la période relativement longue du suivi 2 phases de tests ont été réalisées.



**Figure 8 : Leurres utilisés en substitution de matériel vivant pour le test d'efficacité de recherche**

## Extrapolation des données brutes

Dans le cas des suivis directs de mortalité uniquement, une estimation standardisée de mortalité par an et par éolienne peut être donnée. Il est également très fréquent de voir les données de mortalité rapportées à une puissance totale du parc avec des taux de mortalité ou taux de collision en nombre d'individus/MW. Les méthodes d'extrapolation de mortalité des espèces à utiliser sont les suivantes :

- La formule de Huso (2011)
- Deux formules aux choix parmi : Erickson, 2000 ; Jones, 2009 ; Korner-Nievergelt, 2015 ; Limpens *et al*, 2013 ; Bastos *et al*, 2013, Dalthorp *et al*, 2017, etc.

Nous avons choisi d'utiliser les formules suivantes (idem qu'en 2020) :

- Erickson (2000)

Cette équation adaptée de la formule de Winkelman permet de faire le calcul même lorsque le taux de prédation est très élevé (donc le taux de persistance nul, c'est-à-dire si tous les cadavres disparaissent entre 2 visites). Pour cela, deux paramètres sont ajoutés, I (fréquence de passage ou durée de l'intervalle entre 2 visites) et tm (durée moyenne de persistance en jours).

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

- Jones (2009) & Huso (2010)

Ces 2 méthodes sont très similaires et reposent sur plusieurs hypothèses : le taux de mortalité est constant sur l'intervalle, la durée de persistance suit une variable exponentielle négative et la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle. La notion d'« intervalle effectif » est aussi ajoutée.

$$N \text{ estimé} = \frac{(Na - Nb)}{(a * d * \hat{e} * P)}$$

La principale différence entre ces deux formules provient du calcul du taux de persistance p :

- Pour Jones (2009) :

$$P = e^{-0,5 * \frac{I}{tm}}$$

- Pour Huso (2010)

$$p = tm * \frac{1 - e^{-\frac{I}{tm}}}{I}$$

**Tableau 10.** Définitions et formules des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité

Paramètre	Formule	Définition
$N_a$		Nombre total d'individus retrouvés morts
$N_b$		Nombre d'individus tués par une autre cause que les éoliennes (cadavres sans symptômes d'une mort par collision, projection/barotraumatisme)
$d$	$d = dt/dp$	Taux de découverte, variable en fonction du couvert végétal = <b>efficacité de recherche moyenne</b>
$dt$		Nombre de leurres trouvés
$dp$		Nombre de leurres placés
$I$		La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passages (en jours)
$tm$		Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) = <b>coefficient moyen de persistance</b>
$a$	$a = ar/at$	<b>Coefficient de correction surfacique</b>
$ar$		Surface réellement couverte
$at$	$at = Ne * \pi r^2$	Surface théorique (en m <sup>2</sup> )
$N_e$		Nombre d'éolienne
$r$		Rayon de recherche (en m)
$\hat{e}$	$\hat{e} = \text{Min}(I:\hat{I})/I$	Coefficient correcteur de l'intervalle
$\hat{I}$	$\hat{I} = -\log(0,01) * tm$	Intervalle effectif

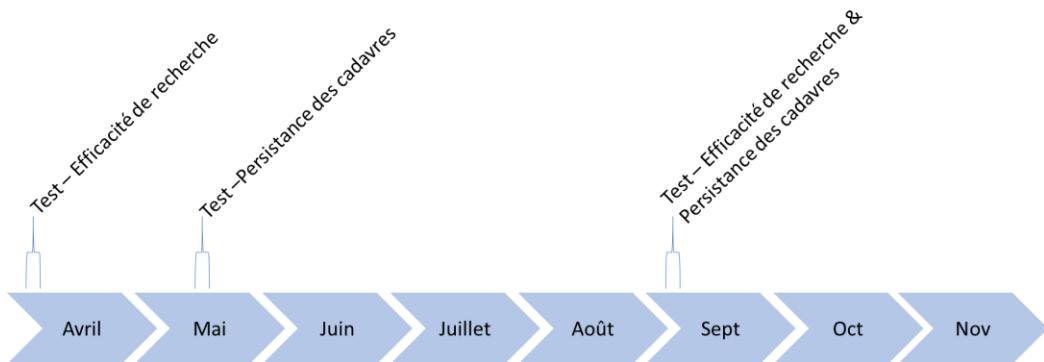
### 2.3.5 Biais / Limites de l'étude

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 prédatation peut varier selon les périodes de l'année. Enfin les relevés ont été réalisés sur 26 semaines (1 passage/semaine) ; 2 passages hebdomadaires auraient permis de diminuer le biais lié à la prédatation.

## 2.4 Dates et natures des prospections de terrain

**Tableau 11 :** Dates et conditions météorologiques et natures des prospections

Date	Météorologie	Nature des prospections
Suivi des végétations		
08/04/2022	/	<b>Cartographie de la végétation</b>
Suivi de mortalité		
08/04/2022	/	<b>Réalisation des tests</b> (Efficacité de recherche + persistance des cadavres)
16/05/2022	/	
05/09/2022	/	
08/04/2022 au 28/10/2022	Voir annexes	<b>Recherche de cadavres</b> dans un rayon de 50 m autour du mât de l'éolienne
Suivi de l'activité en altitude		
15/03/2022 au 20/11/2022	/	<b>Suivi en altitude de l'activité des chiroptères</b> et récupération de données en continu



**Figure 9.** Calendrier des sorties et de leurs motifs

## 2.5 Équipe projet

Les membres de Dervenn ayant pris part à cette étude, ainsi que leurs domaines d'expertise, sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 12 :** Nom et domaines d'intervention des membres de l'équipe projet

Domaine d'intervention	Nom
Chef de projet	Hélène LE GLATIN
Expert Flore et végétations	Emilien LANDAIS
Suivis mortalité (chiroptères)	Hélène LE GLATIN, Benoît DELÉTRE, Maxime CONSTANTIN
Suivi d'activité des chiroptères	Philippe PROUX – O-GEO
Contrôleur qualité	Vincent GUILLEMOT

## 2.6 Analyse de l'efficacité du bridage sur les chiroptères

### 2.6.1 Notion d'activité résiduelle

Notion développée par le bureau d'études O-GEO, l'activité résiduelle est l'activité qui n'est pas évitée par le fonctionnement de l'éolienne soumise à un « bridage Chiroptères ».

Cette activité résiduelle peut se décliner en :

- Nombre ou en proportion de contacts résiduels sur l'année, par mois ou par nuit ;
- Nombre ou en proportion de classes de 10 minutes positives résiduelles sur l'année, par mois ou par nuit ;
- Nombre ou en proportion de nuits avec de l'activité résiduelle, aussi nommées nuits résiduelles, sur l'année ou par mois.

La fréquentation résiduelle est étudiée sur des graphiques de profil annuel de fréquentation résiduelle. Des tableaux de synthèse permettent d'apporter les données chiffrées d'activité et de fréquentation résiduelle.

## 2.6.2 Notion d'activité évitée ou protégée

L'activité évitée ou protégée est l'inverse de l'activité dite résiduelle. Elle permet d'évaluer la capacité d'un bridage Chiroptères à éviter ou protéger l'activité des animaux.

## 2.6.3 Analyse de l'efficacité du pattern de bridage

Dans un premier temps, l'activité résiduelle est simulée en appliquant les différents seuils du pattern du bridage et en les confrontant aux mesures météorologiques, aux périodes de l'année et aux heures de la nuit.

Des phases d'arrêt de 10 minutes sont donc simulées. Tous les contacts qui sont concernés par des phases d'arrêt simulé composent l'activité protégée simulée. Tous les contacts qui ne sont pas concernés par ces phases d'arrêt constituent l'activité résiduelle simulée.

Un ratio est alors appliqué entre l'activité résiduelle simulée et le nombre de contacts initiaux. Pour ce calcul, ne sont retenus que les contacts dont la classe de 10 minutes est renseignée par des données météorologiques.

## 2.6.4 Analyse du fonctionnement des éoliennes asservies

### Données de fonctionnement

Dans un second temps, l'activité résiduelle réelle est calculée à partir des données de fonctionnement des éoliennes, en l'occurrence des données issues de l'agrégation des différentes alarmes enregistrées. Ces données sont converties de manière à renseigner chaque minute de la période d'application du bridage Chiroptères.

Pour un parc soumis à un bridage Chiroptères, les phases d'arrêt imputables à ce bridage sont confrontées aux phases d'arrêt simulé toutes les minutes.

Les données des alarmes sont parfois lacunaires et impliquent des corrections. Par exemple, une ligne

d'activation n'est parfois pas suivie d'une ligne de désactivation mais une nouvelle d'activation apparaît.

Dans ce cas de figure, l'arrêt est considéré continu.

### Les types d'arrêts

Développée par le bureau d'études O-GEO, l'analyse du fonctionnement des éoliennes s'appuient donc sur différents états de l'arrêt de l'éolienne :

- « Hors phase de bridage » : aucun arrêt n'est attendu et aucun arrêt n'est constaté dans le fonctionnement des éoliennes ;
- « Arrêt attendu » : un arrêt est attendu au regard des seuils de bridage appliqués et est constaté dans le fonctionnement des éoliennes ;
- « Arrêt inattendu » : un arrêt n'est pas attendu au regard des seuils de bridage appliqués, mais un arrêt est constaté dans le fonctionnement des éoliennes ;
- « Arrêt manquant » : un arrêt est attendu au regard des seuils de bridage appliqués, mais aucun arrêt n'apparaît dans le fonctionnement des éoliennes.

## Les types d'arrêts et l'activité résiduelle

Ces états de fonctionnement sont associés à l'activité chiroptérologique résiduelle. Se déclinent alors les catégories suivantes qui sont illustrées dans les graphiques dédiés à l'analyse :

- « **Absence d'activité – Hors phase de bridage** » : aucun arrêt n'est attendu, aucun arrêt n'est constaté dans le fonctionnement des éoliennes et aucune activité résiduelle n'est détectée ;
- « **Activité résiduelle – Hors phase de bridage** » : aucun arrêt n'est attendu, aucun arrêt n'est constaté dans le fonctionnement des éoliennes et de l'activité résiduelle est détectée ;
- « **Absence d'activité – Arrêt attendu** » : un arrêt est attendu au regard des seuils de bridage appliqués, il est constaté dans le fonctionnement des éoliennes et de fait aucune activité résiduelle n'est constatée ;
- « **Absence d'activité – Arrêt inattendu** » : un arrêt n'est pas attendu au regard des seuils de bridage appliqués mais un arrêt est constaté dans le fonctionnement des éoliennes et de fait aucune activité résiduelle n'est constatée ;
- « **Absence d'activité – Arrêt manquant** » : un arrêt est attendu au regard des seuils de bridage appliqués, mais aucun arrêt n'apparaît dans le fonctionnement des éoliennes et aucune activité résiduelle n'est détectée ;
- « **Activité résiduelle – Arrêt manquant** » : un arrêt est attendu au regard des seuils de bridage appliqués, mais aucun arrêt n'apparaît dans le fonctionnement des éoliennes, de plus une activité résiduelle est détectée.

## Analyse des arrêts et de l'activité résiduelle

L'analyse graphique s'appuie sur :

- Un profil annuel par session de l'état de l'arrêt, spécifique à chaque éolienne, qui décrit au cours de la nuit et des sessions les types d'arrêt enregistrés, par classe de 10 minutes écoulées, et l'activité résiduelle ;
- Un tableau de synthèse des états de fonctionnement et de l'activité résiduelle et évitée.

L'inertie des éoliennes implique une certaine temporisation de la mise en arrêt. En effet, elles ne peuvent s'arrêter et redémarrer toutes les minutes. Ainsi, le type « arrêt manquant » apparaît couramment dans les analyses sauf ajustement spécifique du paramétrage des éoliennes.

Le type « arrêt inattendu » met en évidence des arrêts qui n'avaient pas lieu d'être. Ces derniers peuvent aussi être la conséquence des modèles de paramétrage des éoliennes. Ils peuvent donc apparaître couramment dans les analyses.

La bonne application d'un pattern de régulation se mesure ainsi à la forte proportion du type « arrêt attendu » et à la faible proportion du type « arrêt manquant ». La forte proportion de type « arrêt inattendu » peut indiquer un excès d'arrêt des éoliennes, ou une accentuation du pattern de régulation en cours d'année de suivi.

### 3 Résultats :

---

#### 3.1 Données de fonctionnement des éoliennes du parc

Durant la période du 15/03/2022 au 20/11/2022, les rotors des 3 éoliennes ont tourné à une vitesse moyenne de 6,31 tr.min<sup>-1</sup> pour une vitesse moyenne de vent de 5,16 m.s<sup>-1</sup>.

**Tableau 13.** Synthèse des données de fonctionnement des éoliennes durant le suivi mortalité

Eolienne	Vitesse moyenne du rotor (tr.min <sup>-1</sup> )	Vitesse maximale du rotor (tr.min <sup>-1</sup> )	Vitesse moyenne de vent (m.s <sup>-1</sup> )
CJ1	6,27	11,76	5,15
CJ2	6,29	11,74	5,06
CJ3	6,36	11,75	5,26

Le Batcorder GSM (enregistreur automatique) a été placé dans la nacelle de l'éolienne 1.

## 3.2 Suivi des habitats naturels et de l'évolution de la végétation

### 3.2.1 Analyse des surfaces relevées

Les cultures et tout particulièrement le maïs, représentent près de 50% des 3 ha prospectés dans le cadre des suivis de mortalité. Les zones empierrées comme les plateformes et les parkings représentent 30% du total. Les surfaces en prairie sont quant à elles plus localisées et occupent 16% du total.

Les cultures et la prairie n'ont pas pu être prospectés au cours de toute la période de suivi. En effet, lorsque les végétations étaient denses et avec une hauteur supérieure à 50 cm, ces surfaces ont été exclues.

Le réseau de haies est relativement dense dans ce secteur et une haie proche de l'éolienne 2 est orientée en direction du mât.

**Tableau 14.** Surface occupée par les différentes typologies d'habitats dans la zone de prospection

Intitulé habitat	Code Corine	Surface totale (ha)	% de la surface totale
<b>Céréale et colza</b>	82.1	0,454	15,1
<b>Maïs</b>	82.1	1,042	34,7
<b>Haie multistrate</b>	84.1	0,122	4,1
<b>Prairie</b>	38.1	0,482	16,0
<b>Parking - zone empierrée (plateforme)</b>	/	0,903	30,1
<b>TOTAL</b>	/	3	100

Les espaces proches des plateformes sont majoritairement des milieux de cultures monospécifiques. La Forêt de feuillus de Coatjégu constitue également une part importante (environ 1/4) des habitats proches des plateformes mais hors de la zone de prospection.

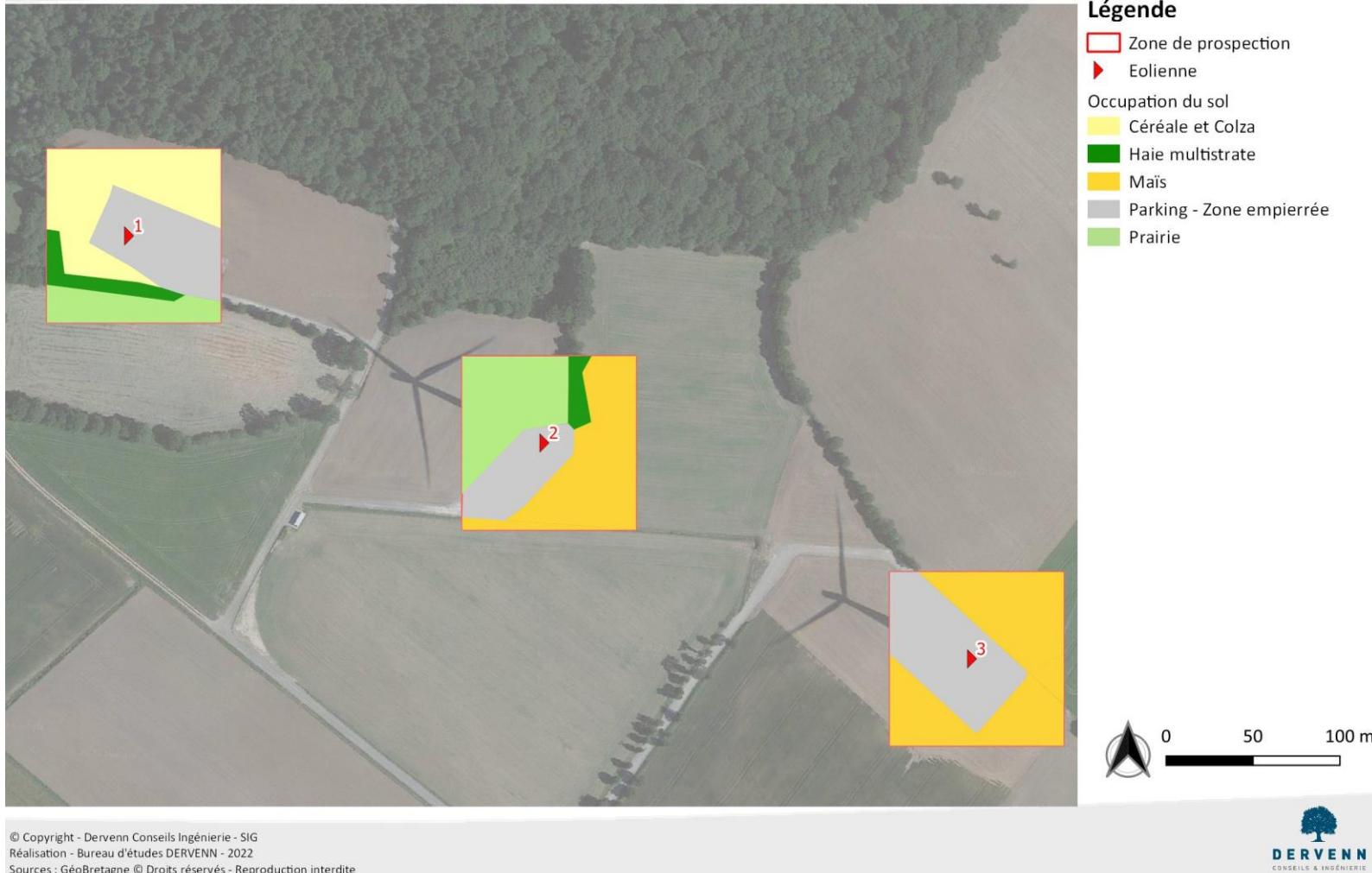


**Figure 10 : Plateforme de CJ1 (gauche) et Prairie (droite)**



**Figure 11 : Culture de Maïs (gauche) et Haie (droite)**

## Cartographie de l'occupation du sol au pied des éoliennes



**Figure 12 : Occupation du sol sous les éoliennes, dans la zone de prospection**

Les linéaires de haies ont également été relevés et catégorisés :

- Haie dense ;
- Haie basse ;
- Haie lâche ;

Intitulé d'habitat	Linéaire totale (m)	% du linéaire total
<b>Haie dense</b>	405	32.3
<b>Haie basse</b>	33	2.63
<b>Haie lâche</b>	816	65
<b>TOTAL</b>	1 254	100

**Aucune évolution significative des végétations n'a été observée depuis la campagne de suivi de 2022.**

## Cartographie des habitats



© Copyright - Dervenn Conseils Ingénierie - SIG  
 Réalisation - Bureau d'études Dervenn - 2022  
 Sources : GéoBretagne © Droits réservés - Reproduction interdite

Figure 13 : Cartographie des végétations dans un rayon de 100 m autour des éoliennes

### 3.3 Suivi en altitude de l'activité des chiroptères

#### 3.3.1 Influence des conditions climatiques (vent et température) et de la durée de la nuit

Le jeu de données (température, vitesse moyenne du vent, durée de la nuit) provient des éoliennes du parc de Coatjegu et celui des contacts des chiroptères provient de l'enregistreur GSM BatCorder positionné sur l'éolienne CJ1. Les écoutes en continu ont été réalisées entre le 15/03/2022 et le 20/11/2022 puis analysées par les logiciels BatIdent, BcAnalyze3 pro et BcAdmin4 (EcoObs). Les graphiques ci-dessous sont constitués d'histogrammes qui associent donc les données météorologiques avec les différents contacts chiroptérologiques. Les contacts principaux et secondaires ont été utilisés dans cette analyse.

Les trois éoliennes ont été équipées d'une sonde de température et d'un anémomètre. L'éolienne de référence étant CJ1, les données retenues sont celles de CJ1. Ces données sont associées à celles décrivant l'activité des Chiroptères. La distribution de l'activité en fonction des données de température et de vent peut ainsi être étudiée (voir ci-après).

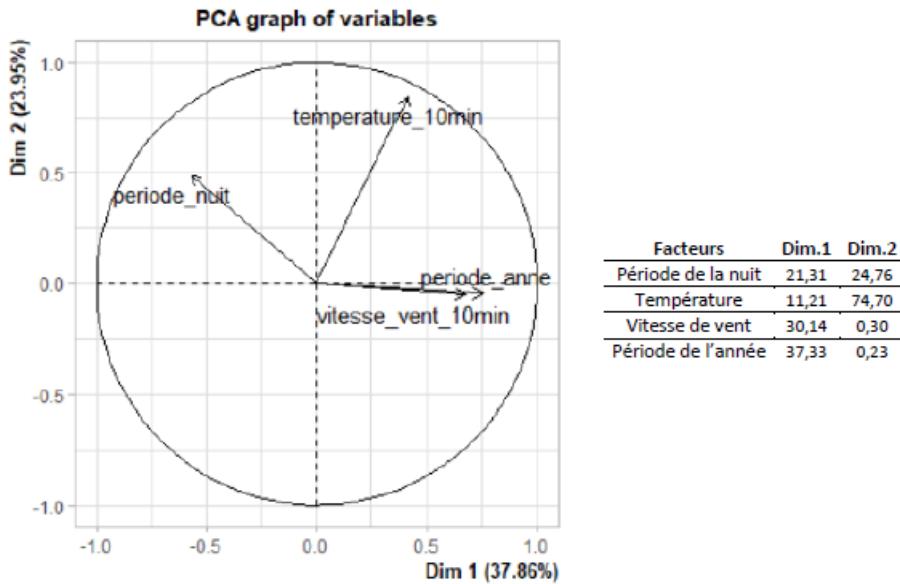
Sont retenus dans cette analyse la période de l'année, la période de la nuit, la température et la vitesse du vent. Ces derniers paramètres sont retenus dans la déclinaison des paramètres de bridage des éoliennes en cas de besoin de réduction des impacts.

Pour déterminer l'influence des différents facteurs, une analyse à composante principale est réalisée à partir des données mesurées toutes les 10 minutes.

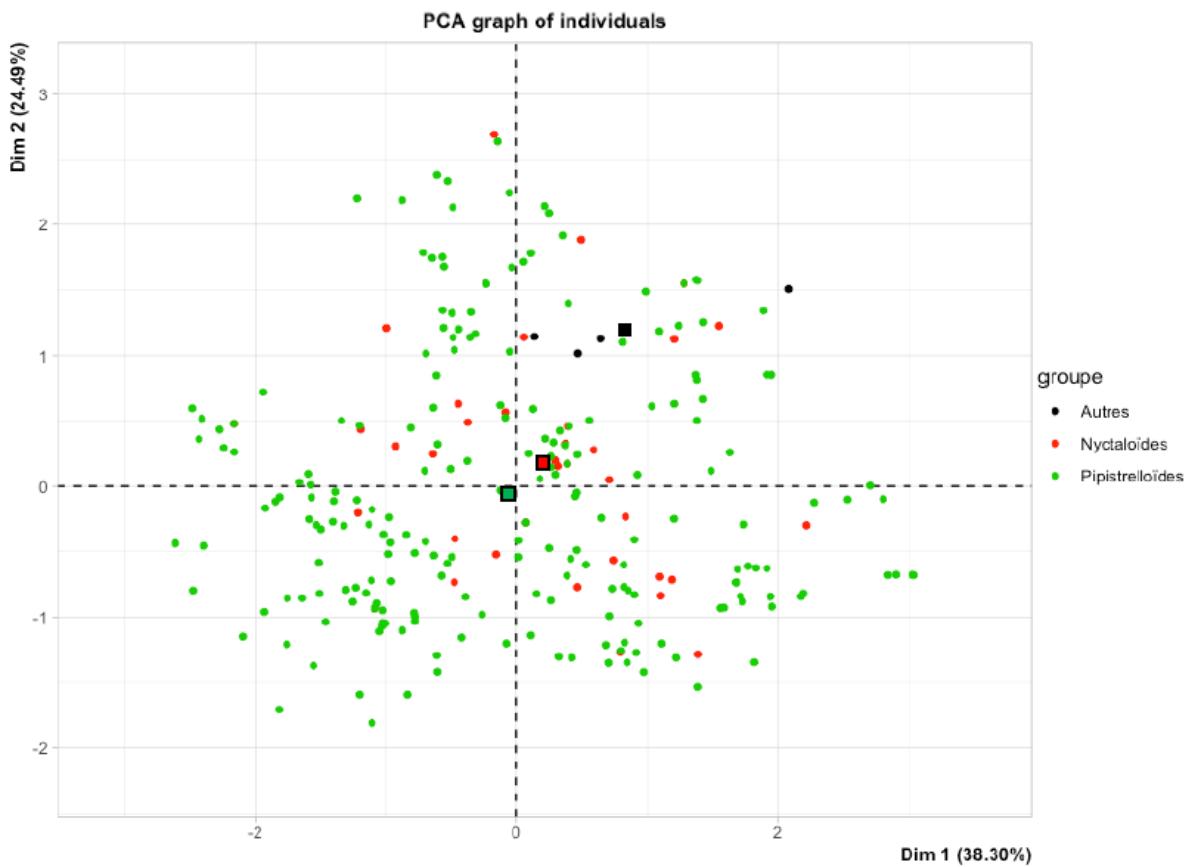
Les deux premiers axes ont des proportions équivalentes, inférieures à 38 %. Ainsi, les niveaux d'influence des deux axes sont proches.

Les facteurs « période de l'année » et « vitesse de vent » influencent l'activité dans un premier axe et dans des proportions communes, la période de l'année en tête (dimension horizontale Dim 1, Graph. 13). Le facteur « température » influence nettement dans un second axe l'activité (dimension verticale Dim 2, Fig. 14). Le facteur « période de la nuit » n'influence pas l'une ou l'autre des dimensions.

Les données d'activité des Nyctaloïdes et Pipistrelloïdes sont centrées et proches (Fig. 15). Elles évoquent un comportement commun des espèces en fonction des facteurs étudiés. Par contre, les données d'activité du groupe « Autres », qui compte seulement la Barbastelle d'Europe, sont éloignées des deux groupes précédents. Elles évoquent un comportement différent de la Barbastelle d'Europe, par rapport au groupe des Nyctaloïdes et des Pipistrelloïdes, en fonction des facteurs étudiés.



**Figure 14 :** Graphique d'analyse en composante principale des variables sous la nacelle de CJ1



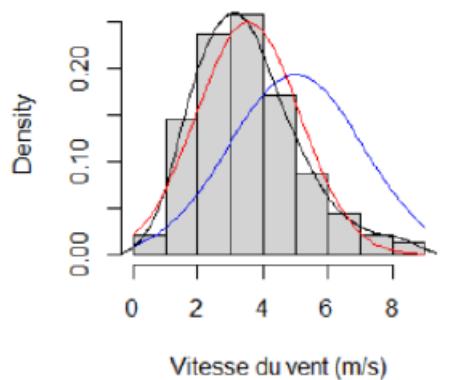
**Figure 15 :** Graphique d'analyse en composante principale des données de 10 minutes sous la nacelle de l'éolienne CJ1

## Influence du vent

L'activité chiroptérologique se répartie selon des vents compris entre 0,6 et 8,7 m/s.

**90 % de l'activité est réalisée lors des épisodes de vents inférieurs à 7,65 m/s.**

A noter la présence de chiroptères à 8,7 m/s soit environ 31,3 km/h.



Courbe noir : densité de données d'activité  
Courbe rouge : densité de données d'activité selon la Loi normale  
Courbe bleu : densité de données d'absence d'activité

**Figure 16 :** Densité de données d'activité en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 78m de hauteur, en m/s), durant toute la période d'étude, sous la nacelle de l'éolienne CJ1

La densité augmente rapidement jusqu'à 3 m/s puis diminue plus progressivement jusqu'à 8 m/s. Cette distribution est décalée par rapport à celle des données sans activité. Ce décalage témoigne d'une sélection par les Chiroptères de vitesses de vent plus faibles.

La distribution des données montre une activité se distribuant en-dessous de vitesses de vent maximales qui varient au cours de l'année (Tableau 15, Fig. 17 à Fig. 18) :

- En mars : 2,16 m/s ;
- En avril : 5,11 m/s ;
- En mai : 6,07 m/s ;
- En juin : 5,69 m/s ;
- En juillet : 6,13 m/s ;
- En août : 6,61 m/s ;
- En septembre : 6,68 m/s ;
- En octobre : 8,68 m/s.

Le quantile 90 représente la vitesse de vent en-dessous de laquelle 90% de l'activité des Chiroptères s'effectue. D'après le tableau et le graphique suivant, 90% de l'activité se passe en-dessous de :

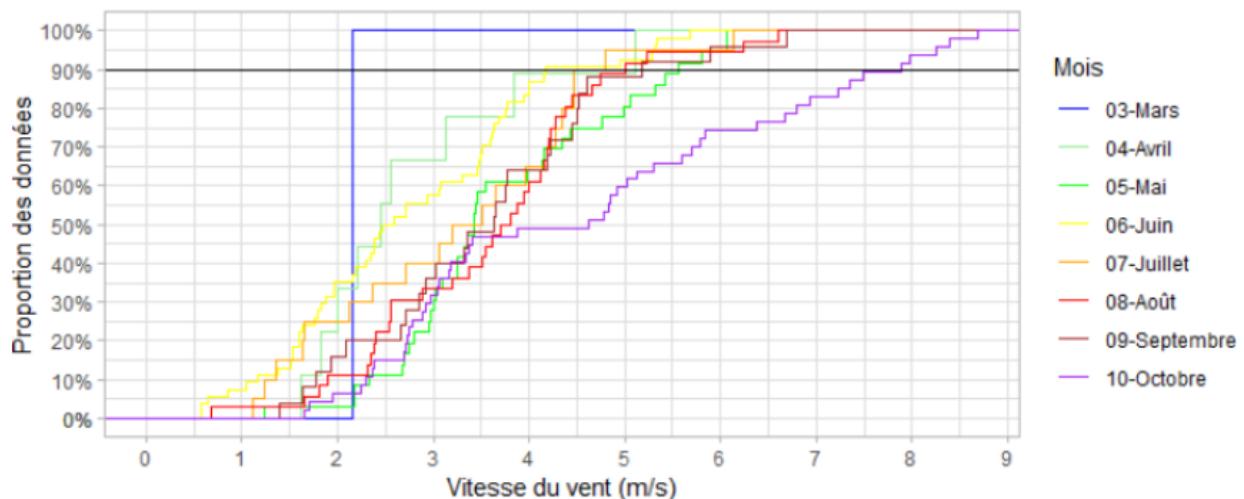
- En mars : 2,16 m/s ;
- En avril : 4,09 m/s ;
- En mai : 5,49 m/s ;
- En juin : 4,17 m/s ;

- En juillet : 4,50 m/s ;
- En août : 4,87 m/s ;
- En septembre : 4,95 m/s ;
- En octobre : 7,65 m/s.

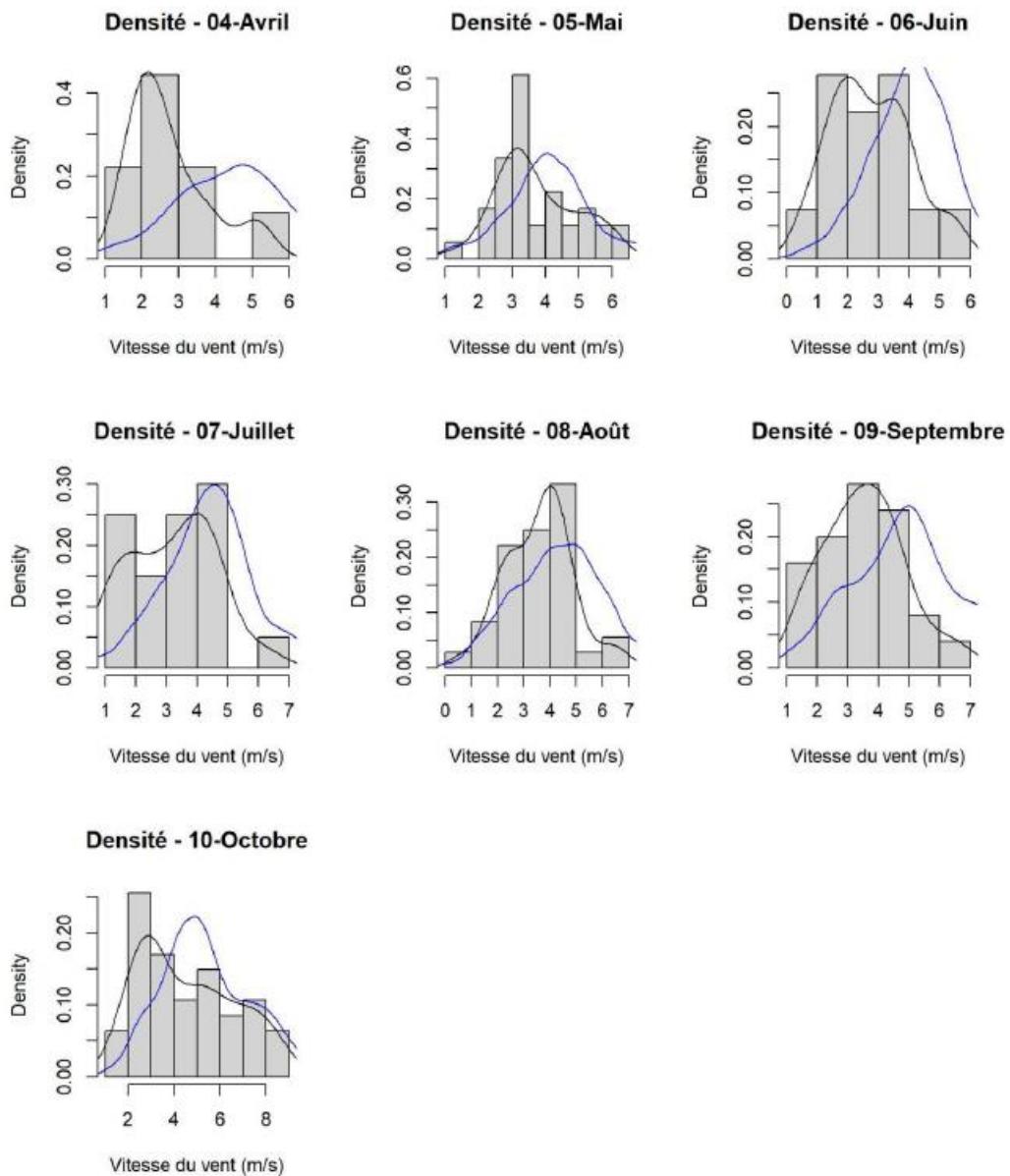
Les vitesses de vent du quantile 90 peuvent être une base pour établir les seuils de bridages qui permettraient d'éviter 90% de l'activité des Chiroptères selon l'activité de 2022.

**Tableau 15.** Données quantiles des durées de la nuit en fonction de la vitesse du vent

mois	quant25	quant50	quant75	quant90	quant95	quant98	quant100
Mars	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
Avril	2,00	2,45	3,13	4,09	4,60	4,91	5,11
Mai	2,96	3,42	4,52	5,49	5,87	6,07	6,07
Juin	1,76	2,53	3,63	4,17	5,29	5,33	5,69
Juillet	2,01	3,36	4,30	4,50	4,87	5,62	6,13
Août	2,56	3,76	4,23	4,87	5,48	6,35	6,61
Septembre	2,71	3,64	4,46	4,95	5,74	6,30	6,68
Octobre	2,83	4,63	6,10	7,65	8,16	8,42	8,68
Novembre	-	-	-	-	-	-	-



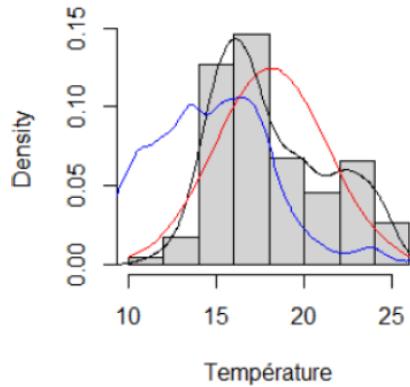
**Figure 17.** Courbe de distribution cumulative en fonction de la vitesse de vent



**Figure 18 : Densité des données d'activité en fonction de la vitesse du vent, durant chaque mois, sous la nacelle de l'éolienne CJ1**

## Influence de la température

L'activité chiroptérologique se répartie selon des températures comprises entre 11°C et 25°C mais elle est surtout centrée sur les 16°C.



Courbe noir : densité de données d'activité

Courbe rouge : densité de données d'activité selon la Loi normale

Courbe bleu : densité de données d'absence d'activité

**Figure 19 : Densité de données d'activité en fonction de la température, durant toute la période d'étude, sous la nacelle de l'éolienne CJ1**

**90 % de l'activité est réalisée à des température comprises entre 13 et 25°C.**

La distribution des données montre une activité se distribuant au-dessus de températures minimales qui varient au cours de l'année (Tableau 16, Fig. 20 à Fig. 21) :

- En mars : 15,06°C ;
- En avril : 12,69°C ;
- En mai : 11,19°C ;
- En juin : 13,07°C ;
- En juillet : 14,67°C ;
- En août : 16,7°C ;
- En septembre : 15,06°C ;
- En octobre : 14,09°C.

Le quantile 90 représente la température au-dessus de laquelle 90% de l'activité des Chiroptères se manifeste. D'après le tableau et le graphique suivant, les seuils du quantile 90% sont les suivants :

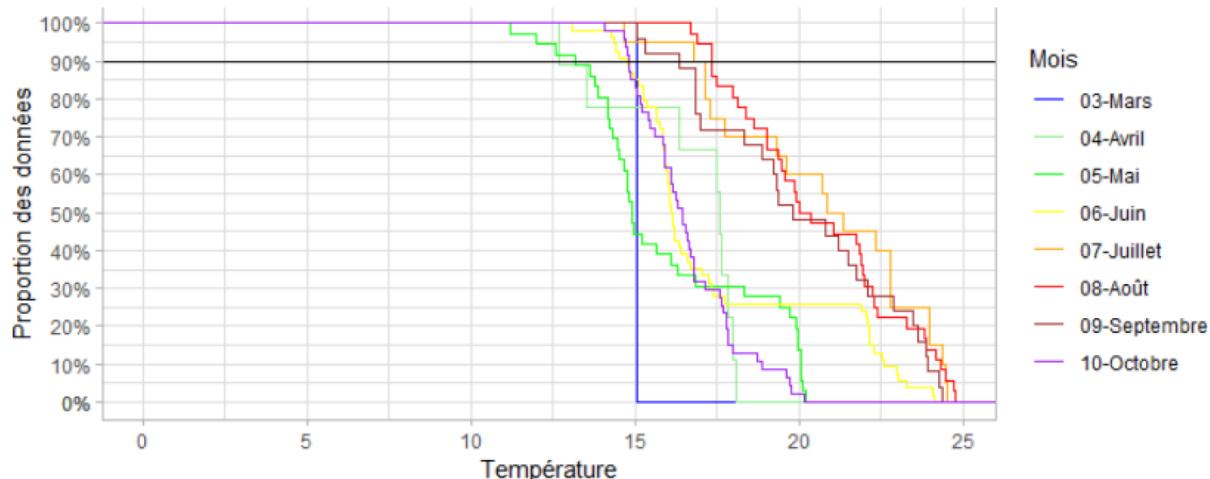
- En mars : 15,06°C ;
- En avril : 13,37 °C ;
- En mai : 13,41°C ;
- En juin : 14,78°C ;
- En juillet : 17,09°C ;
- En août : 17,35°C ;
- En septembre : 16,53°C ;

- En octobre : 14,80°C.

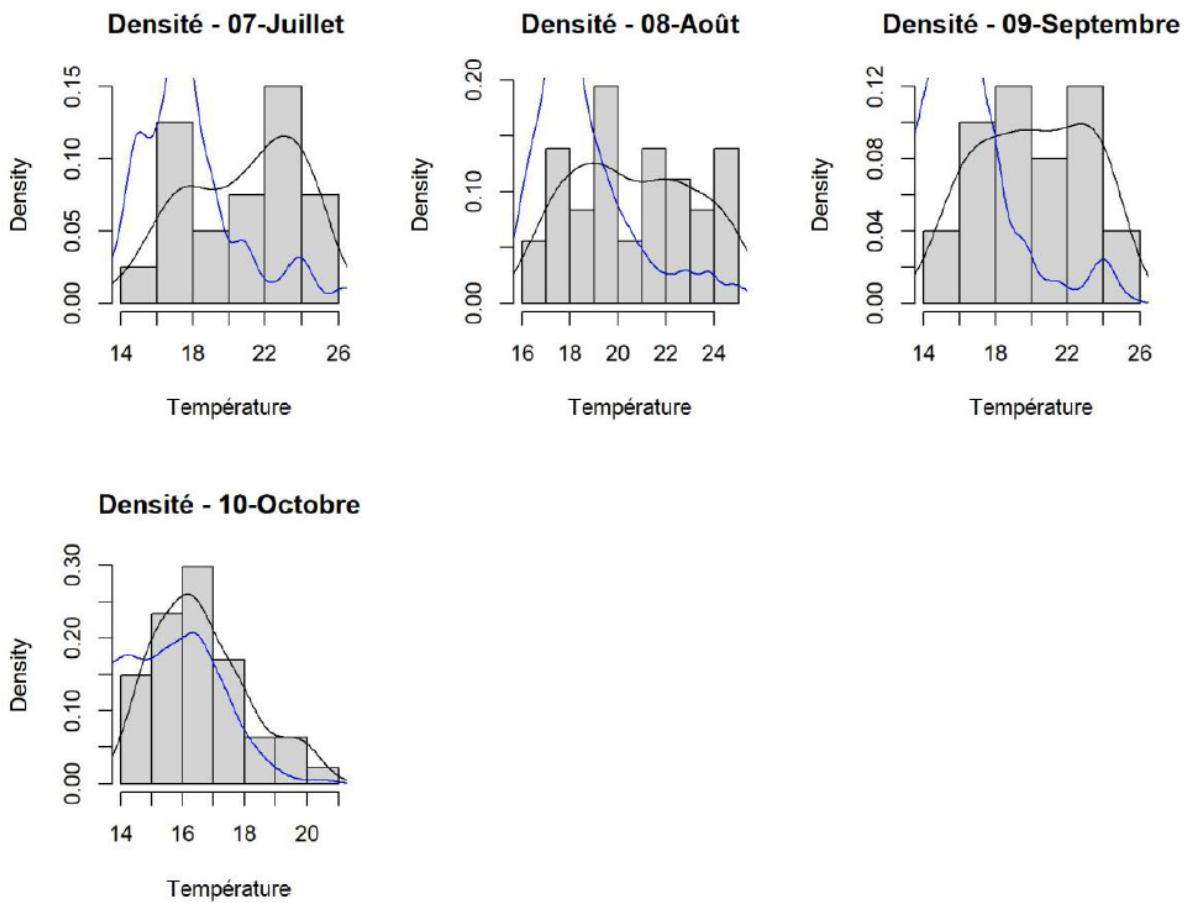
Les températures du quantile 90 peuvent être une base pour établir les seuils de bridage qui permettraient d'éviter 90% de l'activité des Chiroptères selon l'activité de 2022.

**Tableau 16.** Valeurs mensuelles des températures en °C pour différents quantiles de données d'activité des chiroptères, toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1

mois	quant25	quant50	quant70	quant90	quant95	quant98	quant100
Mars	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06
Avril	17,83	17,57	16,35	13,37	13,03	12,69	12,69
Mai	19,51	14,90	14,21	13,41	12,42	11,19	11,19
Juin	20,86	16,12	15,69	14,78	14,40	13,07	13,07
Juillet	23,09	21,10	17,63	17,09	16,70	14,67	14,67
Août	22,34	20,18	18,55	17,35	17,21	16,70	16,70
Septembre	22,90	19,83	17,00	16,53	15,50	15,06	15,06
Octobre	17,66	16,44	15,46	14,80	14,73	14,09	14,09
Novembre	-	-	-	-	-	-	-



**Figure 20 :** Courbe de proportion des données en fonction des températures (°C), toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1



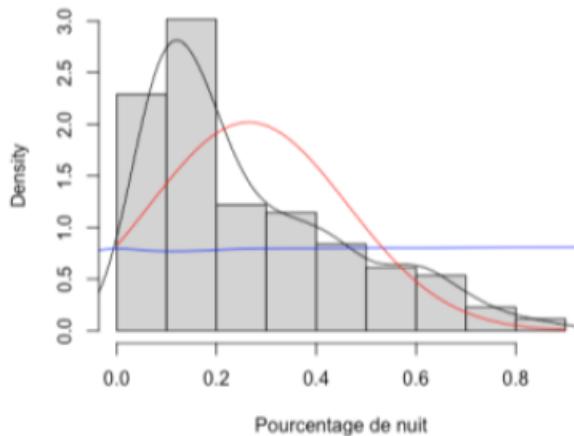
*Les données sont insuffisantes au mois de mars pour générer un graphique de densité (15 sessions en mars et 20 sessions en novembre)*

**Figure 21** : Densité des données d'activité en fonction de la température durant chaque mois, sous la nacelle de l'éolienne CJ1

## Influence de la période de la nuit

Les données utilisées sont les classes de 10 minutes positives.

L'activité est plus dense dans les premiers 20 % du début de la nuit sur l'ensemble de la période d'étude (Fig. 22). Elle ne suit pas la distribution des données de pourcentage de nuit écoulé. Le début de nuit est clairement privilégié et l'activité diminue pour être quasi absente en fin de nuit.



Courbe noir : densité de données d'activité

Courbe rouge : densité de données d'activité selon la Loi normale

Courbe bleu : densité de données d'absence d'activité

**Figure 22 :** Densité de données d'activités en fonction de la proportion de nuit écoulée, durant toute la période d'étude sous la nacelle de l'éolienne CJ1

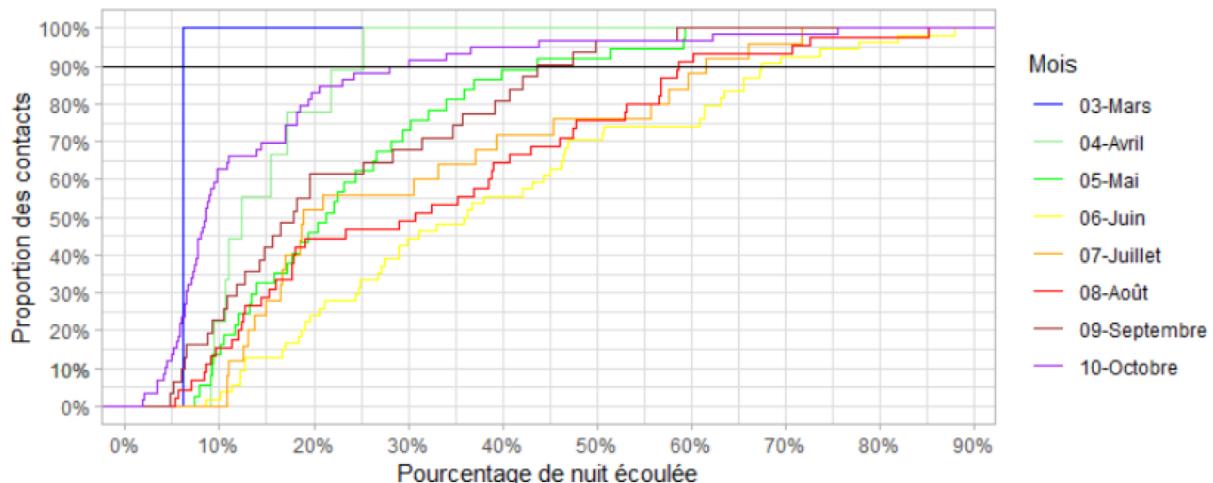
Ce phénomène d'activité en première partie de nuit se reproduit tous les mois sauf en juin (Fig. 23).

Durant ce dernier, l'activité semble plus régulière au cours de la nuit pour disparaître après 80 %.

Le graphique et le tableau suivant apportent des informations sur la distribution de l'activité en fonction de la proportion de nuit écoulée (Fig. 24, Tableau 17, Tableau 18).

**Tableau 17 :** Valeurs mensuelles des proportions de nuit écoulée pour différents quantiles de données d'activité, toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1

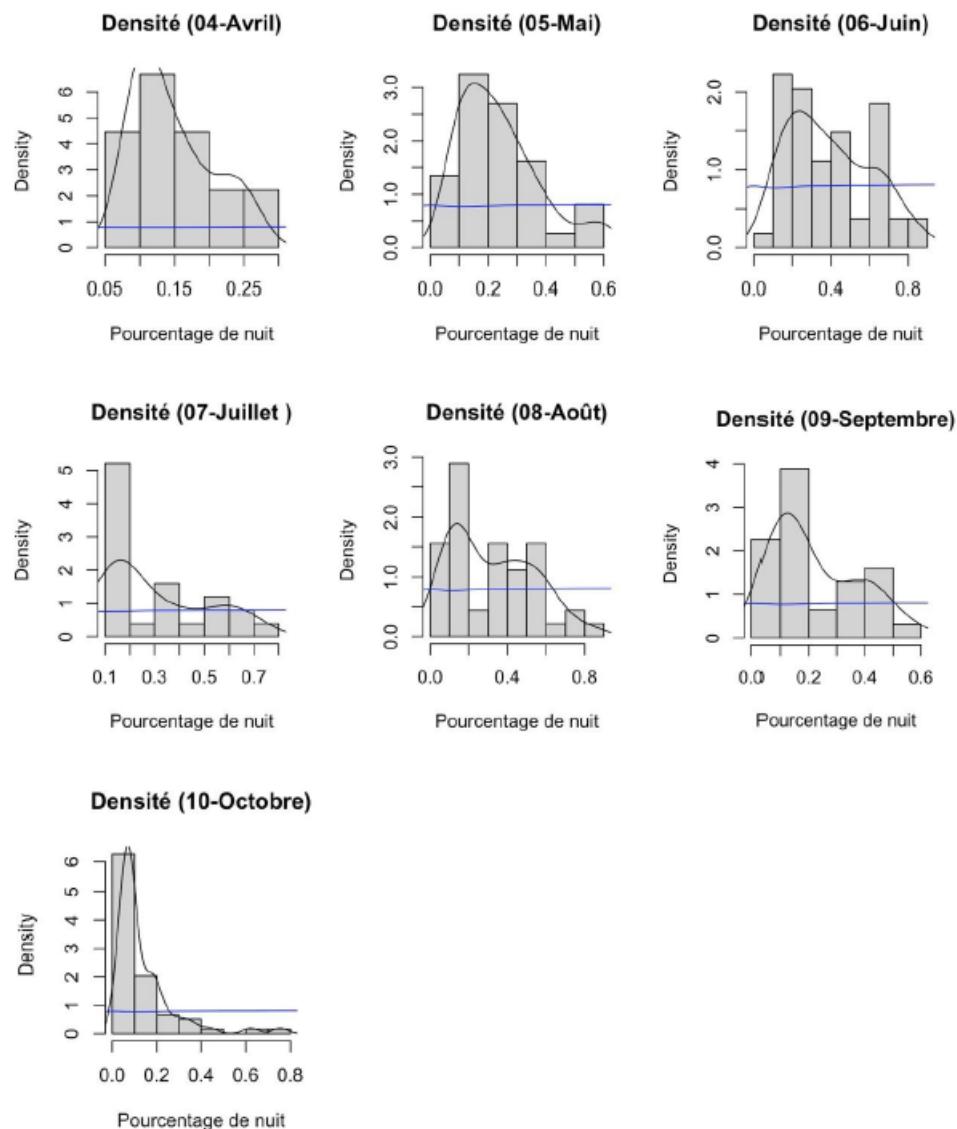
mois	quant25	quant50	quant75	quant90	quant95	quant98	quant100
Mars	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%
Avril	10,69%	12,29%	17,09%	22,57%	23,94%	24,76%	25,31%
Mai	13,15%	21,35%	30,16%	41,38%	52,90%	59,25%	59,37%
Juin	20,70%	36,04%	58,40%	67,37%	75,07%	81,58%	87,83%
Juillet	14,87%	18,93%	45,39%	60,82%	65,10%	69,00%	71,80%
Août	12,72%	30,75%	47,82%	58,60%	68,64%	74,02%	85,18%
Septembre	10,65%	17,80%	35,24%	43,69%	48,58%	53,25%	58,43%
Octobre	6,30%	8,51%	17,59%	28,49%	37,29%	59,33%	75,44%
Novembre	-	-	-	-	-	-	-



**Figure 23** : Courbe de proportion des données en fonction de la proportion de nuit écoulée, toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1

**Tableau 18** : Durées de nuits écoulées pour différents quantiles de données d'activité, toutes espèces confondues, sous la nacelle de l'éolienne CJ1

mois	quant25	quant50	quant75	quant90	quant95	quant98	quant100
03-mars	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,06	0,77
04-avr	1,19	1,37	1,91	2,52	2,67	0,25	2,83
05-mai	1,25	2,02	2,86	3,92	5,01	0,59	5,63
06-juin	1,70	2,97	4,81	5,54	6,18	0,82	7,23
07-juil	1,33	1,69	4,05	5,43	5,82	0,69	6,42
08-août	1,34	3,24	5,04	6,18	7,24	0,74	8,98
09-sept	1,31	2,19	4,33	5,36	5,97	0,53	7,17
10-oct	0,89	1,20	2,47	4,00	5,24	0,59	10,60
11-nov	-	-	-	-	-	-	-



Courbe noir : densité de données d'activité - Courbe bleu : densité de données d'absence d'activité

Les données sont insuffisantes au mois de mars pour générer un graphique de densité (15 sessions en mars et 20 sessions en novembre)

**Figure 24 : Densité des données d'activité en fonction de la proportion de nuit écoulée durant chaque mois, sous la nacelle de l'éolienne CJ1**

### 3.3.2 Activité des chiroptères

#### Résultats bruts

Durant la période d'enregistrement du 15/03 au 20/11/2022, soit 249 nuits cumulant 2 588 heures d'écoute nocturne sous la nacelle de CJ1, l'étude s'appuie sur 1 896 séquences qui génèrent 1 934 séquences-espèces et aboutissent à 1 588 contacts.

#### • Diversité du peuplement

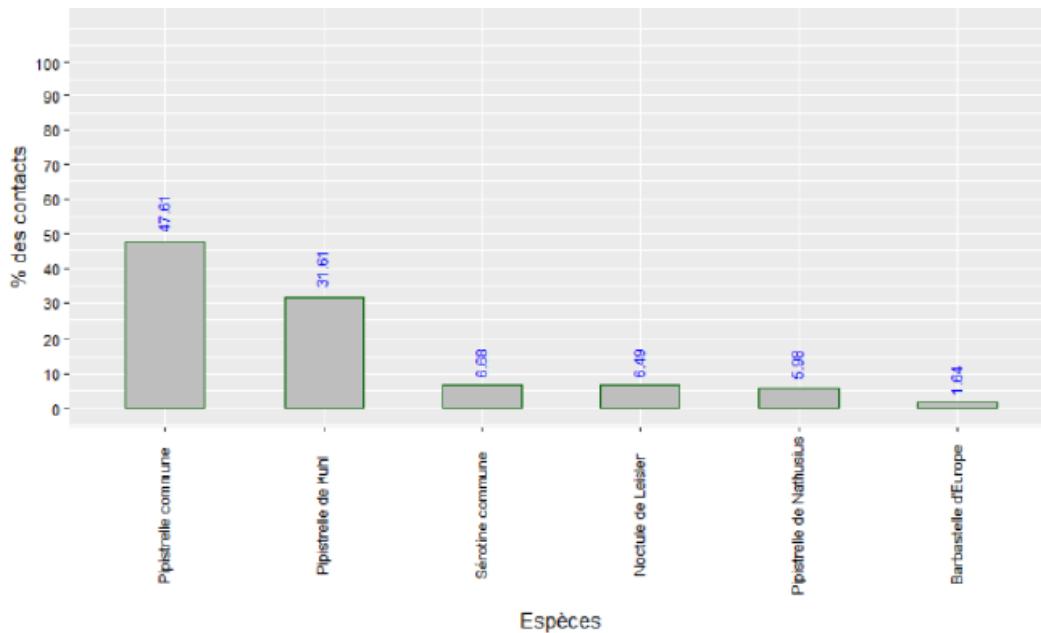
6 espèces ont été contactées :

- Pipistrelle commune ;
- Pipistrelle de Kuhl ;
- Pipistrelle de Nathusius ;
- Noctule de Leisler ;
- Barbastelle d'Europe ;
- Sérotine commune.

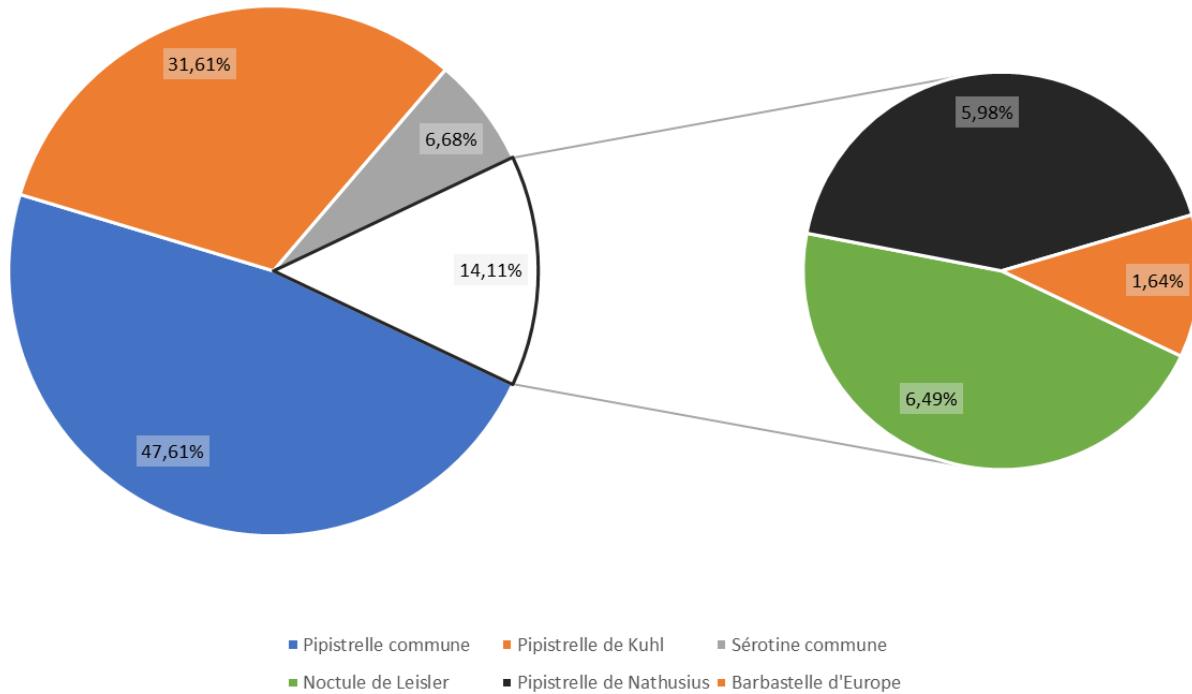
**Tableau 19. Répartition des contacts par espèce ou groupe d'espèces de Chiroptères par mois en 2022**

Nom vernaculaire	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total	Pourcentage
Barbastelle d'Europe							26			26	1,64
Noctule de Leisler			1			33	50	19		103	6,49
Pipistrelle commune		36	202	150	102	50	20	196		756	47,61
Pipistrelle de Kuhl	2		86	112	23	186	65	28		502	31,61
Pipistrelle de Nathusius		17	11	12	21		23	11		95	5,98
Sérotine commune			13	6	2	81	4			106	6,68
<b>Total général</b>	<b>2</b>	<b>53</b>	<b>313</b>	<b>280</b>	<b>148</b>	<b>350</b>	<b>188</b>	<b>254</b>	<b>0</b>	<b>1588</b>	<b>100</b>

La Pipistrelle de commune est l'espèce qui a été le plus contactée sur le parc en 2022 (47,61% des contacts).

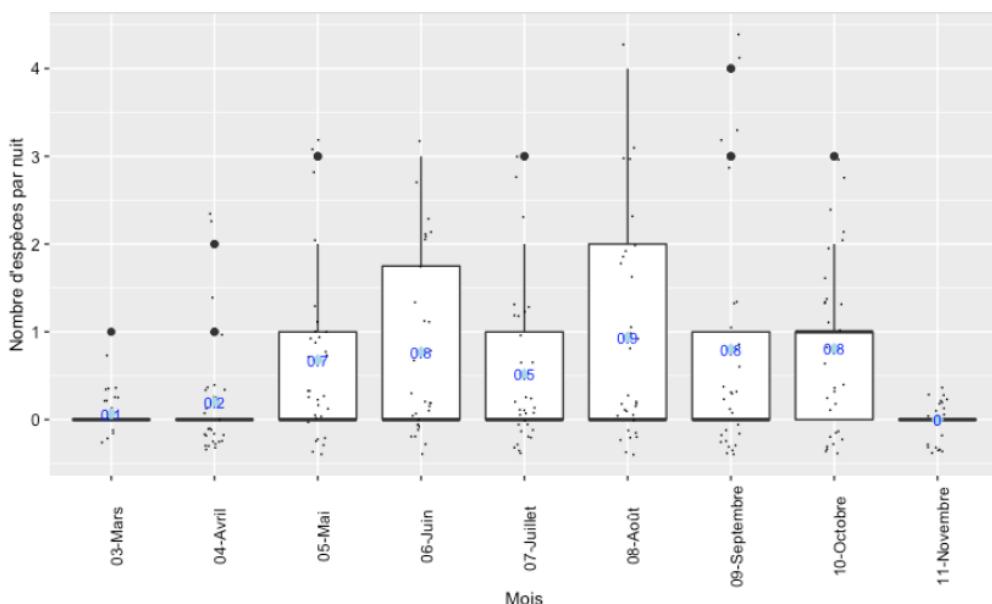


**Figure 25 : Proportion des contacts enregistrés pour chaque espèce en 2022**



**Figure 26.** Répartition des contacts par espèce

Cette diversité moyenne évolue très peu au cours de l'année (Fig. 26 et Tableau 20). La diversité moyenne est nulle en novembre. Elle oscille entre 0,13 et 0,94 espèces par nuit les autres mois. Ainsi, d'un mois à l'autre, il faut entre 2 et 10 nuits pour détecter une espèce de chiroptères. Notons que le nombre maximum d'espèces contactées sur une nuit augmente progressivement jusqu'en septembre. Sous la nacelle de CJ1, la diversité moyenne est très faible sur toute la période de suivi.



**Figure 27.** Nombre moyen d'espèces présentes par nuit et par mois (CJ1)

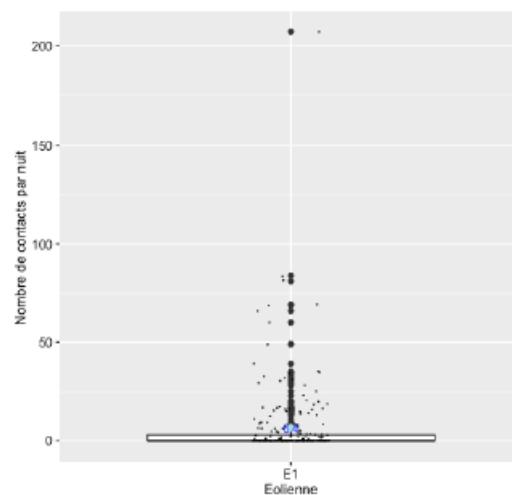
**Tableau 20 : Indices de diversité en fonction des mois**

Point	Mois	Moyenne	Médiane	Max	Min
E1	Mars	0.13	0	1	0
E1	Avril	0.20	0	2	0
E1	Mai	0.68	0	3	0
E1	Juin	0.77	0	3	0
E1	JUILLET	0.52	0	3	0
E1	Août	0.94	0	4	0
E1	Septembre	0.80	0	4	0
E1	Octobre	0.81	1	3	0
E1	Novembre	0.00	0	0	0

- Densité toutes espèces et par groupe

Toutes espèces confondues, le nombre de contacts par nuit est cumulé sur chaque point d'écoute. La densité moyenne est calculée en nombre de contacts par nuit (c/n).

La densité moyenne sous la nacelle de l'éolienne CJ1 est de 6,4 contacts par nuit.

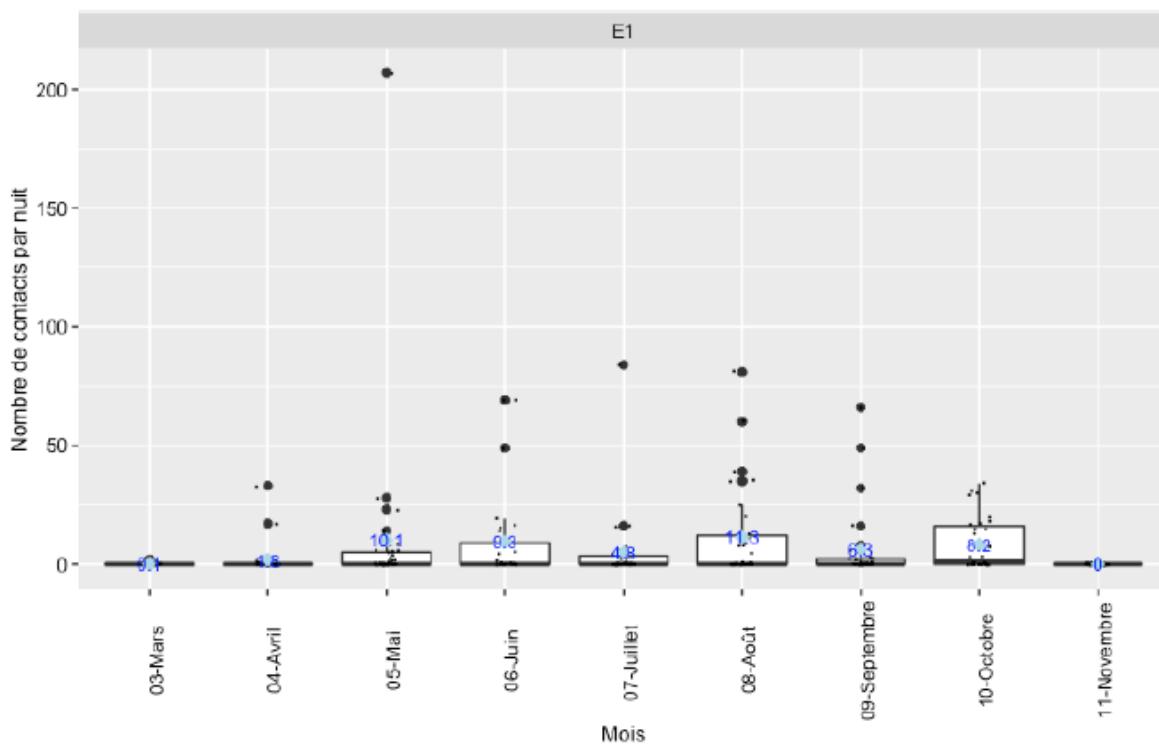


**Figure 28 : Distribution de la densité par nuit sous CJ1**

À l'échelle du peuplement, la densité moyenne mensuelle se maintient entre 0,2 et 11,3 contacts par nuit entre mars et octobre sous la nacelle de CJ1 (Tableau 21, Fig. 28). Ce niveau moyen d'activité est faible, toutes espèces confondues.

**Tableau 21 : Indices de densité en fonction des mois et des éoliennes**

Point	Mois	Moyenne	Médiane	Max	Min
E1	Mars	0.13	0	2	0
E1	Avril	1.77	0	33	0
E1	Mai	10.10	0	207	0
E1	Juin	9.33	0	69	0
E1	Juillet	4.77	0	84	0
E1	Août	11.29	0	81	0
E1	Septembre	6.27	0	66	0
E1	Octobre	8.19	1	34	0
E1	Novembre	0.00	0	0	0


**Figure 29 : Distribution de la densité par nuit pour chaque mois sous l'éolienne CJ1**

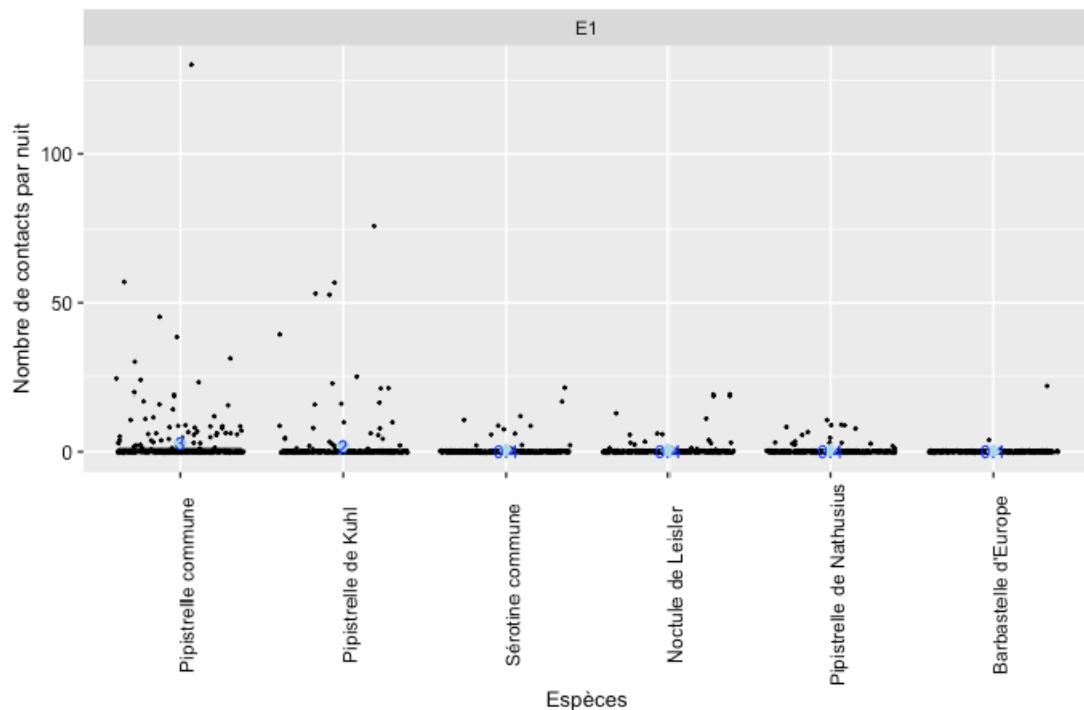
#### • Densité spécifique

Les densités par nuit pour chaque espèce sont calculées et la moyenne est mesurée. Ces données figurent sur le tableau 22 et la figure 29. L'activité de la Pipistrelle commune est dominante, bien que très faible. Une nuit atteint 130 contacts, ce qui concentre toutes les autres valeurs en bas du graphique et limite visuellement la comparaison.

L'activité de la Pipistrelle commune atteint en moyenne 3 contacts par nuit et celle de la Pipistrelle de Kuhl, 2 contacts par nuit. Le cortège d'espèces les plus fréquentes, déterminées précédemment, est à nouveau identifié à travers une densité moyenne supérieure à 1 contact par nuit. Suivent la Sérotine commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius avec respectivement : 0,43, 0,41 et 0,38 contacts par nuit. Pour la Barbastelle d'Europe, la densité moyenne est de 0,1 contact par nuit.

**Tableau 22 : Indices de densité spécifique sous la nacelle de l'éolienne CJ1**

Point	Espèce	Moyenne	Médiane	Max	Min
E1	Pipistrelle commune	3.04	0	130	0
E1	Pipistrelle de Kuhl	2.02	0	76	0
E1	Sérotine commune	0.43	0	21	0
E1	Noctule de Leisler	0.41	0	19	0
E1	Pipistrelle de Natusius	0.38	0	11	0
E1	Barbastelle d'Europe	0.1	0	22	0



**Figure 30. Distribution de la densité spécifique par nuit**

• Fréquentation

> Fréquentation journalière

Un profil journalier permet de visualiser l'occupation de chaque nuit au cours de l'année par les Chiroptères (Fig. 31 à 34). L'unité est la classe de 10 minute positive. Les sessions de chaque classe de 10 minutes sont projetées sur l'axe des abscisses. Les heures de chaque classe de 10 minute positive sont projetées sur l'axe des ordonnées. Un gradient de couleur est attribué à chaque point en fonction du nombre de contacts enregistrés sur une classe de 10 minutes :

- Aucun contact : aucune couleur ;
- Un contact : jaune ;
- De 2 au nombre maximum de contacts enregistrés par classe de 10 minutes toutes espèces cumulées : jaune à rouge.

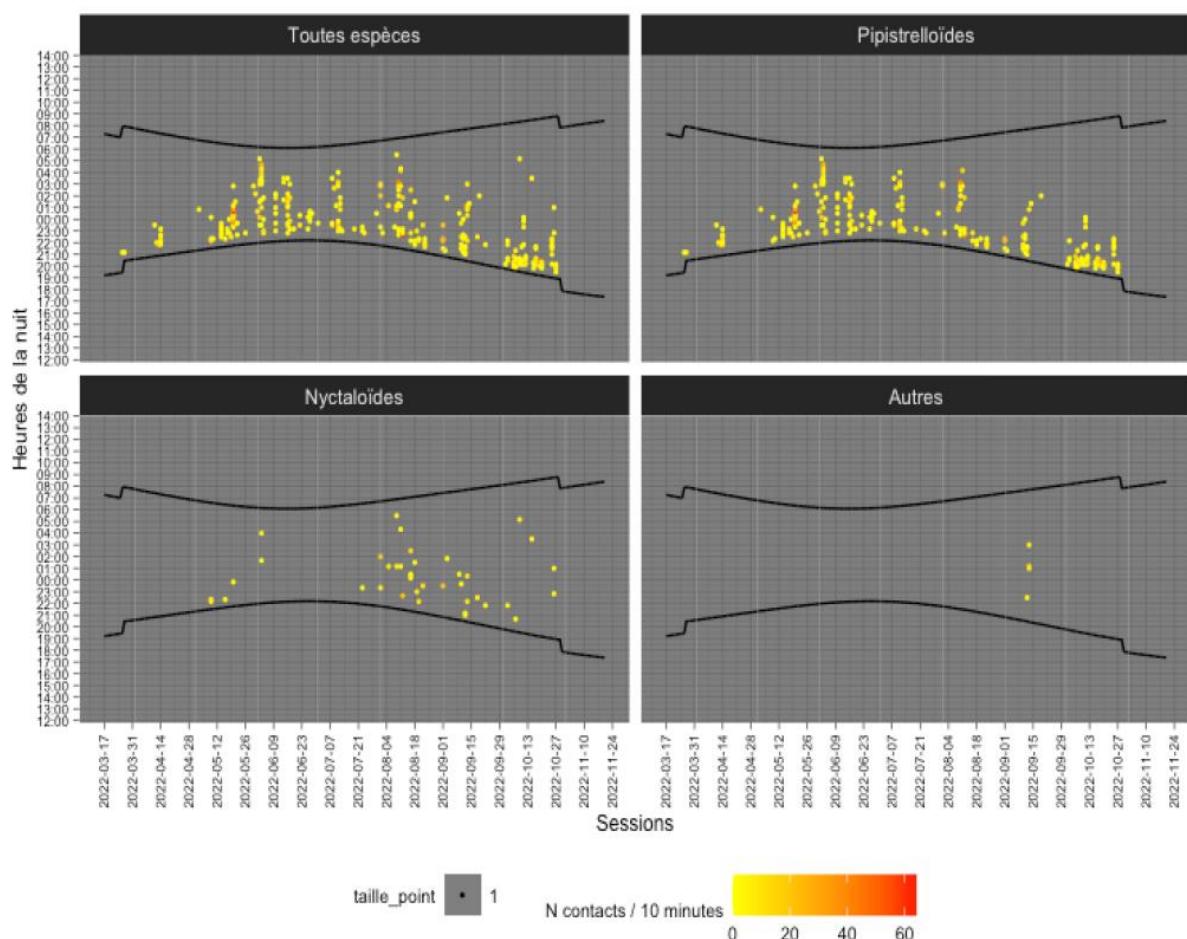
Ainsi le comportement des Chiroptères est tangible à l'échelle de la nuit et de la période de l'étude.

Identifiable sur le graphique sur le graphique en haut à gauche de la figure 31, les Chiroptères sont actifs durant la quasi-totalité de la période de suivi.

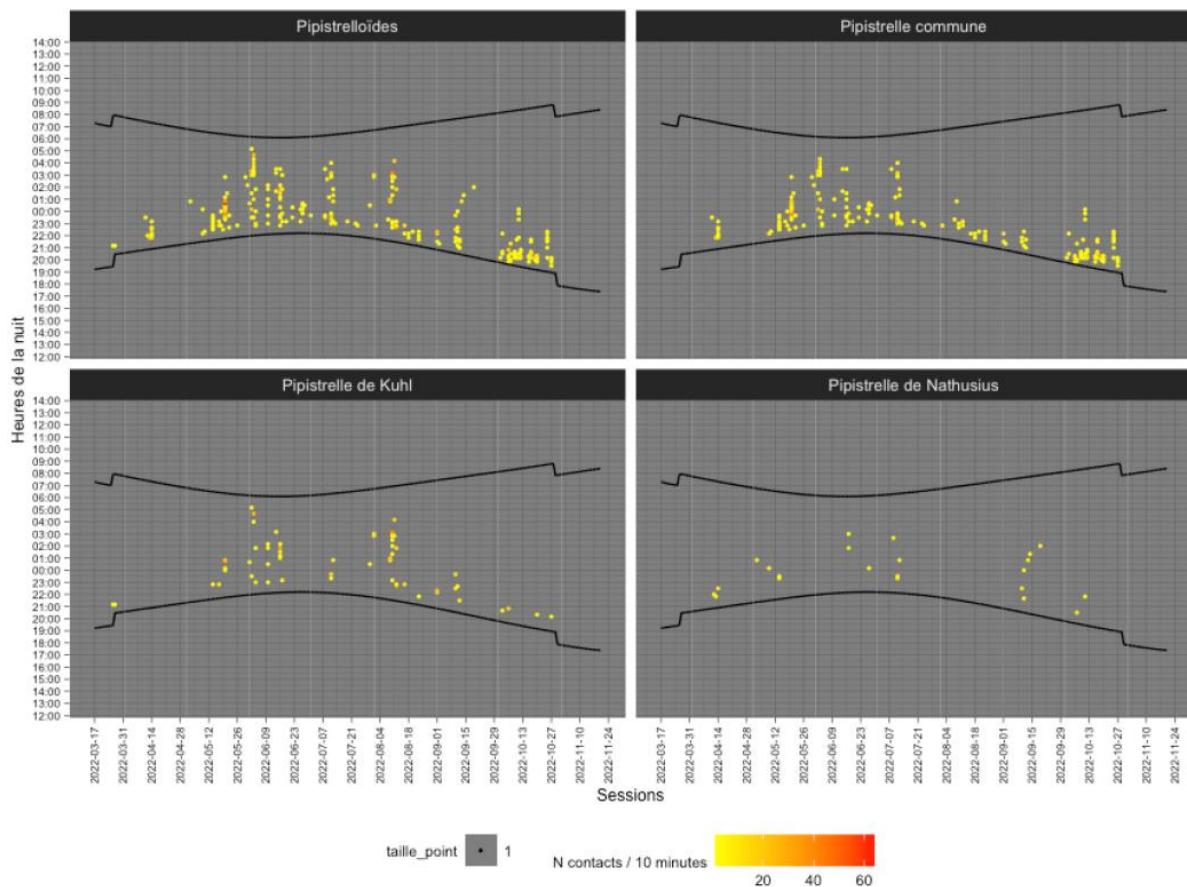
Les Chiroptères sont actifs d'avril à octobre, quasiment absents en mars et absents en novembre. La fréquentation est très limitée en avril et nulle au moins de novembre.

L'activité est bien circonscrite après le coucher et avant le lever du soleil. Elle est rarement détectée dans les 2 heures qui précèdent le lever de soleil.

L'activité est dominée par les Pipistrelles, présentes sur l'ensemble de l'année. Le groupe des Nyctaloïdes a une activité rare, avec quelques contacts en mai et juin et une absence d'activité entre début juin et fin juillet, puis plusieurs contacts entre fin juillet et fin septembre. Le groupe « Autres » ne compte qu'une vingtaine de contacts générés sur deux nuits au mois de septembre et produits seulement par la Barbastelle d'Europe.

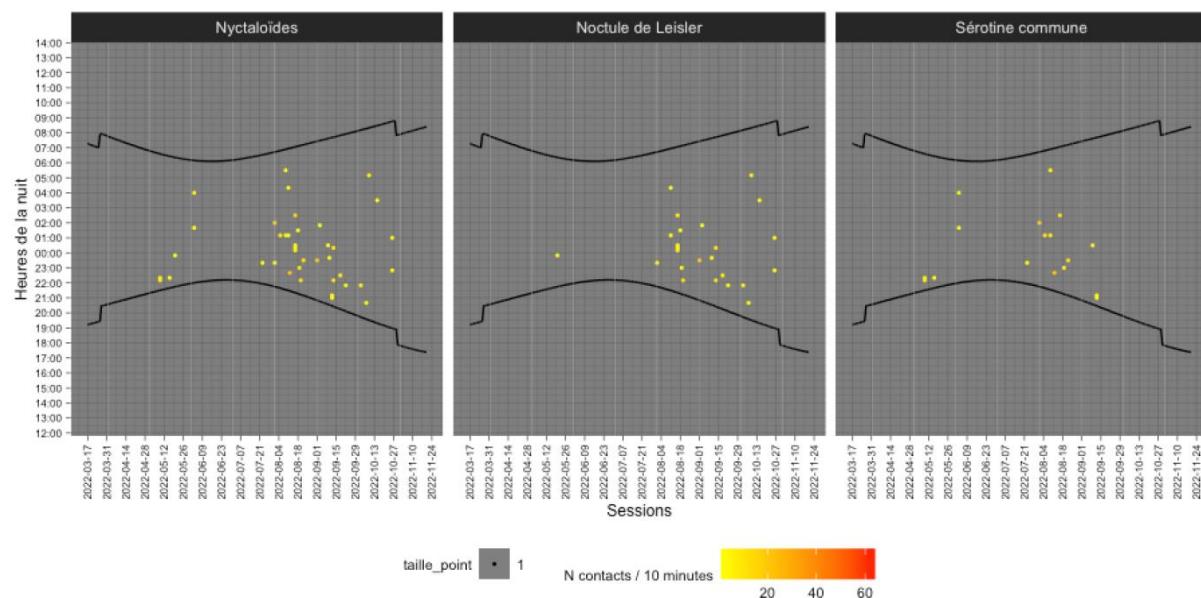


Un premier ensemble de graphiques décline la fréquentation des espèces de Pipistrelles (Fig. 32). La Pipistrelle commune est pour l'essentiel à l'origine de la fréquentation du groupe des Pipistrelles, suivie par la Pipistrelle de Kuhl. La Pipistrelle de Kuhl n'apparaît pas tous les mois entre mai et octobre et sa fréquentation est faible. La fréquentation de la Pipistrelle de Nathusius est très faible.



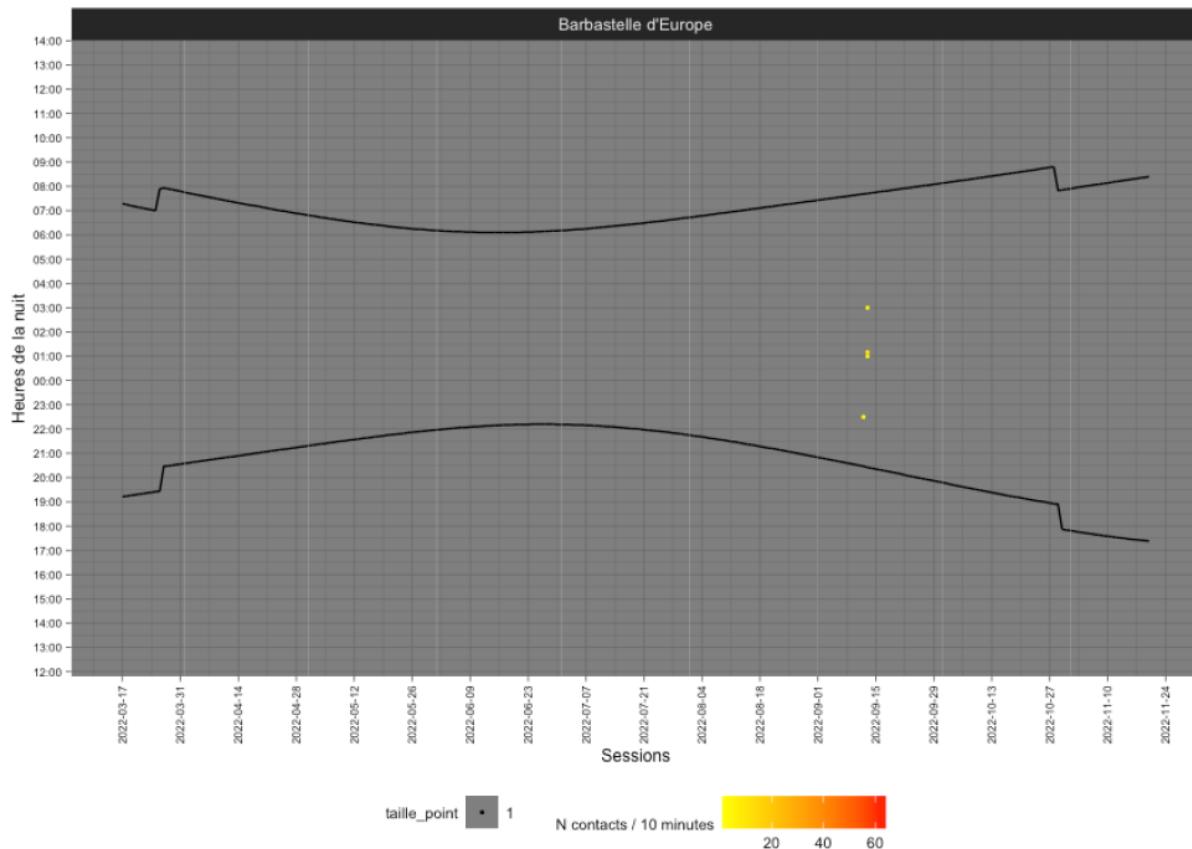
**Figure 32 : Fréquentation journalière des espèces de Pipistrelles durant l'année 2022 sous la nacelle de l'éolienne CJ1**

Un second ensemble de graphiques décline la fréquentation des espèces du groupe des Nyctaloïdes (Fig. 33). La Sérotine commune manifeste quelques contacts en mai et début juin, puis entre la fin juillet et la mi-septembre. La Noctule de Leisler, anecdotique au mois de mai, se manifeste d'août à octobre. Pour l'ensemble des espèces du groupe, la fréquentation est faible.



**Figure 33 :** Fréquentation journalière des espèces de Noctules et de Sérotines durant l'année 2022 sous la nacelle de l'éolienne CJ1

Enfin, le troisième graphique (Fig. 34) reprend la seule espèce restante : la Barbastelle d'Europe. Comme évoqué, la fréquentation de la Barbastelle d'Europe se limite à une vingtaine de contacts enregistrés au cours de deux nuits consécutives vers la mi-septembre.



**Figure 34 :** Fréquentation journalière des espèces de la Barbastelle d'Europe durant l'année 2022 sous la nacelle de l'éolienne CJ1

> Fréquentation mensuelle

Un profil mensuel des sessions offre une description plus synthétique de la fréquentation des Chiroptères au cours de l'année (Fig. 35). Chaque mois est renseigné par le nombre de nuits positives, signalant la présence de Chiroptères. Une graduation de couleur est attribuée à chaque nuit :

- Aucun contact : aucune couleur ;
- Un contact : jaune ;
- De 2 au nombre maximum de contacts enregistrés par classe de 10 minutes toutes espèces cumulées : jaune à rouge.

Plus les histogrammes tendent vers 30 ou 31 jours de nuits positives, plus l'espèce est omniprésente dans le mois. Plus les têtes des histogrammes sont de même niveau, plus la fréquentation mensuelle est régulière.

Les sessions marquées par un nombre important de contacts sont placées en haut des histogrammes, par ordre décroissant du nombre de contacts. Si certaines nuits concentrent un nombre important de contacts, les hauteurs des histogrammes tendent vers le rouge.

Pour rappel, les mois de mars et novembre sont limités à 15 et 20 sessions, ainsi les barres respectives ne pourront dépasser ces 15 et 20 sessions.

L'histogramme en haut à gauche de la figure 35 affiche une fréquentation moyenne et régulière de mai à octobre. **La fréquentation est faible durant les mois de mars et avril.** Des nuits concentrent ponctuellement un nombre élevé de contacts, particulièrement en mai.

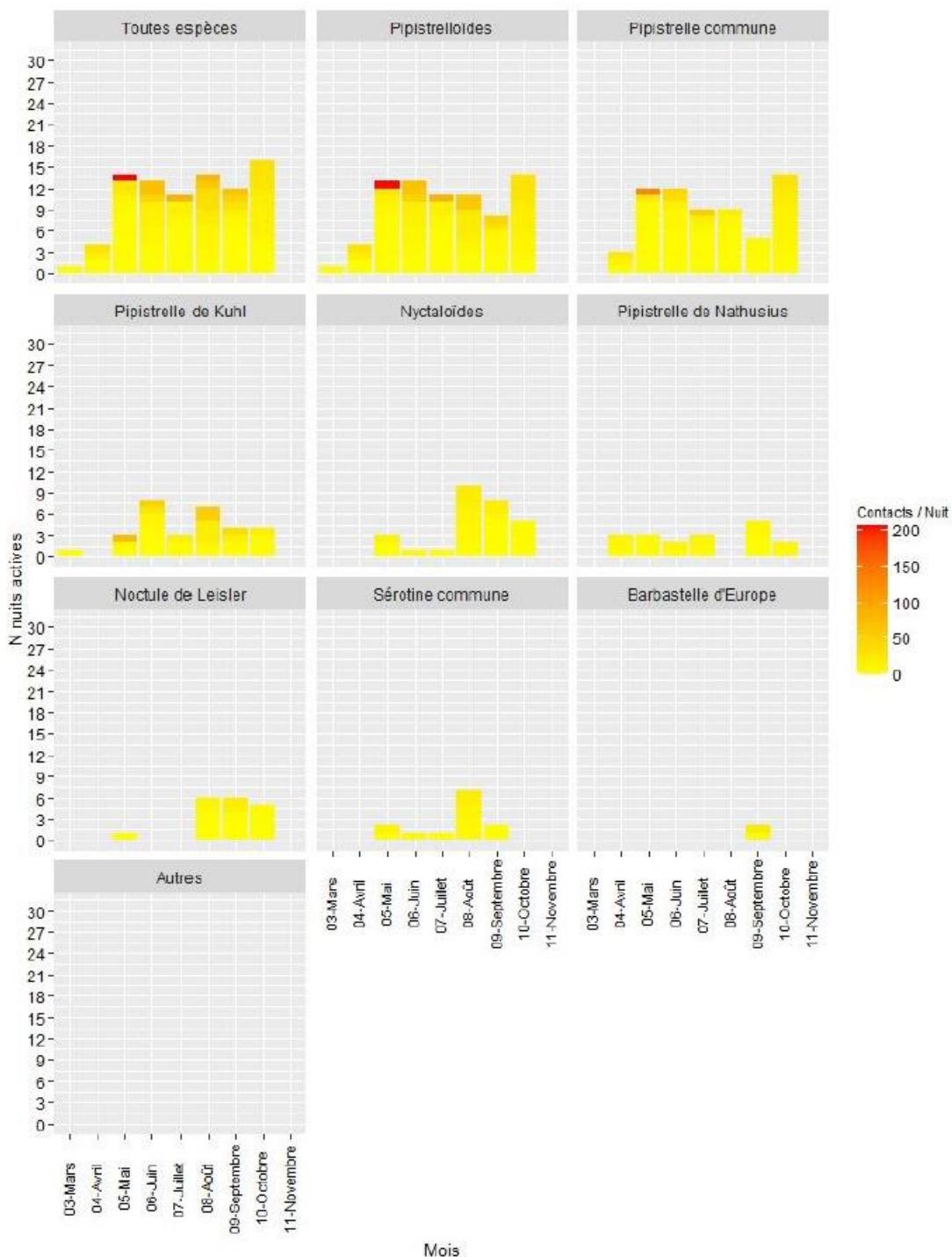
Les profils sont identiques entre le groupe « Toutes espèces » et celui des Pipistrelloïdes. La **Pipistrelle commune**, seule espèce qui produit des pics importants d'activité durant quelques nuits, a un profil d'activité semblable, mais avec une fréquentation plus faible en septembre. **Elle est toujours présente entre un tiers et la moitié des nuits de mai à octobre.**

La **Pipistrelle de Kuhl** laisse une proportion de nuits sans activité plus importante, apparaissant entre 2 et 8 nuits par mois.

La **Pipistrelle de Natusius** n'apparaît que quelques nuits par mois, jusqu'à 5 en septembre.

**Le groupe des Nyctaloïdes a une fréquentation nettement plus faible.** La **Sérotine commune** est rarement présente de mai à septembre. Seul le nombre de nuits au mois d'août dépasse une à deux nuits. **Sa fréquentation est faible.** La **Noctule de Leisler** est présente une nuit en mai, puis sur cinq à six nuits du mois de septembre à octobre. **Sa fréquentation est faible.**

La **Barbastelle d'Europe**, associée au groupe « Autres », fait son apparition uniquement au mois de septembre. Active durant deux nuits, **sa fréquentation est très faible**, sa présence est quasiment anecdotique.



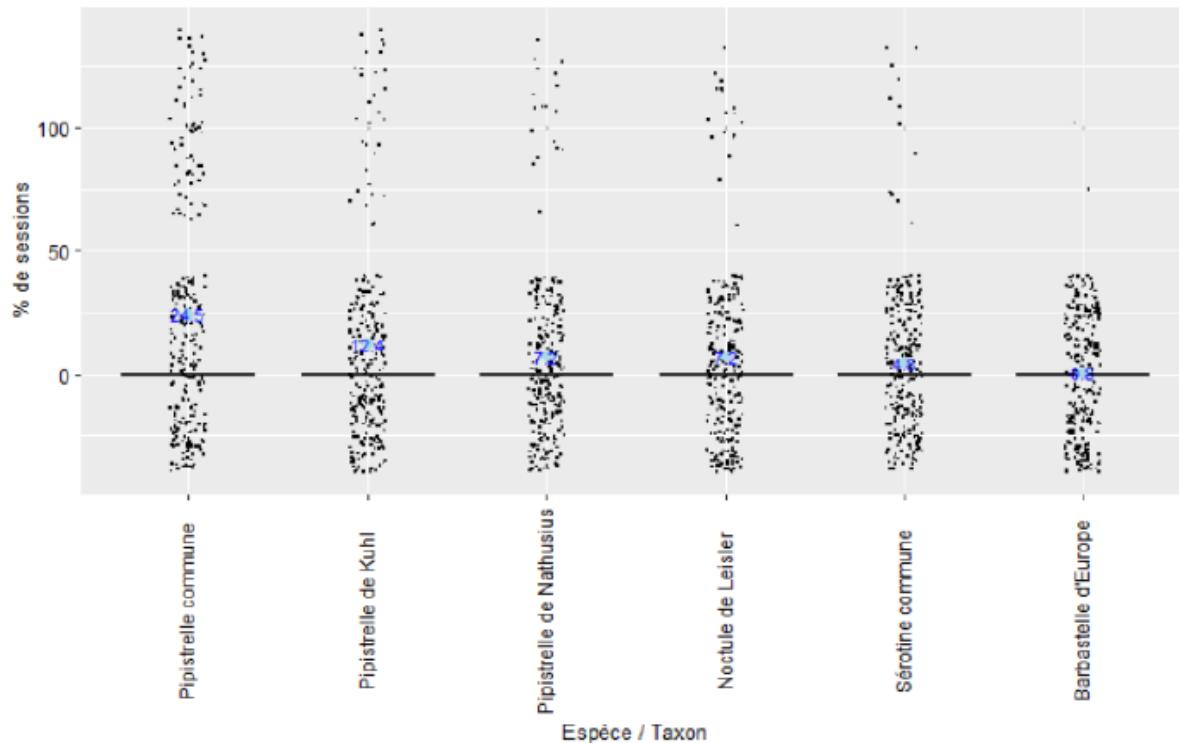
**Figure 35 :** Fréquentation mensuelle et journalière durant toute la période de suivi des Chiroptères sous la nacelle de l'éolienne CJ1

> Couverture annuelle

L'ensemble des sessions est compilé pour mesurer le taux des sessions positives pour chaque espèce sur l'ensemble des sessions de la période d'étude.

Un graphique indique la distribution des données de présence ou d'absence par nuit et précise la couverture moyenne de sessions pour chaque espèce (Fig. 36).

L'espèce qui couvre le plus de nuits est la **Pipistrelle commune** avec 24,5% des nuits positives, soit près d'un quart des sessions (Fig. 36). **Proche de 25%** et présente entre un tiers et la moitié des nuits de mai à octobre, **son niveau de couverture est considéré moyen**. Suit la **Pipistrelle de Kuhl** avec 12,5%. La **Noctule de Leisler** et la **Pipistrelle de Nathusius** ont un taux de couverture de 7,2%. Pour la **Sérotine commune**, il est de 4,8% et de 0,8% pour la **Barbastelle d'Europe**. **Pour ces 4 dernières espèces, ce taux de couverture est très faible** (Tableau 23).



**Figure 36 :** Couverture moyenne des sessions durant toute la période de suivi des Chiroptères sous la nacelle de l'éolienne CJ1

**Tableau 23 :** Taux moyen de couverture de session par espèce

Espèce	Moyenne	Niveau de couverture
Pipistrelle commune	24.50	Moyen
Pipistrelle de Kuhl	12.45	Faible
Pipistrelle de Nathusius	7.23	Très faible
Noctule de Leisler	7.23	Très faible
Sérotine commune	4.82	Très faible
Barbastelle d'Europe	0.80	Très faible

> Niveau de fréquentation

Le niveau de fréquentation sous la nacelle de l'éolienne CJ1 est évalué par le croisement du niveau de couverture des sessions présentées et des niveaux d'activité.

Le bureau d'étude O-Geo ne dispose pas, pour le moment, de référentiel d'activité à hauteur de nacelle. Cependant, au regard des densités moyennes mesurées, celles-ci sont faibles pour la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl et très faible pour les autres.

Ainsi, sous la nacelle de l'éolienne CJ1, le niveau de fréquentation est faible à moyen pour la Pipistrelle commune, faible pour la Pipistrelle de Kuhl et très faible pour les autres espèces (Tableau 24). Ces niveaux sont conformes à la description des fréquentations journalières et mensuelles.

**Tableau 24 : Niveau de fréquentation des Chiroptères sous la nacelle de CJ1**

Espèce	Densité moyenne	Niveau moyen d'activité	Couverture moyenne des sessions	Niveau de couverture	Niveau de fréquentation
Pipistrelle commune	3.04	Faible	31.5	Moyen	Faible à moyen
Pipistrelle de Kuhl	2.02	Faible	15.8	Faible	Faible
Sérotine commune	0.43	Très faible	6.52	Très faible	Très faible
Noctule de Leisler	0.41	Très faible	9.78	Très faible	Très faible
Pipistrelle de Nathusius	0.38	Très faible	8.15	Très faible	Très faible
Barbastelle d'Europe	0.1	Très faible	1.09	Très faible	Très faible

### 3.3.3 Comparaison d'activité – Années 2021 et 2022

#### Rappel des résultats du suivi de l'activité à hauteur de rotor en 2021

Sur 225 sessions cumulant 2 295 heures d'écoute nocturne sous la nacelle de E1, l'étude s'appuie sur 3 651 séquences qui génèrent 3 850 séquences-espèces et aboutissent à 2 069 contacts (Tableau 25).

Au total, 6 espèces de Chiroptères sont répertoriées, dont :

- 3 espèces d'Pipistrelles :

- Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) ;
- Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817) ;
- Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus Nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839) ;

- 3 espèces du groupe des Nyctaloïdes :

- Noctule commune *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) ;
- Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817) ;
- Sérotine commune *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774).

La diagnose des séquences du groupe Noctule et Sérotine est parfois difficile lorsque les signaux sont en structure modulée. Ainsi, quelques séquences n'ont pu être attribuées à une espèce et ont été rattachées au groupe Noctule ou Sérotine Nyctaloïdes).

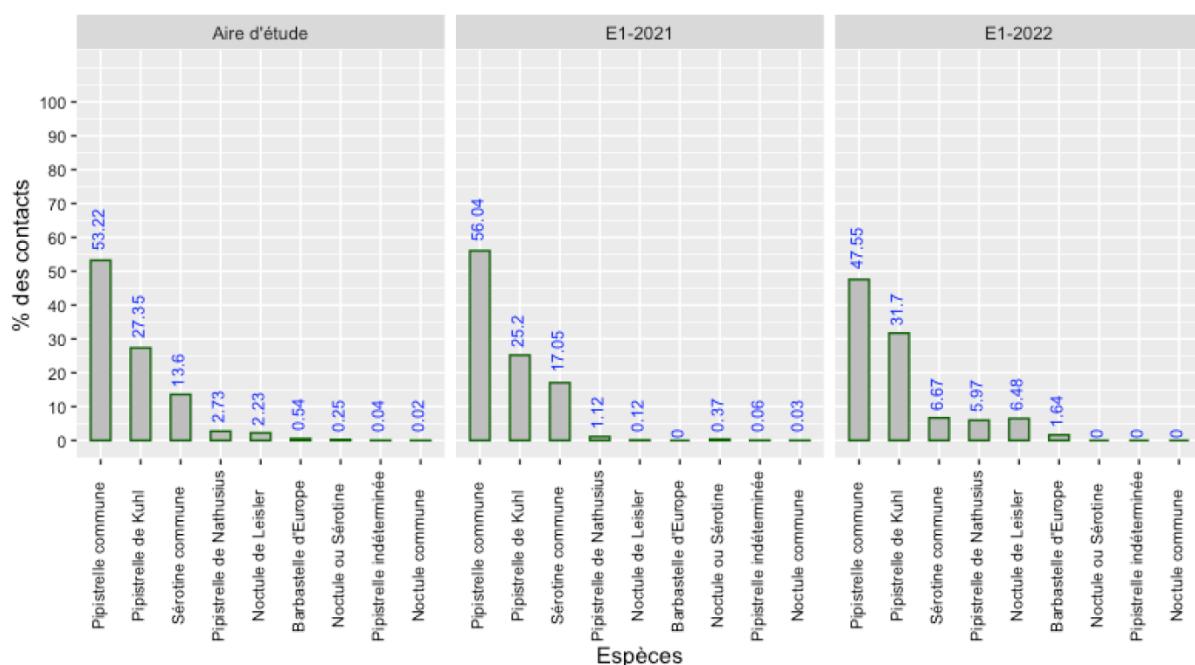
C'est aussi le cas parfois pour quelques séquences de Pipistrelles, particulièrement entre la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius. Le groupe Pipistrelle indéterminée est alors attribué à la séquence.

**Tableau 25** : Nombre de contacts par espèces ou groupe d'espèces de Chiroptères et par mois en 2021

Période	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	2021	2022
<b>Nom vernaculaire Sessions</b>	<b>26</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>15</b>	<b>225</b>	<b>249</b>
Pipistrelle commune		79	85	148	188	509	225		1234	756
Pipistrelle de Kuhl		15	19	23	144	267	33	1	502	504
Pipistrelle de Nathusius		2	5		7	13	4		31	95
Pipistrelle indéterminée						2			2	
Sérotine commune			1	243	31	8			283	106
Noctule commune						1			1	
Noctule de Leisler						2	2		4	103
Noctule ou Sérotine		1			4	6	1		12	
Barbastelle d'Europe										26
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>97</b>	<b>109</b>	<b>172</b>	<b>586</b>	<b>831</b>	<b>273</b>	<b>1</b>	<b>2069</b>	<b>1590</b>

### Proportion des contacts

Selon l'année, la Pipistrelle commune domine les proportions de contacts (voir figure ci-après). Toutefois, elle est un peu moins représentée en 2022. La deuxième espèce la plus contactée est la Pipistrelle de Kuhl. La Sérotine commune, qui suit dans des proportions plus faibles, occupe une proportion plus élevée en 2022. La situation est inversée pour la Noctule de Leisler. La Noctule commune n'est pas recontactée. Une nouvelle espèce est contactée à hauteur de rotor en 2022 : la Barbastelle d'Europe.



**Figure 37** : Proportion des contacts enregistrés pour chaque espèce en 2021 et 2022

## Niveaux de densité et d'activité journalière

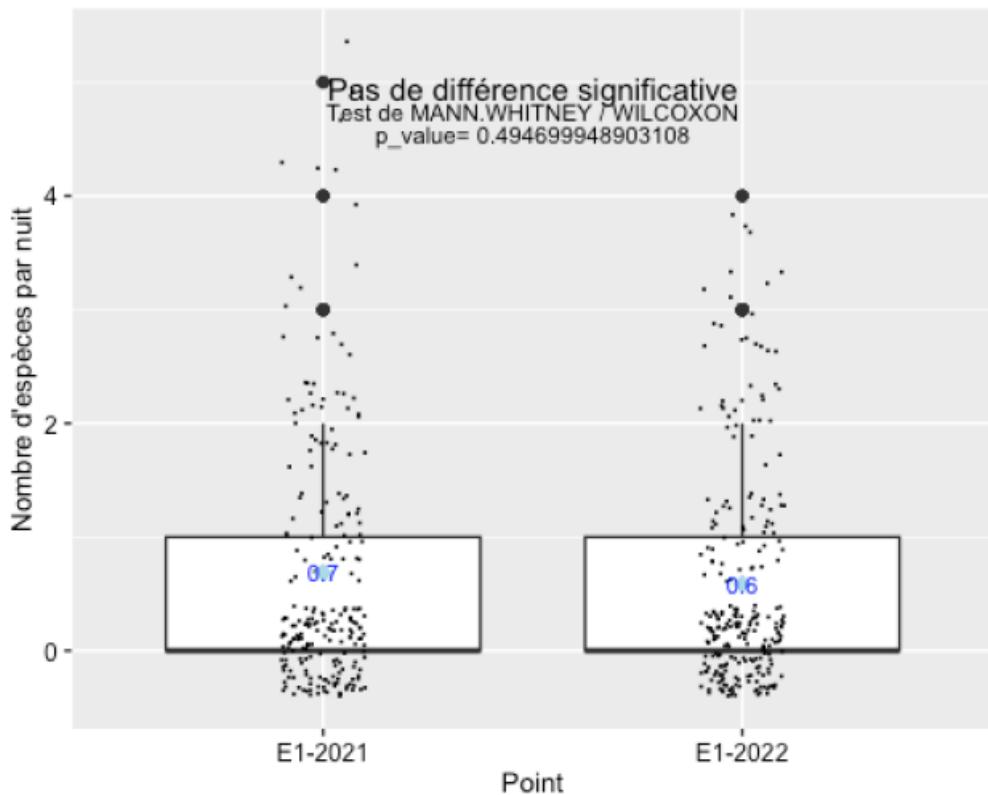
La diversité est mesurée pour chaque nuit. Différentes moyennes sont calculées en espèces par nuit (e/n).

La diversité moyenne en 2021 est de 0,7 espèce par nuit (Tableau 26, Fig. 38). En 2022, elle est de 0,6 espèce par nuit. Ce faible écart entre les deux diversités est confirmé par une absence de différence significative.

**La diversité moyenne est identique pour les deux années de suivi.**

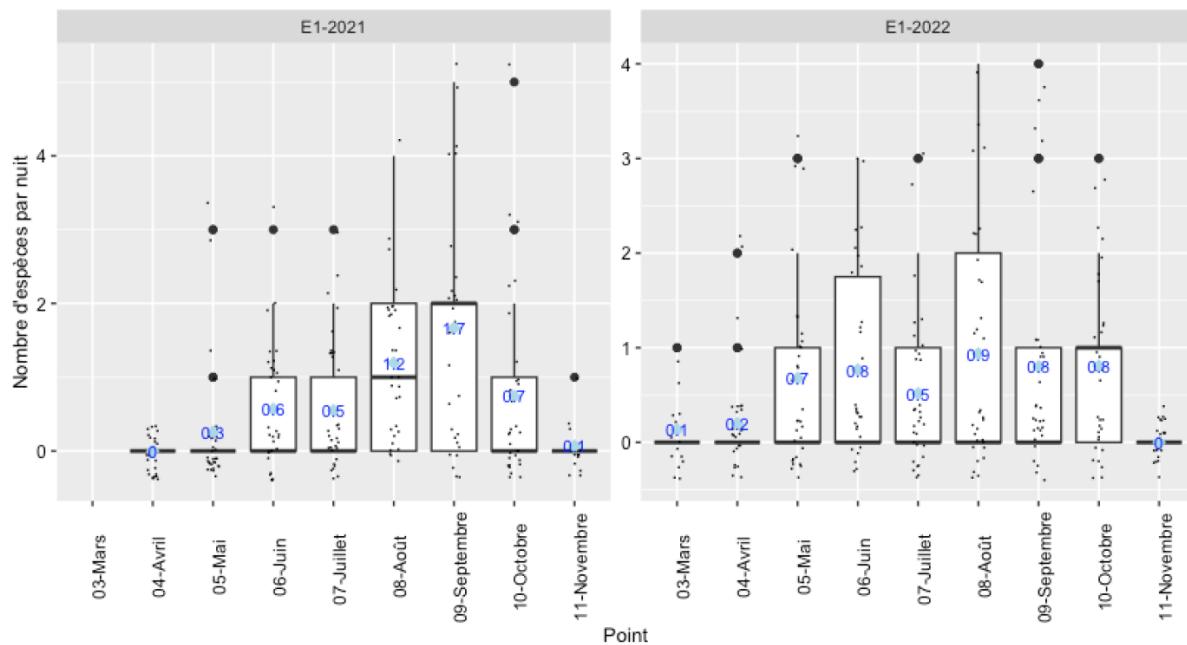
**Tableau 26 : Indice de diversité en fonction des années**

Point	Moyenne	Médiane	Max	Min
E1-2021	0.68	0	5	0
E1 - 2022	0.59	0	4	0



**Figure 38 : Distribution de la diversité par nuit et par année sous l'éolienne CJ1**

La diversité moyenne mensuelle se maintient entre 0,1 et 1,7 espèce par nuit entre mai et novembre en 2021 (Fig. 39). En 2022, la diversité moyenne est comprise entre 0,1 et 0,9 contact par nuit entre mars et octobre. Cette diversité reste faible sur les deux années de suivi.



**Figure 39 :** Distribution de la diversité par nuit pour chaque mois et par année sous l'éolienne CJ1

### Niveaux de diversité et d'activité journalière

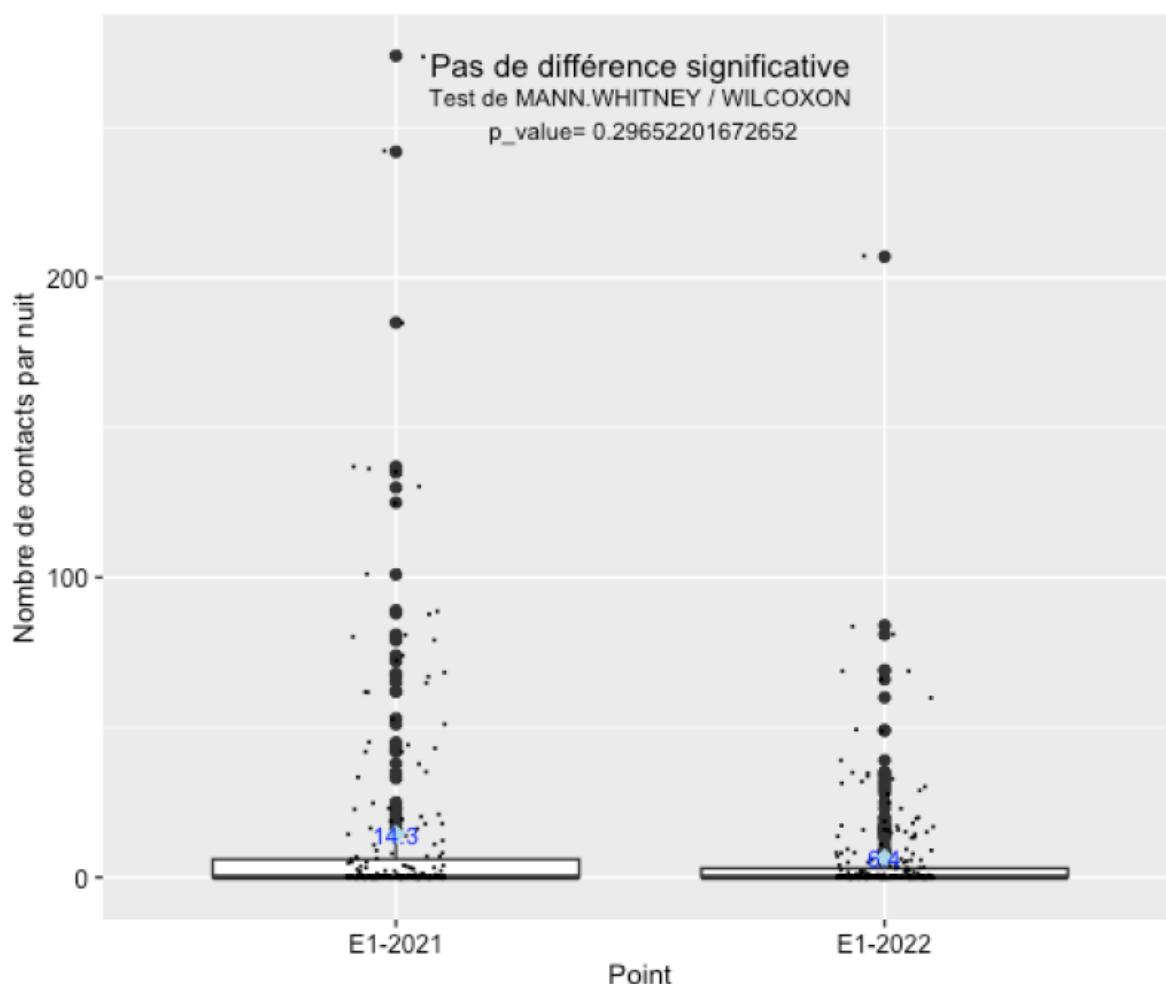
Toutes espèces confondues, le nombre de contacts par nuit est cumulé pour chaque année. La densité moyenne est calculée en nombre de contacts par nuit (c/n).

La densité moyenne sous la nacelle de E1 en 2021 est de 14,3 contacts par nuit contre 6,39 contacts par nuit en 2022 (Tableau 27, Fig. 40). Cependant, les différences des deux moyennes ne sont pas significatives. Cet écart entre les valeurs est surtout le résultat de pics ponctuels d'activité plus importants en 2021, et non d'une réelle tendance.

**La densité moyenne est similaire d'une année sur l'autre.**

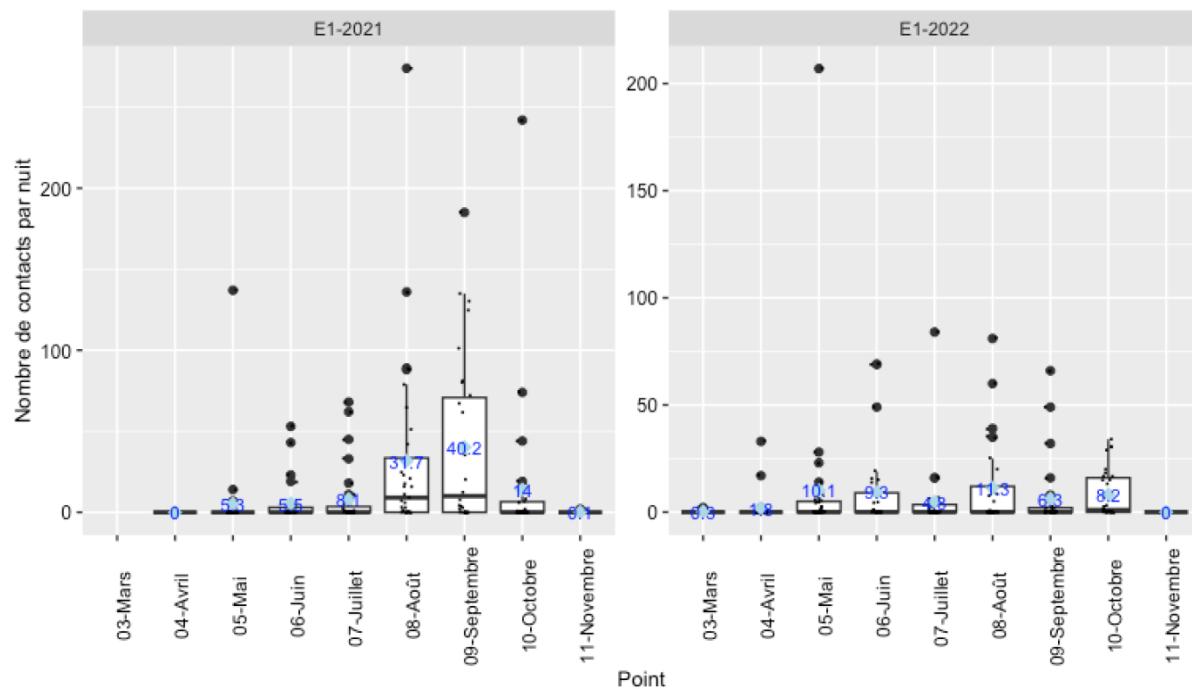
**Tableau 27 :** Indice de densité en fonction des années

Point	Moyenne	Médiane	Max	Min
E1 - 2021	14.3	0	274	0
E1 - 2022	6,39	0	207	0



**Figure 40 : Distribution de la densité par nuit et par année sous l'éolienne CJ1**

La densité moyenne mensuelle se maintient entre 0,1 et 40 contacts par nuit entre avril et novembre en 2021 (Fig. 41). En 2022, la densité moyenne est comprise entre 0,2 et 11,3 contacts par nuit entre mars et octobre. La distribution de l'activité par mois est assez similaire, exceptée pour les mois d'août et septembre où l'activité est nettement inférieure en 2022. Cela s'explique par une activité journalière moins marquée et des pics d'activité ponctuels moins importants durant ces deux mois en 2022.



**Figure 41 : Distribution de la densité par nuit et par année sous l'éolienne CJ1**

### Conclusion

L'activité des Chiroptères est similaire en 2021 et 2022, confirmée par une absence de différence significative entre la densité et la diversité moyenne. L'activité reste faible au cours des deux années de suivi.

### 3.3.4 Enjeux chiroptérologiques

Toutes les espèces sont protégées en France. Certaines disposent de statuts de conservations importants qui impliquent un niveau de conservation fort, d'autre seulement moyen.

**Tableau 28 : Statut de protection et de conservation des espèces de Chiroptères**

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Protection France	Convention de Berne	Directive Habitats	LR France	LR Europe	LR Bretagne	Responsabilité Régionale Bretagne	Déterminant es Bretagne
<b>Chiroptères</b>									
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	A2	A2	A2-A4	LC	VU	NT	mineure	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	A2	A2	A4	NT	LC	NT	modérée	
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	A2	A2	A4	NT	LC	LC	mineure	-
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	A2	A2	A4	LC	LC	LC	mineure	
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	A2	A2	A4	NT	LC	NT	modérée	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	A2	A2	A4	NT	LC	LC	mineure	-

**LC** : préoccupation mineure / **NT** : quasi menacée

**A2** : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

LR France : La Liste rouge des espèces menacées en France - Mammifères de France métropolitaine (2017)

LR Bretagne : Liste rouge régionale & Responsabilité biologique régionale - Mammifères de Bretagne (2015)

Les enjeux chiroptérologiques évalués sous la nacelle de l'éolienne E1 sont établis dans le tableau suivant (Tableau 29).

Ces enjeux de conservation chiroptérologiques concernent uniquement la Pipistrelle commune.

Aucun enjeu chiroptérologique majeur n'est identifié pour les autres espèces, à hauteur de rotor.

**Tableau 29 : Niveaux d'enjeu chiroptérologiques sous la nacelle de l'éolienne CJ1**

Espèce	Niveau de fréquentation	Niv. statut. de protection	Niv. statut. de conservation	Niv. d'enjeu conservatoire
Pipistrelle commune	Faible à moyen	Fort	Fort	Moyen
Noctule de Leisler	Très faible	Fort	Fort	Faible à moyen
Pipistrelle de Nathusius	Très faible	Fort	Fort	Faible à moyen
Sérotine commune	Très faible	Fort	Fort	Faible à moyen
Barbastelle d'Europe	Très faible	Fort	Fort	Faible à moyen
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Fort	Faible	Faible

### 3.3.5 Conclusion

Le suivi sous la nacelle de l'éolienne CJ1 durant 249 sessions en 2022 conduit à l'inventaire de 6 espèces de Chiroptères.

Les 6 espèces de Chiroptères détectées sous la nacelle de l'éolienne compte la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler et la Sérotine commune. Une autre espèce est contactée mais à raison de quelques contacts, la Barbastelle d'Europe.

Le comportement des Chiroptères est similaire entre les Pipistrelloïdes et les Nyctaloïdes face aux différents facteurs météorologiques et à la période de la nuit, ce qui n'est pas le cas de la Barbastelle d'Europe.

L'activité des Chiroptères est similaire pour les années 2021 et 2022, confirmée par une absence de différence significative des moyennes respectives de densité et de diversité.

### Activité et enjeu sous la nacelle de CJ1

La fréquentation évaluée sous la nacelle de l'éolienne CJ1 est globalement faible à moyenne. Pour la **Pipistrelle commune, elle est évaluée faible à moyenne**, surtout par sa présence plus régulière d'une nuit à l'autre. La Pipistrelle de Kuhl affiche un niveau de fréquentation faible et les autres espèces très faible.

Le **niveau d'enjeu**, associant niveau de fréquentation et niveau de conservation, est **moyen** pour la Pipistrelle commune. Il est **faible à moyen** pour la Sérotine commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius et la Barbastelle d'Europe. Il est **faible** pour la Pipistrelle de Kuhl.

### Les facteurs influençant l'activité

Sous la nacelle de l'éolienne CJ1, **l'activité est plus marquée en première partie de nuit**. Cette activité se reporte sur tous les mois sauf en juin où elle est plus homogène avant la fin de la nuit.

Concernant les températures, **les Chiroptères favorisent les températures mesurées au-dessus de 14 °C**.

Sous la nacelle de l'éolienne, **les Chiroptères exploitent majoritairement des vitesses de vents inférieures à 5 m/s. Au cours du mois d'octobre, ils exploitent tout de même des vitesses de vent supérieures, jusqu'à 8 m/s**.

### Le risque de mortalité

Compte-tenu des niveaux de fréquentation, le risque de mortalité est très faible à quasi nul pour la Barbastelle d'Europe. Il est très faible pour la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune. Ce risque est engagé mais faible pour la Pipistrelle de Kuhl. Enfin, il est faible à moyen pour la Pipistrelle commune qui apparaît plus régulièrement malgré un nombre de contacts limité.

**Ainsi, la fréquentation de la Pipistrelle commune évoque un risque de mortalité. Ce dernier justifie la mise en place d'un plan de bridage qui permet d'éviter au mieux le fonctionnement des éoliennes durant l'activité des Chiroptères.**

## 3.4 Suivi direct de la mortalité

### 3.4.1 Facteurs de correction

#### Coefficient de correction surfacique

La zone d'étude pour le suivi mortalité s'étend sur un rayon de 50 m autour de l'éolienne soit une surface théorique prospectable de 1 ha par éolienne et 3 hectares pour l'ensemble des éoliennes suivies soit 3 éoliennes. L'ensemble de la surface n'a pas pu être prospecté à chaque passage (présence de cultures, haies, labours récents, bovins...). Le coefficient de correction surfacique correspond à la surface moyenne réellement prospectée lors des 30 passages. Au regard des surfaces prospectées (Tableau 30) :

**Tableau 30 : Synthèse des surfaces prospectées par passage du suivi de mortalité**

Passage	Date	Surface réellement prospectée (ha)	% de surface prospectée	Passage	Date	Surface réellement prospectée (ha)	% de surface prospectée
P1	08/04/2022	2,10	70,1	P16	22/07/2022	1,99	66,4
P2	15/04/2022	2,39	79,6	P17	29/07/2022	1,99	66,4
P3	22/04/2022	1,78	59,3	P18	05/08/2022	1,99	66,4
P4	29/04/2022	1,62	53,9	P19	11/08/2022	1,67	55,7
P5	06/05/2022	1,62	53,9	P20	19/08/2022	1,67	55,7
P6	13/05/2022	1,91	63,6	P21	25/08/2022	1,67	55,7
P7	20/05/2022	1,91	63,6	P22	02/09/2022	1,67	55,7
P8	27/05/2022	1,59	52,9	P23	09/09/2022	1,84	61,1
P9	03/06/2022	1,63	54,2	P24	15/09/2022	1,10	36,5
P10	10/06/2022	1,95	64,9	P25	23/09/2022	1,84	61,1
P11	17/06/2022	1,95	64,9	P26	30/09/2022	1,38	46,0
P12	24/06/2022	1,95	64,9	P27	07/10/2022	1,10	36,5
P13	01/07/2022	1,22	40,7	P28	14/10/2022	1,38	46,1
P14	07/07/2022	1,22	40,7	P29	21/10/2022	2,14	71,3
P15	15/07/2022	1,25	41,7	P30	28/10/2022	2,14	71,3
% moyen des surfaces prospectées sur les 30 passages				57,351			

➤ **Le coefficient moyen de correction surfacique est de 0,573**

#### Test de persistance des cadavres

Étant donné la longueur du suivi (30 semaines) 2 phases de tests ont été réalisées. Lors de chaque phases un total de 15 cadavres a été disposé sous les 3 éoliennes soit 30 cadavres pour l'ensemble du suivi. Les cadavres ont été disposés le 16/05/2022 pour la première phase et le 05/09/2022 pour la seconde. Le postulat est fait que les cadavres n'ayant pas été retrouvés ont été consommés ou déplacés. Sur les 30 cadavres déposés tous ont été consommés (ou déplacés) dans les 7 jours suivants la pose (Tableau 31).

N.B. : Le calcul du « tm » correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours). Le postulat est fait qu'un cadavre n'ayant pas disparu au bout de 15 jours sa durée de persistance sera alors de 15 jours.  $tm = \frac{(somme\ des\ durées\ de\ persistances)}{(nombre\ de\ cadavres\ déposés)}$ .

**Tableau 31 : Durée de persistance des cadavres sous les éoliennes**

Phase 1	Eolienne	E1	E2	E3	Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) = tm
	Pose - 16/05/22	5	5	5	4,33
	Contrôle J+1 - 17/05/22	3	3	3	
	Contrôle J+2 - 18/05/22	2	1	2	
	Contrôle J+5 - 20/05/22	0	1	1	
	Contrôle J+7 - 23/05/22	0	0	0	
Phase 2	Eolienne	E1	E2	E3	Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) = tm
	Pose - 05/09/22	5	5	5	3,33
	Contrôle J+1 - 06/09/22	4	3	4	
	Contrôle J+2 - 07/09/22	2	2	3	
	Contrôle J+5 - 09/09/22	0	0	1	
	Contrôle J+7 - 12/09/22	0	0	0	

**Tableau 32 : Calcul du coefficient de prédatation**

Passage	Date	Durée moyenne de persistance d'un	Passage	Date	Durée moyenne de persistance d'un
P1	08/04/2022	4,33	P16	22/07/2022	3,33
P2	15/04/2022	4,33	P17	29/07/2022	3,33
P3	22/04/2022	4,33	P18	05/08/2022	3,33
P4	29/04/2022	4,33	P19	11/08/2022	3,33
P5	06/05/2022	4,33	P20	19/08/2022	3,33
P6	13/05/2022	4,33	P21	25/08/2022	3,33
P7	20/05/2022	4,33	P22	02/09/2022	3,33
P8	27/05/2022	4,33	P23	09/09/2022	3,33
P9	03/06/2022	4,33	P24	15/09/2022	3,33
P10	10/06/2022	4,33	P25	23/09/2022	3,33
P11	17/06/2022	4,33	P26	30/09/2022	3,33
P12	24/06/2022	4,33	P27	07/10/2022	3,33
P13	01/07/2022	4,33	P28	14/10/2022	3,33
P14	07/07/2022	4,33	P29	21/10/2022	3,33
P15	15/07/2022	4,33	P30	28/10/2022	3,33
Durée moyenne de persistance d'un cadavre sur les 30 passages (en jours) = tm			3,83		

➤ **Le coefficient de persistance est de 3,83 jours.**

### Test d'efficacité de recherche

Étant donné la longueur du suivi (30 semaines) 2 phases de tests ont été réalisées les 08/04/2022 et 06/09/2022. Les opérateurs du suivi mortalité ont été testés avant le début des suivis puis pendant.

**Tableau 33 : Calcul du coefficient d'efficacité de recherche**

Opérateur	Phase	Nb de substituts retrouvés	% d'efficacité de recherche	
Hélène LE GLATIN	1	12/15	80	80
	2	12/15	80	
Maxime CONSTANTIN	1	8/15	53	56,5
	2	9/15	60	
Benoît DELÉTRE	1	8/15	53	53

Lors du 1<sup>er</sup> test réalisé en mai sur l'éolienne n°1, la prairie présentait une végétation relativement haute (à hauteur des chevilles), pas idéale pour réaliser ce type de test.

**Tableau 34 : Coefficient d'efficacité de recherche sur la période du suivi**

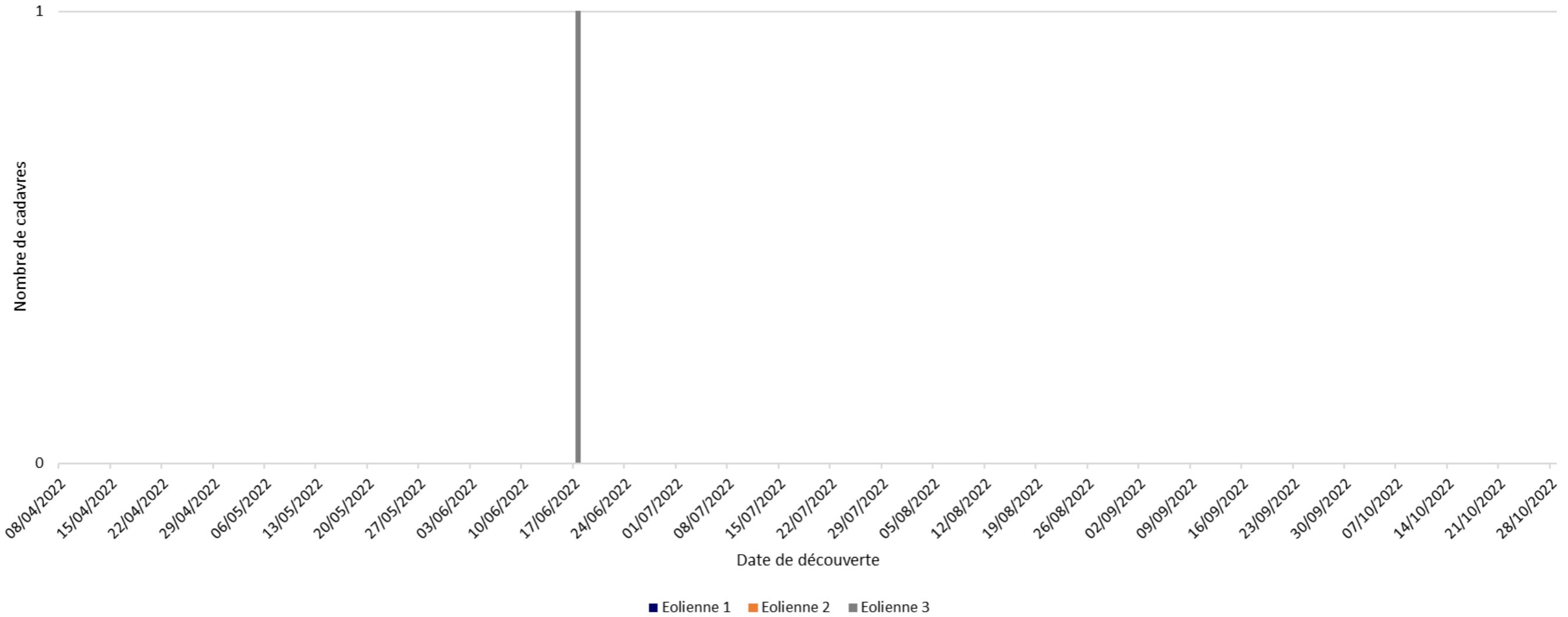
	Date	Opérateur	% efficacité de recherche	Passage	Date	Opérateur	% efficacité de recherche
P1	08/04/2022	H. Le Glatin	80	P16	22/07/2022	B. Delêtre	53
P2	15/04/2022	M. Constantin	56,5	P17	29/07/2022	B. Delêtre	53
P3	22/04/2022	M. Constantin	56,5	P18	05/08/2022	H. Le Glatin	80
P4	29/04/2022	M. Constantin	56,5	P19	11/08/2022	H. Le Glatin	80
P5	06/05/2022	M. Constantin	56,5	P20	19/08/2022	H. Le Glatin	80
P6	13/05/2022	M. Constantin	56,5	P21	25/08/2022	H. Le Glatin	80
P7	20/05/2022	M. Constantin	56,5	P22	02/09/2022	H. Le Glatin	80
P8	27/05/2022	M. Constantin	56,5	P23	09/09/2022	M. Constantin	56,5
P9	03/06/2022	H. Le Glatin	80	P24	15/09/2022	H. Le Glatin	80
P10	10/06/2022	B. Delêtre	53	P25	23/09/2022	H. Le Glatin	80
P11	17/06/2022	B. Delêtre	53	P26	30/09/2022	H. Le Glatin	80
P12	24/06/2022	B. Delêtre	53	P27	07/10/2022	H. Le Glatin	80
P13	01/07/2022	B. Delêtre	53	P28	14/10/2022	H. Le Glatin	80
P14	07/07/2022	B. Delêtre	53	P29	21/10/2022	M. Constantin	56,5
P15	15/07/2022	B. Delêtre	53	P30	28/10/2022	M. Constantin	56,5
% d'efficacité de recherche moyen sur les 30 passages				64,97			

➤ L'efficacité de recherche moyenne est de 64,97 %.

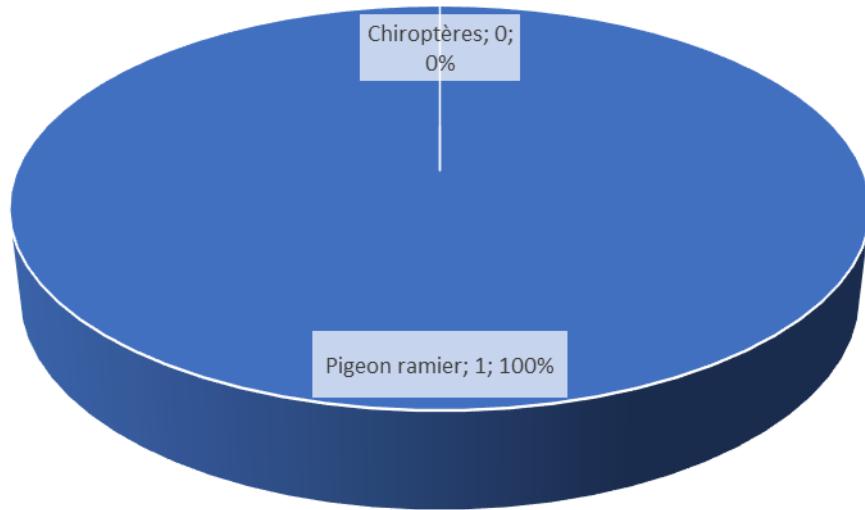
### 3.4.2 Résultats bruts

Lors des 30 passages s'étalant du 08/04/2022 au 28/10/2022, 1 cadavre d'oiseau a été retrouvé sous l'éolienne CJ3. Aucun cadavre n'a été retrouvé au pied des éoliennes CJ1 et CJ2, la mortalité la plus élevée a été retrouvée au pied de l'éolienne CJ3 (1 oiseau) (Fig. 42 à 44).

➤ 1 cas de mortalité a été constaté sous les éoliennes : 1 oiseau.



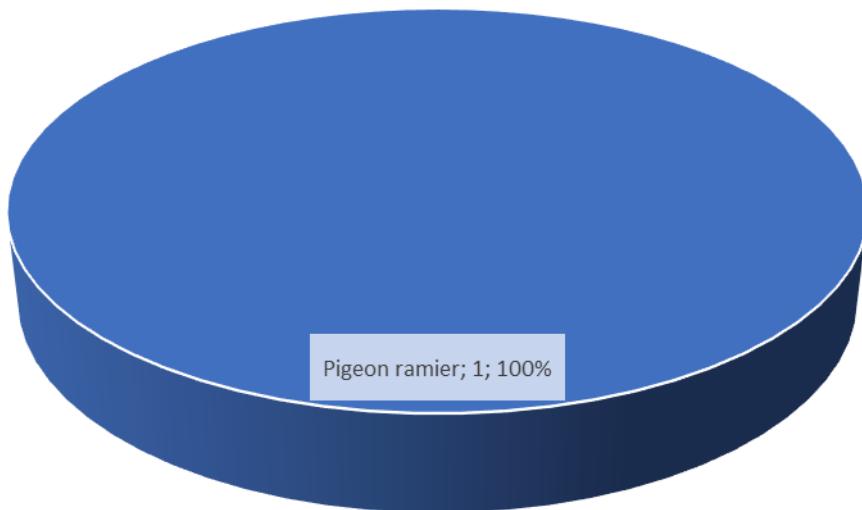
**Figure 42 :** Chronologie des découvertes de cadavre pour chaque éolienne



**Figure 43 : Répartition des cas de mortalité par espèces**

L'avifaune est plus impactée que les chiroptères par le parc éolien

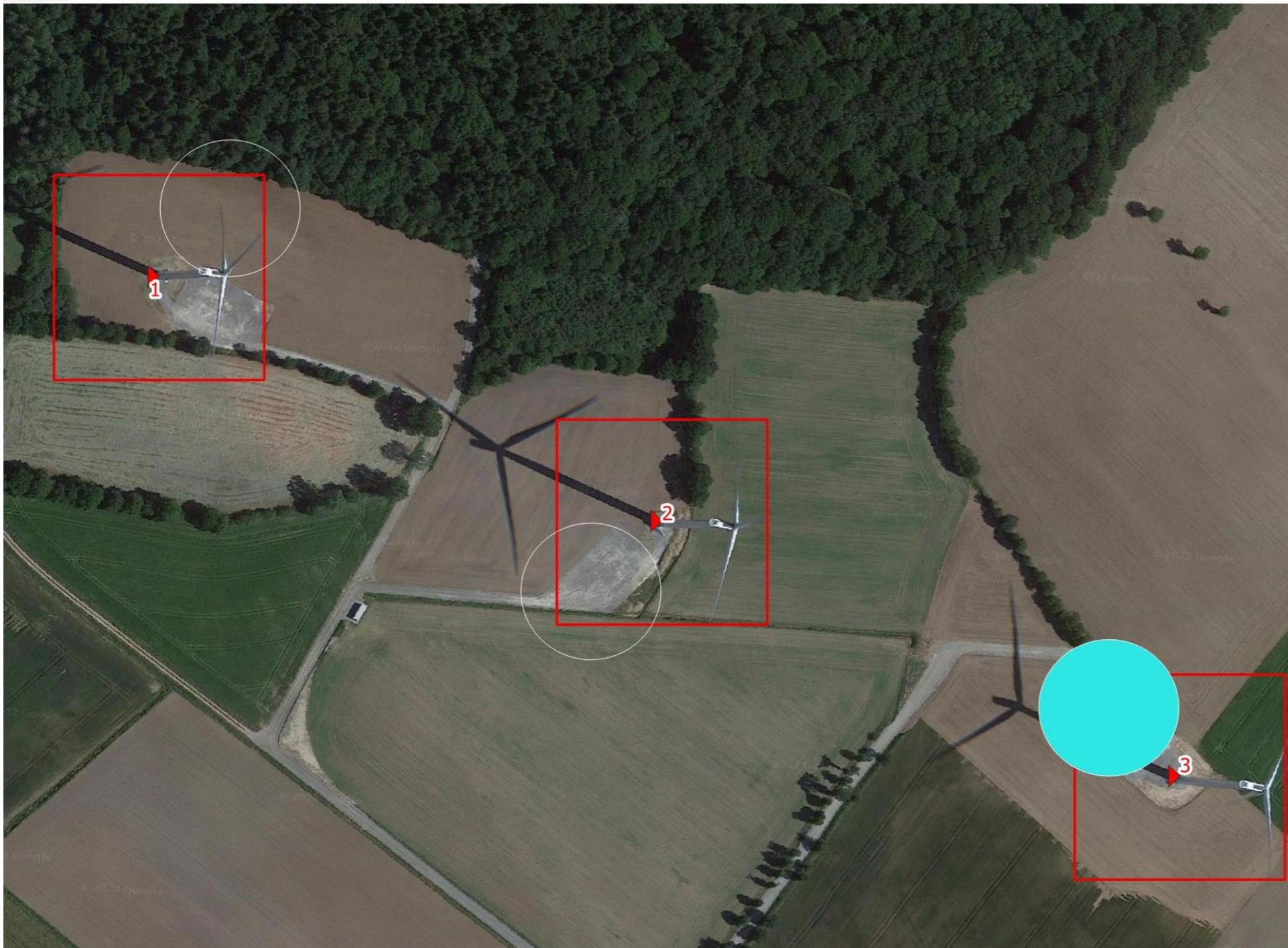
Eolienne 3



**Figure 44 : Répartition des cas de mortalité par espèce et par éolienne**

Seule l'éolienne 3 semble impacter la faune, aucun cas de mortalité n'est relevé pour les éoliennes 1 et 2.

## Répartition de la mortalité au pied des éoliennes



© Copyright - Dervenn Conseils Ingénierie - SIG  
 Réalisation - Bureau d'études Dervenn - 2022  
 Sources : GéoBretagne © Droits réservés - Reproduction interdite

### 3.4.3 Correction et extrapolation des résultats bruts

#### Formules utilisées

Le cadavre retrouvé nous permet d'utiliser des formules pour corriger et extrapolier nos résultats. Préalablement à l'utilisation des formules, il est nécessaire de définir différents paramètres (Tableaux 35 et 36).

**Tableau 35 : Définitions et formules des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité**

Paramètre	Formule	Définition
$N_a$		Nombre total d'individus retrouvés morts
$N_b$		Nombre d'individus tués par une autre cause que les éoliennes (cadavres sans symptômes d'une mort par collision, projection/barotraumatisme)
$d$	$d = dt/dp$	Taux de découverte, variable en fonction du couvert végétal = <b>efficacité de recherche moyenne</b>
$d_t$		Nombre de leurres trouvés
$d_p$		Nombre de leurres placés
$I$		La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passages (en jours)
$tm$		Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) = <b>coefficient moyen de persistance</b>
$a$	$a = ar/at$	<b>Coefficient de correction surfacique</b>
$a_r$		Surface réellement couverte
$a_t$	$at = Ne * \pi r^2$	Surface théorique (en m <sup>2</sup> )
$N_e$		Nombre d'éolienne
$r$		Rayon de recherche (en m)
$\hat{e}$	$\hat{e} = \text{Min}(I:\hat{I})/I$	Coefficient correcteur de l'intervalle
$\hat{I}$	$\hat{I} = -\log(0,01) * tm$	Intervalle effectif

Nous avons choisi d'utiliser les formules suivantes :

- Erickson (2000)

Cette équation adaptée de la formule de Winkelmann permet de faire le calcul même lorsque le taux de prédation est très élevé (donc le taux de persistance nul, c'est-à-dire si tous les cadavres disparaissent entre 2 visites). Pour cela, deux paramètres sont ajoutés,  $I$  (fréquence de passage ou durée de l'intervalle entre 2 visites) et  $tm$  (durée moyenne de persistance en jours).

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

- Jones (2009) & Huso (2010)

Ces 2 méthodes sont très similaires et reposent sur plusieurs hypothèses : le taux de mortalité est constant sur l'intervalle, la durée de persistance suit une variable exponentielle négative et la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle. La notion d'« intervalle effectif » est aussi ajoutée.

$$N \text{ estimé} = \frac{(Na - Nb)}{(a * d * \hat{e} * P)}$$

La principale différence entre ces deux formules provient du calcul du taux de persistance p :

- Pour Jones (2009) :

$$P = e^{-0,5 * \frac{1}{tm}}$$

- Pour Huso (2010)

$$p = tm * \frac{1 - e^{-\frac{I}{tm}}}{I}$$

## Estimation de la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux

### Rappel des coefficients correcteurs et calculs des paramètres

- Coefficient de correction surfacique : a = 0,707 ;
- Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) : tm = 3,32 ;
- Taux de découverte (ou efficacité du chercheur) : d = 0,70

**Tableau 36 :** Valeurs des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité

Paramètre	Valeur
<b>N<sub>a</sub></b>	1
<b>N<sub>b</sub></b>	0
<b>d</b>	0,6497
<b>I</b>	7
<b>tm</b>	3,83
<b>a</b>	0,573
<b>N<sub>e</sub></b>	3
<b>r</b>	50
<b>ê</b>	1
<b>î</b>	7,66
<b>P (Jones)</b>	0,401
<b>P (Huso)</b>	0,459

## Estimation de la mortalité pour les chiroptères

Les différentes formules estiment la mortalité pour l'ensemble des éoliennes suivies sur la période de suivi. Pour établir des synthèses :

- On divise ces résultats par 3 ► on aura une estimation de la mortalité par éolienne pour la période suivie ;
- On divise par 201 (nombre de jours de suivi) et on multiplie par 245 (période d'activité moyenne des chiroptères : mi-mars à mi- novembre) ► on aura une estimation de la mortalité par éolienne et par an ;
- On multiplie par 3 ► on aura une estimation de la mortalité pour le parc entier et par an (pour la période d'activité moyenne des chiroptères) ;

- On divise par la puissance totale du parc et on aura une estimation de la mortalité par MW et par an (pour la période d'activité moyenne des chiroptères).

**Tableau 37 : Estimation de la mortalité des chiroptères**

Estimation de la mortalité des chiroptères			
	Huso (2010)	Jones (2009)	Erickson (2000)
Mortalité estimée pour l'ensemble des éoliennes suivies du parc (3 éoliennes) sur la période suivie	0,00	0,00	0,00
Mortalité estimée pour une éolienne sur la période suivie	0,00	0,00	0,00
Mortalité estimée pour une éolienne sur une année (8 mois)	0,00	0,00	0,00
Mortalité estimée pour l'ensemble du parc (3 éoliennes) sur une année (8 mois)	0,00	0,00	0,00
Mortalité estimée par MW sur une année (8 mois)	0,00	0,00	0,00

- **La mortalité estimée par MW est nulle sur une année, elle est identique à celle de 2021, elle-même 2 fois inférieure par rapport à 2020.**

### Estimation de la mortalité des oiseaux

Les différentes formules estiment la mortalité pour l'ensemble des éoliennes suivies sur la période de suivi. Pour établir des synthèses :

- On divise ces résultats par 3 ► on aura une estimation de la mortalité par éolienne pour la période suivie ;
- On divise par 201 (nombre de jours de suivi) et on multiplie par 365 (période d'activité des oiseaux, soit toute l'année) ► on aura une estimation de la mortalité par éolienne et par an ;
- On multiplie par 3 ► on aura une estimation de la mortalité pour le parc entier et par an ;
- On divise par la puissance totale du parc et on aura une estimation de la mortalité par MW et par an.

**Tableau 38 : Estimation de la mortalité des oiseaux**

Estimation de la mortalité de l'avifaune			
	Huso (2010)	Jones (2009)	Erickson (2000)
Mortalité estimée pour l'ensemble des éoliennes suivies du parc (3 éoliennes) sur la période suivie	5,85	6,70	2,81
Mortalité estimée pour une éolienne sur la période suivie	1,95	2,23	0,94
Mortalité estimée pour une éolienne sur une année (12 mois)	3,54	4,05	1,70
Mortalité estimée pour l'ensemble du parc (3 éoliennes) sur une année (12 mois)	10,62	12,16	5,11
Mortalité estimée par MW sur une année (12 mois)	1,48	1,69	0,71

- **La mortalité estimée par MW sur une année a presque diminué de moitié entre 2021 et 2022.**

## 3.5 Impacts et proposition de mesures complémentaires de réduction des impacts

### 3.5.1 Statut des espèces contactées et retrouvées mortes au pied des éoliennes

**Tableau 39 : Espèces contactées sur la zone d'étude et statuts associés<sup>3</sup>**

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Protection France	Convention de Berne	Directive oiseaux	Espèces retrouvées mortes			LR Europe	LR Bretagne	
					Oiseaux nicheurs	Oiseaux hivernants	Oiseaux de passage		Nicheurs	Migrateurs
<b>Oiseaux</b>										
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	-	-	-	LC	LC	Nad	LC	LC	DD
<b>Espèces contactées</b>										
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Protection France	Convention de Berne	Directive Habitats	LR France			LR Europe	LR Bretagne	
<b>Chiroptères</b>										
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	A2	A2	A2-A4	LC			VU	NT	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	A2	A2	A4	NT			LC	NT	
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	A2	A2	A4	NT			LC	LC	
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	A2	A2	A4	LC			LC	LC	
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	A2	A2	A4	NT			LC	NT	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	A2	A2	A4	NT			LC	LC	

### 3.5.2 Rappels des impacts identifiés dans l'étude d'impacts et le suivi post implantation de 2020 et des mesures en place

Les impacts potentiels retenus dans l'étude d'impacts sont détaillés dans les tableaux ci-dessous. Le type d'impact potentiel le plus important correspond au risque de collision sur les chiroptères et les oiseaux.

**Concernant l'avifaune**, les espèces observées en transit ou en migration au cours de l'étude d'impacts ont été considérées comme communes et **peu diversifiées**, et les impacts sur ce groupe d'espèces ont donc été identifiés comme **faible**.

**Concernant les chiroptères**, deux des cinq espèces contactées ont été évaluées comme particulièrement vulnérables à l'échelle régionale (Petit rhinolophe, Murin d'Alcathoe). Les impacts potentiels ont été évalués comme **assez élevés** en raison de la présence d'un boisement mature d'une surface importante à proximité et au vu des statuts des espèces contactées.

<sup>3</sup> Protection France : Article 3 (A3) : protection de l'habitat et interdiction de mutilation  
 Liste rouge (LR) : LC : préoccupation mineure, NT : Quasi-menacée, VU : Vulnérable, DD : données insuffisantes, NA : non applicable

Notons que parmi les 5 espèces contactées au cours de l'étude d'impact, seule la Pipistrelle commune a été enregistrée en 2020 et 2021. 4 nouvelles espèces s'ajoute à la Pipistrelle commune en 2020 : la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Natusius, la Sérotine commune et la Noctule de Leisler. En 2021, cette liste est complétée par la Noctule commune. En 2022, 6 espèces sont contactées : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Natusius, la Sérotine commune, la Noctule de Leisler et, une nouvelle espèce sur site, la Barbastelle d'Europe.

**Tableau 40 : Nature des impacts potentiels identifiés dans l'étude d'impact et groupes d'espèces concernés**

Types	Groupes concernés
Collision	Avifaune nicheuse et migratrice, Chiroptères
Déviation du vol	Avifaune en transit ou migration
Destruction/dégradation des milieux en phase travaux	Flore, Habitats, Avifaune nicheuse, Chiroptères, Faune terrestre
Dérangement en phase travaux	Faune vertébrée dont avifaune nicheuse
Dérangement en phase opérationnelle	Faune vertébrée dont avifaune nicheuse et hivernante

Habitats/Groupes d'espèces	Evaluation des impacts potentiels
Habitats naturels	Faibles
Faune terrestre	Faibles
Chiroptères	Assez élevés
Avifaune	Faibles

**Tableau 41 : Modalité du plan de bridage mis en place le 30/09/2019, modifié au 01/04/2022 et mis en œuvre au 05/05/2022**

Paramètres	Modalité 1	Modalité 2	Modalité 3	Modalité 4
Eolienne	CJ1- CJ2- CJ3	CJ1- CJ2- CJ3	CJ1- CJ2- CJ3	CJ1- CJ2- CJ3
Période	01/04 au 31/05	01/06 au 31/07	01/08 au 31/08	01/09 au 31/10
Vitesse de vent	<6 m/s	<6 m/s	<7 m/s	<6 m/s
Durée	Toute la nuit	Toute la nuit	Toute la nuit	Toute la nuit
Température	>8°C	>10°C	>10°C	>10°C
Pluviométrie	≤0,5 mm/h	≤0,5 mm/h	≤0,5 mm/h	≤0,5 mm/h

### 3.5.3 Analyse du fonctionnement des éoliennes

#### Pattern de régulation

- Pattern de régulation engagé

Au cours de l'année 2022, un pattern est décliné pour l'ensemble des éoliennes (Tableau 42). Le pattern est appliqué sur toute la durée de la nuit et en l'absence de précipitation significative. Les seuils de vitesses de vent et de températures évoluent au cours de l'année. Le seuil de vitesse de vent est de 7 m/s en août et de 6 m/s le reste de l'année. Le seuil de température est de 8 °C en avril et mai, et de 10 °C le reste de l'année.

**Tableau 42 : Pattern de régulation prévu en 2022**

Mois	Début	Fin	N jour	Seuil de durée* ( ½ hr avant & ½ hr après)	Seuil de température (en °C, >=)	Seuil de vitesse de vent (en m/s, <=)
Avril	1	30	30	11,8	8	6
Mai	1	31	28	10,1	8	6
Juin	1	30	30	8,8	10	6
Juillet	1	31	31	9,5	10	6
Août	1	31	31	11,1	10	7
Septembre	1	30	30	12,8	10	6
Octobre	1	31	31	14,5	10	6

- Pattern de régulation effectué au cours de l'année

Les seuils de durée, de température et de vitesse de vent mis en place sont déclinés dans le tableau suivant (Tableau 43). Durant l'année 2022, le seuil de température était de 6 °C et non 8 °C, jusqu'au 3 mai 2022. Il a été corrigé à 8 °C par la suite. Les horaires de durée correspondent au nombre d'heures maximum de la nuit pour chaque mois ajoutée d'1/2 heure de manière à couvrir complètement la nuit dans les processus d'analyse de l'activité résiduelle.

**Tableau 43 : Pattern de régulation des éoliennes appliqué en 2022**

Éolienne	Mois	Début	Fin	N jour	Seuil de durée* (½ hr avant & ½ hr après)	Seuil de température (en °C, >=)	Seuil de vitesse de vent (en m/s, <=)
E1	03-mars	1	31	31	-	-	-
E1	04-avr	1	30	30	11.8	6	6
E1	05-mai	1	3	3	10.1	6	6
E1	05-mai	4	31	28	10.1	8	6
E1	06-juin	1	30	30	8.8	10	6
E1	07-juil	1	31	31	9.5	10	6
E1	08-août	1	31	31	11.1	10	7
E1	09-sept	1	30	30	12.8	10	6
E1	10-oct	1	31	31	14.5	10	6
E1	11-nov	1	16	16	-	-	-
E2	03-mars	1	31	31	-	-	-
E2	04-avr	1	30	30	11.8	6	6
E2	05-mai	1	3	3	10.1	6	6
E2	05-mai	4	31	28	10.1	8	6
E2	06-juin	1	1	1	8.8	8	6
E2	06-juin	2	30	29	8.8	10	6
E2	07-juil	1	31	31	9.5	10	6
E2	08-août	1	1	1	11.1	10	6
E2	08-août	2	31	30	11.1	10	7
E2	09-sept	1	1	1	12.8	10	7
E2	09-sept	2	30	29	12.8	10	6
E2	10-oct	1	31	31	14.5	10	6
E2	11-nov	1	1	1	11.0	10	6
E2	11-nov	2	16	15	-	-	-
E3	03-mars	1	31	31	-	-	-
E3	04-avr	1	30	30	11.8	6	6
E3	05-mai	1	3	3	10.1	6	6
E3	05-mai	4	31	28	10.1	8	6
E3	06-juin	1	1	1	8.8	8	6
E3	06-juin	2	30	29	8.8	10	6
E3	07-juil	1	31	31	9.5	10	6
E3	08-août	1	1	1	11.1	10	6
E3	08-août	2	31	30	11.1	10	7
E3	09-sept	1	1	1	12.8	10	7
E3	09-sept	2	30	29	12.8	10	6
E3	10-oct	1	31	31	14.5	10	6
E3	11-nov	1	1	1	11.0	10	6
E3	11-nov	2	16	15	-	-	-

\* durée maximum des nuits pour chaque mois ajoutée d'½ heure, correspondant au pourcentage de nuit couverte amélioré d'½ heure

### Evaluation de l'efficacité du pattern de bridage

- Activité résiduelle simulée

À partir de ces seuils, une activité résiduelle peut être générée. Cette activité est celle qui se maintiendrait durant le fonctionnement des éoliennes soumises au bridage Chiroptères. Cette activité se maintiendrait ainsi dans des conditions qui ne sont pas incluses dans les seuils évoqués précédemment.

**Avec 56 contacts résiduels sur les 1 407 renseignés par des données météorologiques, ce bridage laisserait 3,98 % de contacts et protégerait donc 96,02 % d'entre eux (Tableau 44).**

**Tableau 44 : Activité résiduelle après application des seuils du bridage Chiroptères engagé en 2022**

Espèce	Éolienne	Contacts	Contacts renseignés par les données météo	Contacts résiduels	Pourcentages de contacts résiduels
Barbastelle d'Europe	E1	26	26	0	0.00
Noctule de Leisler	E1	103	80	1	1.25
Pipistrelle commune	E1	756	681	43	6.31
Pipistrelle de Kuhl	E1	502	465	10	2.15
Pipistrelle de Nathusius	E1	95	76	0	0.00
Sérotine commune	E1	106	79	2	2.53
<b>Total</b>		<b>1588</b>	<b>1407</b>	<b>56</b>	<b>3.98</b>

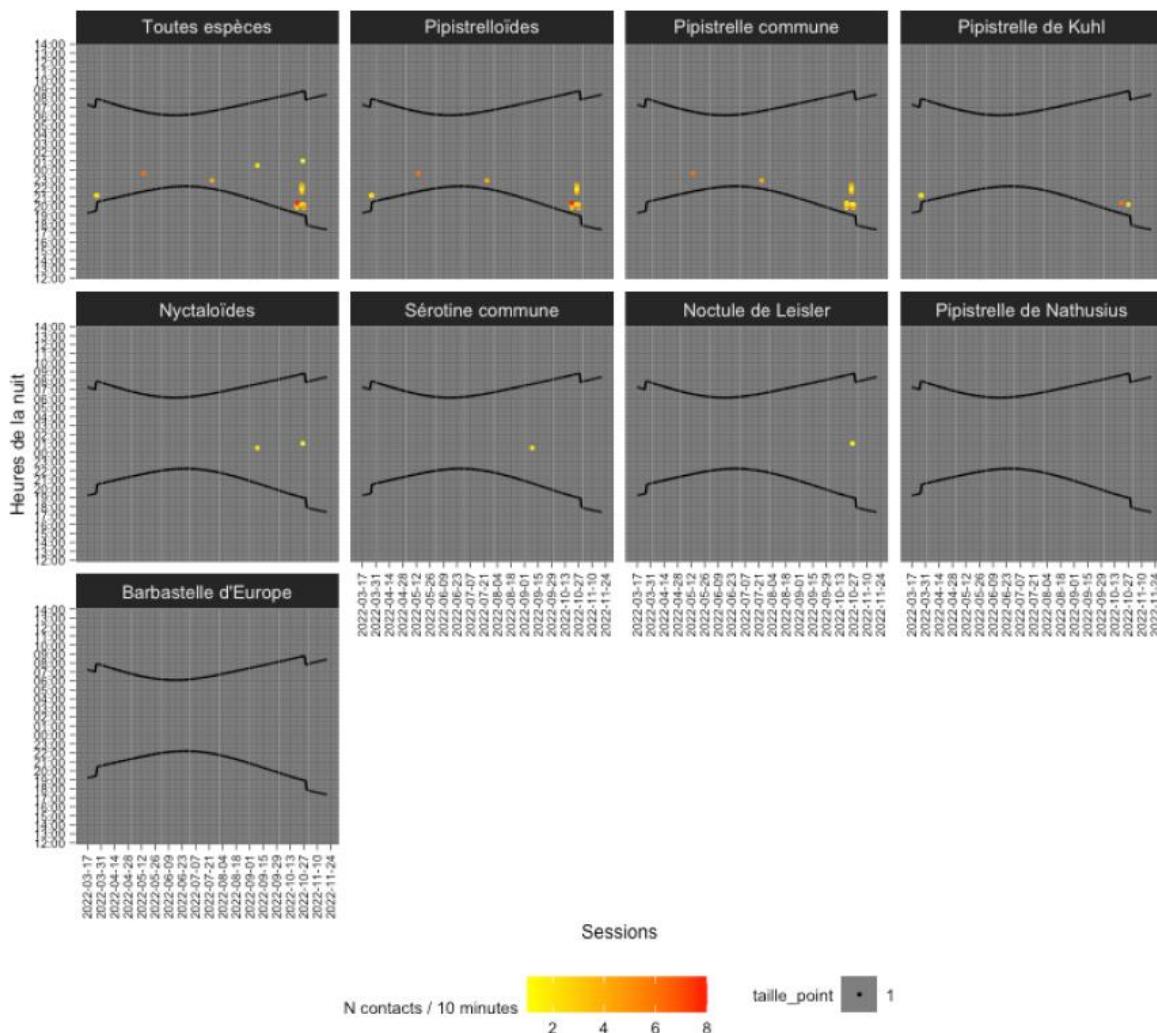
• Fréquentation

> Fréquentation journalière résiduelle simulée

Le profil annuel d'activité résiduelle par session illustre les unités de 10 minutes qui manifesteraient encore de l'activité sous l'éolienne CJ1 (Fig.46). Il s'agit de l'activité résiduelle simulée maintenue durant le fonctionnement des éoliennes.

Comparé au profil d'activité annuel par session (Fig.31 p50 et Fig.36 p54), l'activité qui réside durant le fonctionnement des éoliennes affiche un caractère plus ponctuel.

Les unités de 10 minutes positives d'activité résiduelle sont un peu plus nombreuses à la fin du mois d'octobre pour le groupe « Toutes espèces » et se retrouvent pour le groupe des « Pipistrelloïdes », notamment pour la Pipistrelle commune. Elles sont moins nombreuses le reste de l'année, avec cependant une unité de 10 minutes positive dont l'activité est forte à la mi-mai, générée aussi par la Pipistrelle commune. Pour cette éolienne, le fort taux d'évitement est confirmé.

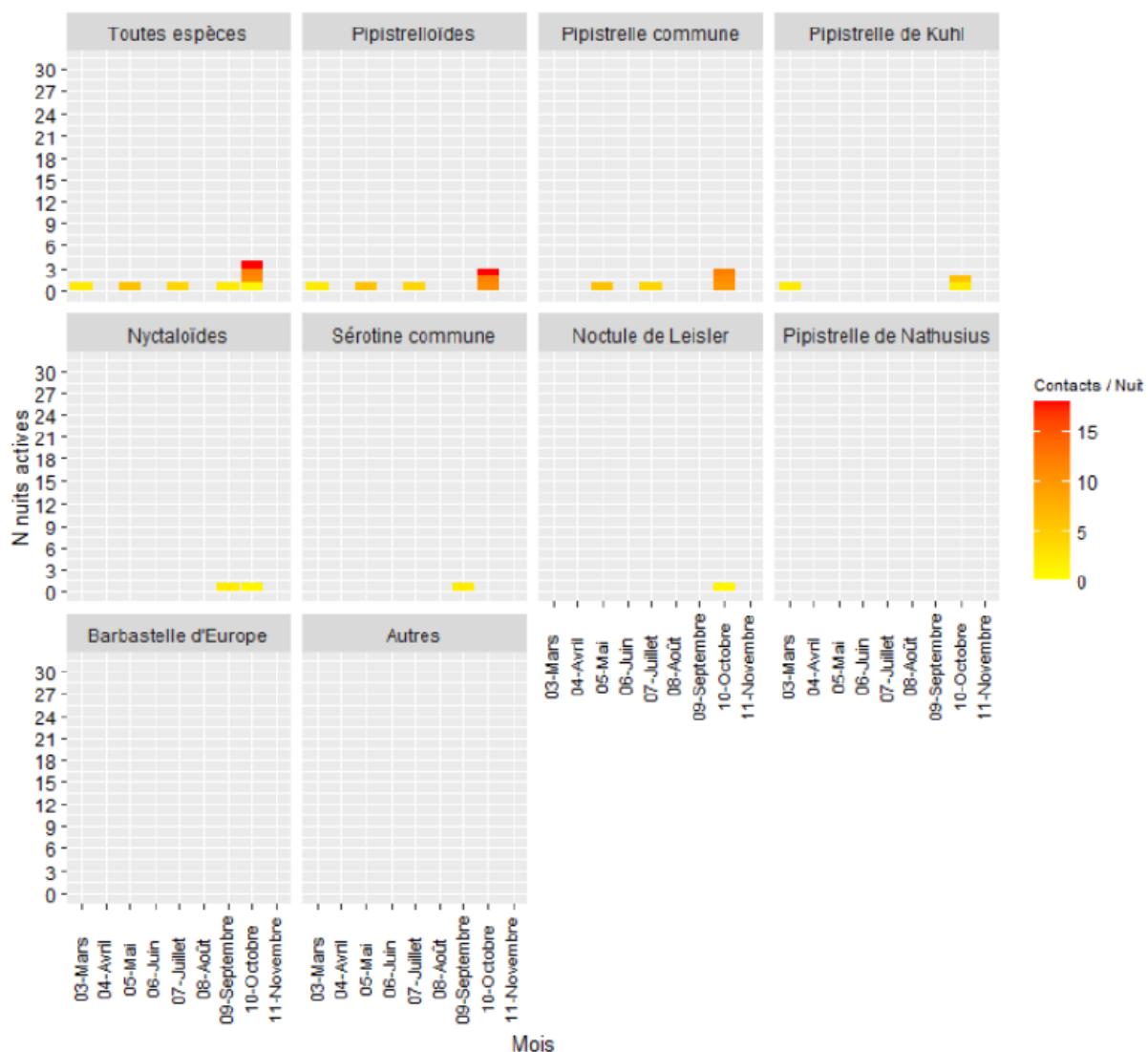


**Figure 46 :** Fréquentation journalière résiduelle simulée des Chiroptères au cours de chaque nuit durant l'année au niveau de la nacelle CJ1 par application du pattern engagé en 2022

> Fréquentation mensuelle résiduelle simulée

Le profil d'activité résiduelle par mois permet de quantifier la fréquentation résiduelle en nombre de sessions et en nombre de contacts par nuits (Fig. 47).

Toutes espèces confondues, seules 9 nuits ont une activité résiduelle, avec un nombre de contacts cependant élevé en octobre. Cette activité résiduelle est dominée par la Pipistrelle commune, et dans une moindre mesure par la Pipistrelle de Kuhl. Les autres espèces ont une activité résiduelle anecdotique.

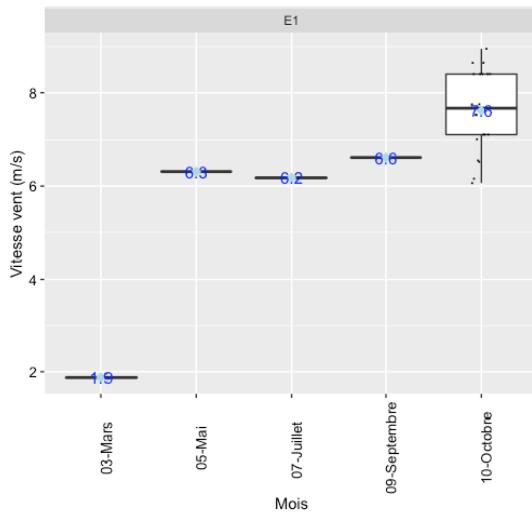


**Figure 47 :** Fréquentation mensuelle résiduelle simulée durant toute la période de suivi des Chiroptères sous la nacelle de CJ1 par application du pattern engagé en 2022

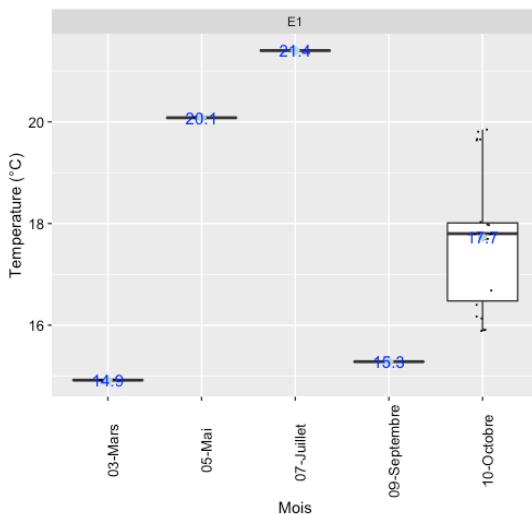
> Conditions de l'activité résiduelle simulée

Les figures 48 et 49 permettent d'évaluer les conditions dans lesquelles se maintient l'activité.

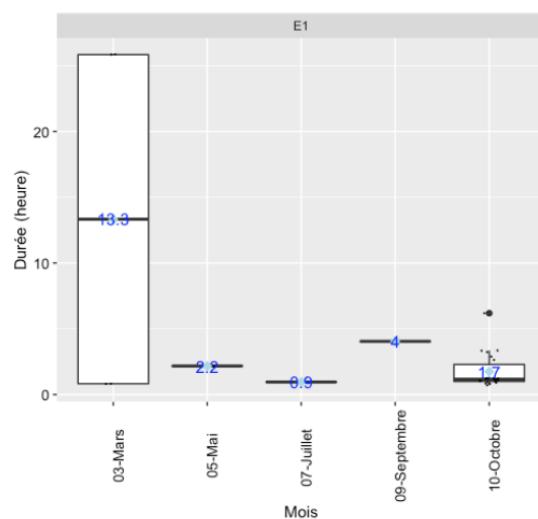
L'activité résiduelle est maintenue au mois de mars par l'absence de bridage, pour 2 contacts de Pipistrelle de Kuhl. Pour les autres mois, l'activité résiduelle est incluse sous le seuil de durée de la nuit écoulée et au-dessus du seuil de température (Fig. 49 et 50). Durant les mois de mai, juillet, septembre et surtout octobre, l'activité apparaît au-dessus du seuil de 6 m/s (Fig. 48). L'activité des Chiroptères à des vitesses de vent supérieures au seuil de 6 m/s est à l'origine de cette activité résiduelle simulée.



**Figure 48 : Distribution des valeurs de vitesses de vent de l'activité résiduelle simulée**



**Figure 49 : Distribution des valeurs de températures de l'activité résiduelle simulée**



**Figure 50 : Distribution des valeurs de durée de la nuit écoulée de l'activité résiduelle simulée**

## Analyse du fonctionnement de l'éolienne CJ1

### • Rappel des types d'arrêts

Pour rappel, des états de fonctionnement sont associés à l'activité chiroptérologique résiduelle. Se déclinent alors les catégories suivantes qui sont illustrées dans les graphiques dédiés à l'analyse :

- « **Absence d'activité – Hors phase de bridage** » : aucun arrêt n'est attendu, aucun arrêt n'est constaté dans le fonctionnement des éoliennes et aucune activité résiduelle n'est détectée ;
- « **Activité résiduelle – Hors phase de bridage** » : aucun arrêt n'est attendu, aucun arrêt n'est constaté dans le fonctionnement des éoliennes et de l'activité résiduelle est détectée ;
- « **Absence d'activité – Arrêt attendu** » : un arrêt est attendu au regard des seuils de bridage appliqués, il est constaté dans le fonctionnement des éoliennes et de fait aucune activité résiduelle n'est constatée ;
- « **Absence d'activité – Arrêt inattendu** » : un arrêt n'est pas attendu au regard des seuils de bridage appliqués mais un arrêt est constaté dans le fonctionnement des éoliennes et de fait aucune activité résiduelle n'est constatée ;
- « **Absence d'activité – Arrêt manquant** » : un arrêt est attendu au regard des seuils de bridage appliqués, mais aucun arrêt n'apparaît dans le fonctionnement des éoliennes et aucune activité résiduelle n'est détectée ;
- « **Activité résiduelle – Arrêt manquant** » : un arrêt est attendu au regard des seuils de bridage appliqués, mais aucun arrêt n'apparaît dans le fonctionnement des éoliennes, de plus une activité résiduelle est détectée.

### • Activité résiduelle réelle

Dans cette analyse, l'activité résiduelle est celle qui est réellement maintenue par le fonctionnement des éoliennes au cours de l'année. Ainsi ne sont retenues que les données où les arrêts sont de type « Activité résiduelle - Hors phase de bridage » et « Activité résiduelle - Arrêt manquant ».

**Suite aux arrêts réellement effectués durant l'année 2022, 50 contacts sont réellement résiduels sur les 1 588 contacts enregistrés. Cela a donc laissé 3,15 % de contacts et en a protégé 96,85 % d'entre eux** (Tableau 45). Ce niveau d'évitement est légèrement supérieur à celui attendu.

**Tableau 45 : Activité résiduelle après application des seuils du bridage Chiroptères engagé en 2022**

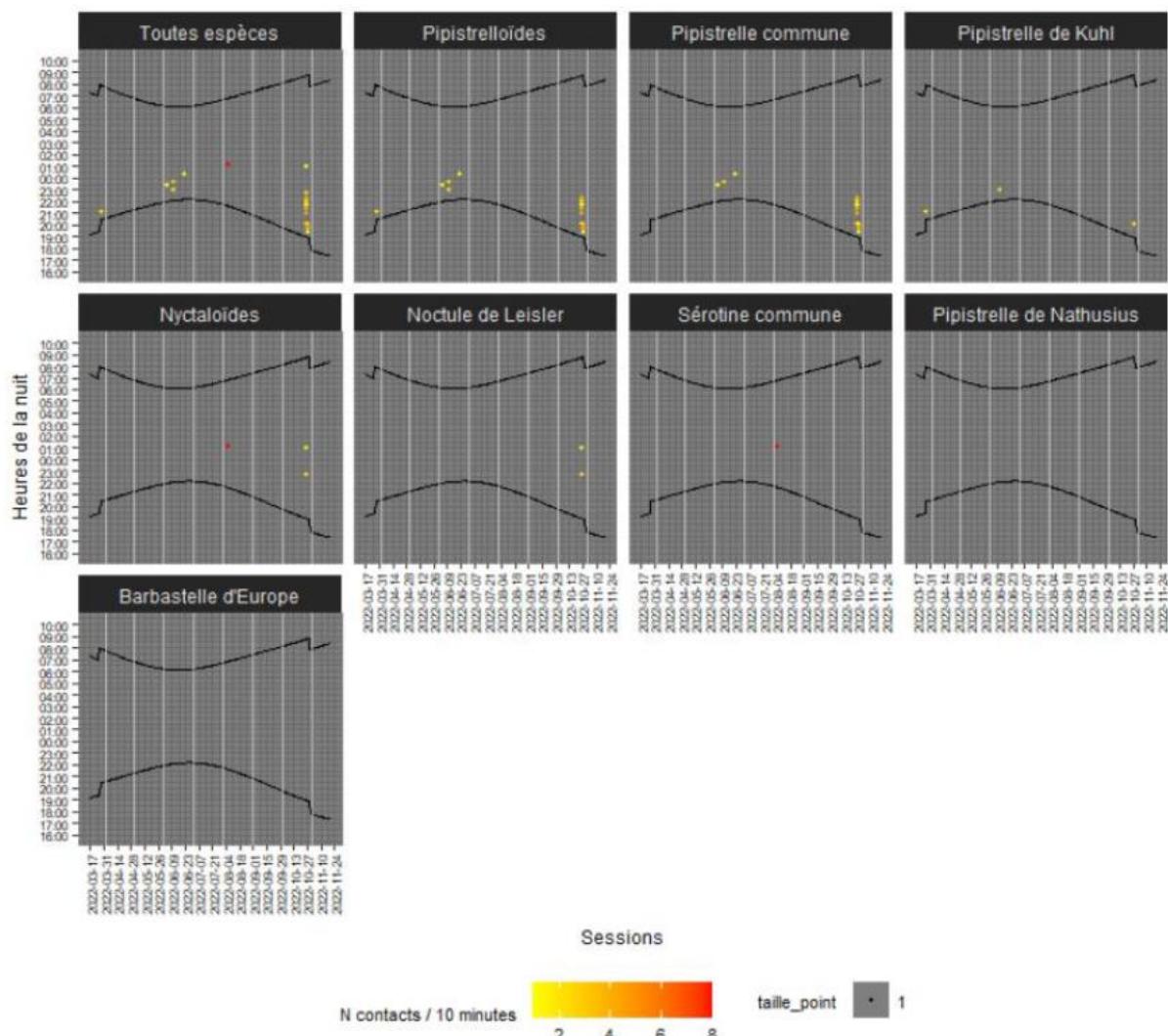
Espèce	Éolienne	Contacts	Contacts renseignés par les données météo	Contacts résiduels simulés	Contacts résiduels réels	Pourcentages de contacts résiduels simulé	Pourcentages de contacts résiduels réels
Barbastelle d'Europe	E1	26	26	0	0	0.00	0.00
Noctule de Leisler	E1	103	80	1	3	1.25	2.91
Pipistrelle commune	E1	756	681	43	33	6.31	4.37
Pipistrelle de Kuhl	E1	502	465	10	6	2.15	1.20
Pipistrelle de Nathusius	E1	95	76	0	0	0.00	0.00
Sérotine commune	E1	106	79	2	8	2.53	7.55
<b>Total</b>		<b>1588</b>	<b>1407</b>	<b>56</b>	<b>50</b>	<b>3.98</b>	<b>3.15</b>

### • Fréquentation

> Fréquentation journalière résiduelle réelle

Le profil annuel d'activité résiduelle par session illustre les unités de 10 minutes qui manifestent encore de l'activité sous l'éolienne CJ1 (Fig. 51). Il s'agit de l'activité résiduelle réellement conservée durant le fonctionnement de l'éolienne.

Les unités de 10 minutes positives sont très isolées. L'activité résiduelle réelle affiche tout de même une temporalité différente entre juin et septembre par rapport à l'activité résiduelle simulée. En revanche, l'activité résiduelle simulée durant la fin du mois d'octobre est confirmée dans l'activité résiduelle réelle.

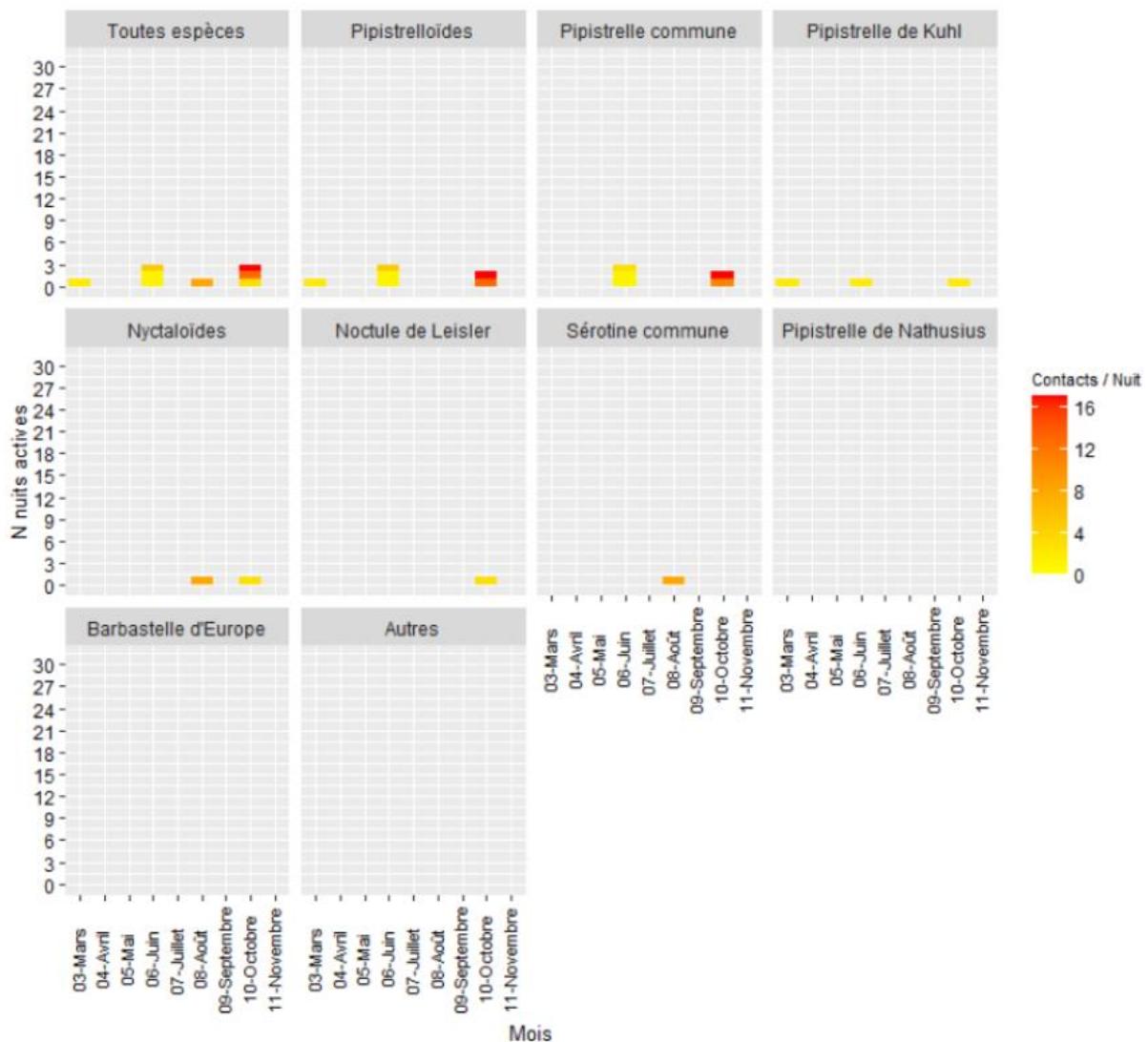


**Figure 51 :** Fréquentation journalière résiduelle simulée des Chiroptères au cours de chaque nuit durant l'année au niveau de la nacelle de CJ1 par application du pattern engagé en 2022

> Fréquentation mensuelle résiduelle réelle

Le profil d'activité résiduelle par mois permet de quantifier la fréquentation résiduelle en nombre de sessions et de contacts par nuit (Fig. 52).

L'activité est maintenue durant le fonctionnement des éoliennes durant 8 nuits. La temporalité est aussi décalée entre l'activité résiduelle simulée et l'activité résiduelle réelle, mais cela se manifeste sur un nombre de nuits très limités.



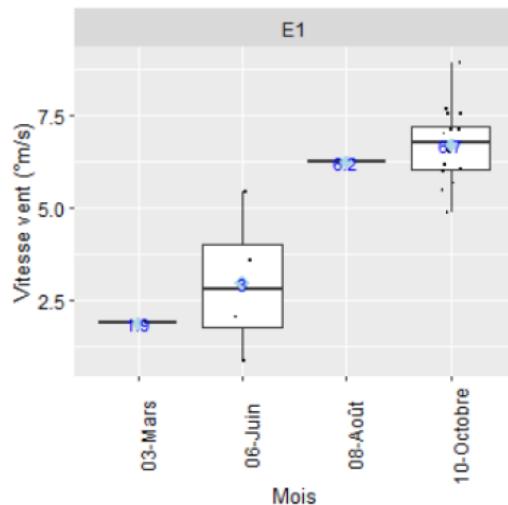
**Figure 52 :** Fréquentation mensuelle résiduelle simulée durant toute la période de suivi des Chiroptères sous la nacelle de l'éolienne CJ1 par application du pattern engagé en 2022

### > Conditions de l'activité résiduelle réelle

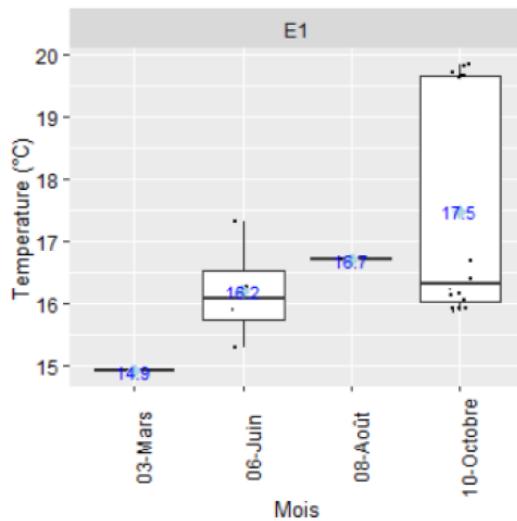
Les figures 53, 54 et 55 permettent d'évaluer les conditions dans lesquelles se maintient l'activité. Les données de fonctionnement sont produites à la minute, les données sont donc renseignées sur des classes de temps d'une minute.

Le mois de mars n'est pas soumis au bridage Chiroptères, ce qui explique l'activité résiduelle réelle, qui demeure isolée.

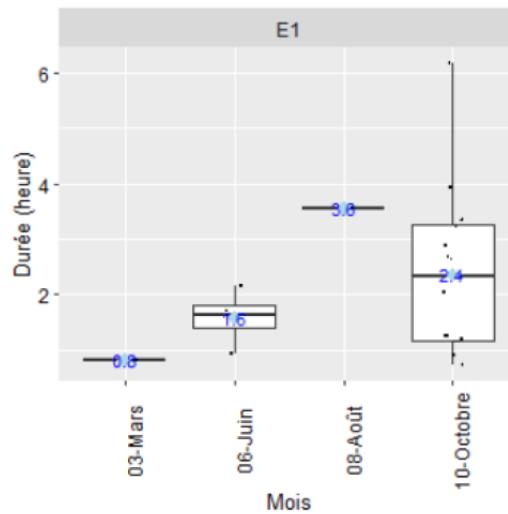
L'ensemble de l'activité résiduelle est inclus sous les seuils de durée de la nuit écoulée et au-dessus des seuils de températures. Cependant les vitesses de vent au mois de juin, au mois d'août mais aussi pour une partie du mois d'octobre associées aux contacts résiduels sont inférieures au seuils respectifs (6 m/s en juin et octobre, 7 m/s en août). Ainsi, une partie des contacts n'ont pas été évités par le bridage alors que les conditions l'imposaient. Ce phénomène s'explique probablement par le temps de réaction des éoliennes à appliquer les arrêts.



**Figure 53 :** Distribution des valeurs de vitesse de vent de l'activité résiduelle réelle (unité : la minute)



**Figure 54 :** Distribution des valeurs de températures de l'activité résiduelle réelle (unité : la minute)



**Figure 55 :** Distribution des valeurs de durée de la nuit écoulée de l'activité résiduelle réelle (unité : la minute)

### • Analyse des arrêts

Les différents états, parfois associés à l'activité résiduelle, sont représentés dans le graphique suivant et synthétisés dans le tableau suivant (Fig. 56, Tableau 46).

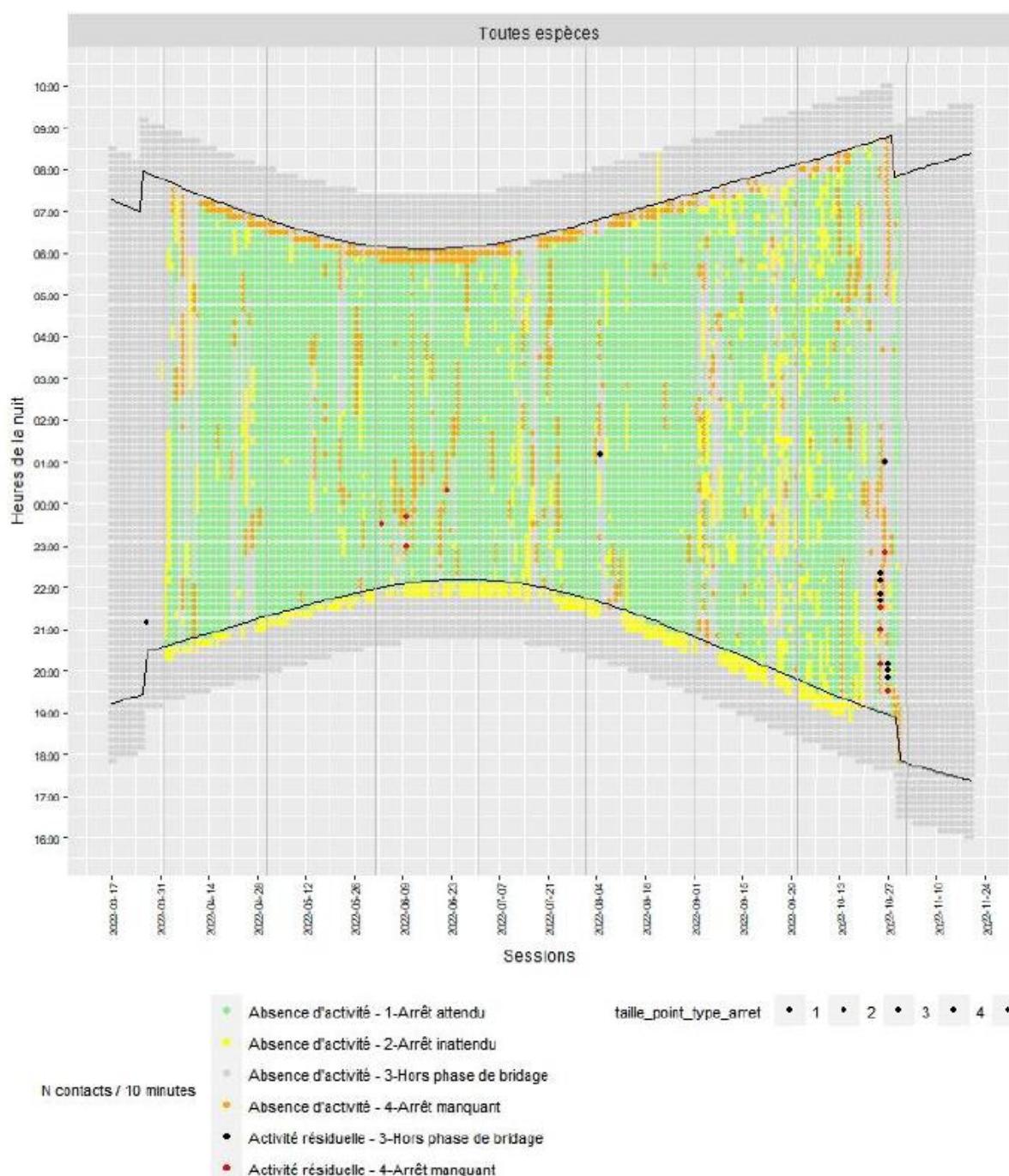
L'état « Hors phase de bridage » et l'état « Arrêts attendus » dominent largement. Les 26 contacts résiduels associés à l'état « hors phase de bridage » sont isolés et imputables à un mois de mars non concerné par un bridage Chiroptères et par une activité enregistrée au-delà des seuils de vitesses de vent en octobre.

L'état « Arrêt inattendu » est disséminé au cours de certaines nuits, plus fréquemment à partir du mois de septembre. Elles permettent d'éviter éventuellement des contacts qui ne l'auraient pas été.

Les périodes « Arrêt manquants », les moins fréquentes, se concentrent en début et en fin de nuit. Elles apparaissent de manière plus épisodique durant les nuits. L'activité résiduelle inattendue associée est illustrée en juin et en octobre.

Manque enfin le contact résiduel qui devait être associé à la période « Arrêt manquant » au moins d'août. À l'inverse, apparaît un contact résiduel associé à la période « Hors phase bridage ». Ce décalage isolé provient de la conversion des classes qui renseignent à la minute le fonctionnement des éoliennes à des classes qui renseignent sur une unité de 10 minutes. L'état dominant est retenu. Cette conversion est nécessaire pour permettre ce type de représentation graphique.

**Cette représentation confirme au demeurant la faible activité résiduelle. Les écarts entre la simulation et la réalité sont très probablement dus à la latence des éoliennes à activer un arrêt.**



**Figure 56 :** Représentation par session des différents types de fonctionnement de l'éolienne CJ1

**Tableau 46 :** Durée et nombre de contacts par type d'arrêt

Type d'arrêt	Durée (en heure)	Nombre de contacts total	Nombre de contacts résiduels
Arrêt attendu	1332,57	1327	0
Arrêt inattendu	316,23	211	0
Hors phase de bridage	1288,50	0	26
Arrêt manquant	295,65	0	24

### • Conclusion

Le pattern de bridage appliquée est performant et permet de protéger près de 97 % de l'activité. Il peut laisser de l'activité résiduelle quand l'activité est enregistrée à des vitesses de vent supérieures à 6 m/s. Dans ce cas, l'activité résiduelle est isolée et très limitée.

Le bridage est bien activé et permet de protéger réellement l'activité dans les mêmes proportions que la simulation. Un léger décalage des horaires de données d'arrêt peut expliquer l'existence d'états « Arrêt inattendu » avant le coucher du soleil et d'états « Arrêt manquant » avant le lever du soleil, sans que cela n'est d'impact sur les Chiroptères. Ce phénomène et la latence dans le déclenchement d'un arrêt et dans sa remise en fonctionnement peuvent aussi expliquer l'existence ponctuelle d'états « Arrêt inattendu » et « Arrêt manquant » au cours de la nuit sans que cela n'est d'impact sur les Chiroptères.

### 3.5.4 Rappel des mesures compensatoires mises en place

Dans le cadre de la compensation de l'impact de l'implantation du parc éolien, des haies ont été plantées aux abords du parc.



**Figure 57 : Localisation des mesures compensatoires**



**Figure 58 : Localisation Haie point de vue 1**



**Figure 59 : Localisation Haie point de vue 2**



Figure 60 : Localisation Haie point de vue 3



Figure 61. Localisation haies point de vue 4

### 3.5.5 Bilan des impacts du parc éolien sur l'avifaune et les chiroptères

#### Cas des chiroptères

Malgré une activité des chiroptères ponctuellement importante en fonction de l'heure, des conditions climatiques et de la saison autour de l'éolienne CJ1, aucun cadavre n'a été retrouvé au pied de cette éolienne ni des deux autres éoliennes.

Le cortège d'espèces inventoriées sous la nacelle de l'éolienne CJ1 en 2022 est celui rencontré régulièrement sous les éoliennes à hauteur de rotor. En effet, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Sérotine commune et la Noctule de Leisler ont été contactées. La Barbastelle d'Europe, plus rare sous les éoliennes, est également présente mais de manière anecdotique.

Ce cortège est quasiment identique à celui de 2021, avec la Noctule commune en moins et la Barbastelle d'Europe en plus. La densité et la diversité sont équivalentes entre les deux années de suivis, avec une activité qui reste faible au niveau de la nacelle. **Ainsi, aucune évolution majeure n'est considérée entre les deux années de suivi.**

Les Chiroptères favorisent les conditions de températures supérieures à 14 °C et les vitesses de vents inférieures à 5 m/s. Elles exploitent aussi la première partie de la nuit et se raréfient rapidement pour être quasiment absentes deux heures avant la fin de la nuit.

À la croisée des niveaux de fréquentation et des niveaux de statut de conservation, les enjeux chiroptérologiques concernent la Pipistrelle commune. Le risque de découvrir plusieurs cas de mortalité est engagé pour cette espèce. L'application d'un plan de bridge Chiroptères est justifiée.

Les seuils du bridge Chiroptères sont performants et permettent de protéger théoriquement 96 % de l'activité.

À l'issue de l'analyse du fonctionnement de l'éolienne, **le niveau de protection réelle de l'activité est similaire à celui attendu, atteignant presque 97 %**, même si des décalages d'état d'arrêt sont observés. Ces derniers sont probablement imputables à la réactivité des éoliennes vis-à-vis de l'évolution des conditions météorologiques, en particulier celle de la vitesse du vent.

### Cas de l'avifaune

Un cas de mortalité a été recensés uniquement sur l'éolienne 3, il correspond à l'estimation calculée avec les formules de Jones, Erickson et Huso.

MARX (2017) mentionne une moyenne de 1.24 oiseaux par éolienne et par année de suivi sur 31 parcs éoliens (résultats bruts sur 26 semaines). Tandis que Rydell & 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). Nos résultats s'approchent de ceux décrits par MARX (2017)

### Bilan

La mortalité a nettement diminué entre 2021 et 2022, de **moitié pour l'avifaune** et est restée nulle pour les chiroptères entre 2021 et 2022. Le bridge a été efficace notamment sur les éoliennes 1 et 2 où aucun cas de mortalité n'a été recensé en 2022.

Le protocole de suivi révisé en 2018 stipule que si le suivi mis en œuvre conclut à l'absence d'impact significatif sur les chiroptères et sur l'avifaune, le prochain suivi aura lieu dans les 10 ans (article 12 arrêté ICPE 26/08/2011) et aucune mesure corrective de réduction ne devra être mise en place.

Cependant, l'arrêté préfectoral du 11/10/2018 (Voir annexe) demande un suivi durant les trois premières années après la mise en fonctionnement du parc éolien.

De plus, étant donné les données de fréquentation chiroptérologique, une révision du plan de bridage a été proposée en 2021 or toute modification du pattern de régulation implique la réalisation d'un suivi de la mortalité l'année suivante. Ainsi, le suivi engagé pour l'année 2022 a permis de vérifier l'efficacité du bridage appliqué dès le 5 mai 2022 (semaine 18).

Etant donné la période de mise en place du bridage et la faible mortalité constatée lors des passages en 2022, un suivi pour l'année 2023 ne semble pas nécessaire (voir Tableau 47). De plus, étant donné l'absence d'activité enregistrée pour le mois d'avril sur les 2 dernières années de suivi, le suivi sur le mois d'avril 2023 pour évaluer l'influence du nouveau plan de bridage sur cette période, ne semble pas nécessaire.

**Tableau 47** Période sur laquelle doit être effectué le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur en fonction des enjeux

semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères spécifiques*	Dans tous les cas*		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères*
Suivi d'activité en hauteur des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

\* Le suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères est mutualisé. Ainsi, tout suivi de mortalité devra conduire à rechercher à la fois les oiseaux et les chiroptères (y compris par exemple en cas de suivi étendu motivé par des enjeux avifaunistiques).

**Au regard des résultats des suivis, le parc éolien de Coatjegu avec ses 3 aérogénérateurs a un impact non significatif sur les chiroptères et l'avifaune en phase d'exploitation et ne remet pas en cause la conservation des espèces touchées.**

➤ Ainsi aucune mesure complémentaire n'est proposée en phase d'exploitation de ce parc (conformément au protocole révisé de 2018 et à l'article 12 arrêté ICPE 26/08/2011 modifié par l'arrêté 22/06/2020).

## 4 Détail des cas de mortalité constatés

---

Date	Opérateur	Eolienne	Groupe	Espèce	Age	Etat	Date de la mort	Cause de la mort
17/06/2022	BD	CJ3	Oiseau	Pigeon ramier		Sec	11/06/2022	Collision





Fiche de terrain - Mortalité avifaune/chiroptères				
<b>Nom du parc éolien :</b> Coatjégan				
<b>Session :</b> 17				
Point N° :	Date: 17/06/22	Heure : 0h42	Opérateur :	BD
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS+indication sur la carte :				
Latitude :				
Longitude :				
Numéro de l'éolienne la plus proche : 3				
Fonctionnement de l'éolienne la plus proche : <input type="checkbox"/> Tourne <input checked="" type="checkbox"/> Stoppée				
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 25 m				
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S O				
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Terrain sec, 10 mètres				
<b>N° de photos :</b>				
<b>Description et identification</b>				
Taille (ailes déployées) :				
Particularités (couleur, forme quelconque) : grise, blanche				
Identification (famille, espèce si possible) : Bégar nain				
<b>Etat de l'individu :</b>				
<input type="checkbox"/> Vivant	<input checked="" type="checkbox"/> Mort	<input type="checkbox"/> Fragment		
<input type="checkbox"/> Blessure apparente	<input type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b>				
<input type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé	<input checked="" type="checkbox"/> Sec	
<b>Cause présumée de la mort ( collision avec pale/tour, barotraumatisme... ) :</b>				
Collision avec pale				
<b>Météorologie :</b> grand soleil, très chaud				
<b>Commentaires :</b> Dans le prolongement de la pale (au vent)				

## 5 Bibliographie

---

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. VILLEGRAS-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 Parthénope); MNHN, Paris, 544p.

ANDRE Y. (2009). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Programme national Eolien-Biodiversité – ADEME, MEEDDM, SER, FEE & LPO, 21 p.

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. (2012) : Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse. 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.

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.

BRINKMNA,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.

COSSON, M. & DULAC, P. (2003). Synthèse du rapport de suivi du parc éolien de Bouin LPO Marais Breton

DE LUCAS *et al.*, 2007. Birds and wind farms, Risk assessment and mitigation. Quercus, Madrid, 275p.

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.

DÜRR, T. (2017). *Bird fatalities at windturbines in Europe*.

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.

Suivis environnementaux post implantation – Parc éolien de Coatjégu (Plédéliac – 22) 62 / 62  
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.

GOB (coord.), 2012. *Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne*. Groupe ornithologique breton (2012). Bretagne Vivante-SEPNB, LPO 44, Groupe d'études ornithologiques des Côtes-d'Armor. Delachaux & Niestle, Paris. 512 p.

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

HULL, C.-L. & MUIR, S. (2012) Search areas for monitoring bird and farm using a monte-Carlo model.

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.

ISSA, N. & MULLER, Y. coord. (2015). *Atlas des oiseaux nicheurs de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale*. LPO / SEO / MNHN. Delachaux et Niestlé, Paris, 1408 p.

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 – Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. Ligue pour la Protection des Oiseaux, 92 p.

MEEDDM (2010). Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens – Actualisation 2010. 187 p. + fiches techniques

NEWTON, I. (2008). *The migration ecology of birds*. Academic press. 976 p

PERCIVAL, S. (2003). Birds and wind farm in Ireland : a review of potential issues and impact assessment. *Ecology consulting*. 25 p

Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – Novembre 2015 : <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-29243-protocole-suivi-environnemental-parcs-eoliens.pdf>

RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYN, T., DEKKER, J., KEPEL,A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH,C., PARK,K., MICEVSKI,B.,MINDERMANN, 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.

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

## 6 Annexe – Arrêté préfectoral du 11/10/2018



Préfecture

Direction des relations avec les collectivités territoriales

Bureau du développement durable

### ARRÊTÉ portant prescriptions complémentaires

le Préfet des Côtes d'Armor

**VU** le code de l'environnement et ses annexes ;

**VU** l'ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale ;

**VU** le décret n°2017-81 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale ;

**VU** l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées ;

**VU** l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent ;

**VU** l'arrêté ministériel du 6 novembre 2014 modifiant l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées et l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent ;

**VU** l'arrêté préfectoral du 4 mai 2017 portant autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent regroupant 3 aérogénérateurs d'une puissance maximale de 7,5 MW sur la commune de Plestan et un poste de livraison sur la commune de Plédéliac ;

**VU** l'arrêté préfectoral complémentaire du 1<sup>er</sup> décembre 2017 relatif à la modification du poste de livraison ;

**VU** la demande de modification présentée en date du 9 mai 2018 par la société Parc Eolien Nordex XXIV SAS dont le siège social est à – 23 rue d'Anjou, 75 008 PARIS - en vue de modifier le modèle d'éolienne ;

**VU** le rapport du 26 septembre 2018 de la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement, chargée de l'inspection des installations classées ;

**VU** le projet d'arrêté porté à la connaissance du demandeur par courrier en date du 27 septembre 2018 ;

**VU** les observations sur ce projet d'arrêté présentées par le demandeur par courriel électronique en date du 3 octobre 2018 ;

**VU** l'arrêté préfectoral du 10 novembre 2017 portant délégation de signature à Madame Béatrice OBARA, Secrétaire Générale de la Préfecture des Côtes d'Armor ;

**CONSIDÉRANT** que l'installation faisant l'objet de la demande est soumise à autorisation préfectorale au titre de la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement ;

**CONSIDÉRANT** que cette modification n'est pas une extension ;

**CONSIDÉRANT** que les modifications envisagées n'engendreront aucun impact paysager et acoustique supplémentaires ;

**CONSIDÉRANT** que le ministère des Armées, le 7 août 2018, de Météo France, le 14 septembre 2018, de l'aviation civile, le 15 juin 2018, ont rendu un avis favorable à cette demande de modification ;

**CONSIDÉRANT** que l'augmentation de la surface de rotor et le rapprochement des pâles de l'éolienne E1 de la lisière entraînent une augmentation du risque de collision pour les chauves souris locales et dans une moindre mesure pour les oiseaux ;

**CONSIDÉRANT** que au vu de l'augmentation des impacts potentiels sur la biodiversité, il est nécessaire de renforcer les mesures de réduction sur l'ensemble des éoliennes (soit le plan de bridage) ;

**CONSIDÉRANT** que les conditions d'aménagement et d'exploitation, les modalités d'implantation, fixées par le présent arrêté préfectoral d'autorisation permettent de prévenir les dangers et inconvénients de l'installation pour les intérêts mentionnés à l'article R.511-1 du Code de l'environnement, notamment pour la commodité du voisinage, pour la santé, la sécurité, la salubrité publique et pour la protection de la nature et de l'environnement ;

**CONSIDÉRANT** que l'autorisation ne peut être accordée que si les mesures que spécifie le présent arrêté permettent de prévenir les dangers et inconvénients pour les intérêts mentionnés aux articles L.211-1 et L.511-1 du code de l'environnement ;

**CONSIDÉRANT** que les conditions légales de délivrance de l'autorisation sont réunies ;

**SUR** la proposition de la secrétaire générale de la préfecture des Côtes d'Armor ;

### ARRÊTE

#### **Article 1<sup>er</sup> - Liste des installations concernées par une rubrique de la nomenclature des installations classées**

L'article 2 de l'arrêté préfectoral du 4 mai 2017 est modifié comme suit :

Rubrique	Intitulé	Nature des installations et volume d'activités	Clt
2980-1	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs, comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.	Nombre maximum d'éoliennes : 3 Hauteur maximale des mâts (mât + nacelle) : 100 m Hauteur maximale mât + pâles : 150 m Diamètre maximal du rotor : 117 m  Puissance unitaire maximale : 2,5 MW Puissance totale maximale du parc : 7,5 MW	A (6 km)

#### **Article 2 - Situation de l'établissement**

L'article 1 de l'Arrêté Préfectoral complémentaire du 1<sup>er</sup> décembre 2017 est modifié comme suit :

La Société Parc Eolien Nordex XXIV SAS informera le Préfet des Côtes-d'Armor, l'Inspection des installations classées, la DGAC et la Défense du **démarrage des travaux au moins un mois à l'avance**.

Les installations autorisées sont situées sur les communes, parcelles et lieux-dits suivants :

Installation	Coordonnées RGF Lambert 93		Commune	Lieu-dit	Parcelles
	X	Y			
Aérogénérateur n°1	301 693	6 827 162	Plestan	Le Haut de la Lande	ZK 1
Aérogénérateur n°2	301 930	6 827 036	Plestan	Le Haut de la Lande	ZK 15
Aérogénérateur n°3	302 177	6 826 914	Plestan	Le Rocher	ZK 18
Poste de livraison	301 790	6 827 000	Plestan	Le Haut de la Lande	ZK 14

### **Article 3 - Mesures spécifiques liées à la préservation des enjeux environnementaux locaux (biodiversité et paysage)**

L'alinéa I « Protection des chiroptères/avifaune » de l'article 6 de l'arrêté préfectoral du 4 mai 2017 est modifié comme suit :

- Un mode de fonctionnement spécifique est mis en place, dès la mise en service de l'installation afin d'éviter tout risque de collision. **Les éoliennes sont arrêtées :**
  - du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre ;
  - toute la nuit ;
  - en absence de pluie significative ;
  - pour des vitesses de vent inférieures à 6 m/s à hauteur du moyeu ;
  - et des températures supérieures à 6°C à hauteur du moyeu.
- **Suivi des mortalités** : un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères est réalisé dès la première année de fonctionnement du parc, pendant les trois premières années puis tous les 10 ans. Le protocole de suivi mis en place par l'exploitant est conforme au protocole de suivi environnemental présenté dans l'étude d'impact et a minima à celui reconnu par le ministre chargé des installations classées.
- **Suivi des activités des chiroptères** : afin d'évaluer l'impact réel des éoliennes sur les populations de chiroptères, une évaluation de la fréquentation des abords du parc éolien par les chauves-souris sera réalisée, dès la première année de fonctionnement du parc et pendant les trois premières années puis tous les 10 ans, en respectant les dispositions du protocole ministériel en vigueur.
- Si des impacts significatifs étaient constatés lors de ces suivis, des actions supplémentaires devront être mises en place après information de l'inspection des installations classées.
- Si les suivis révèlent que les impacts des éoliennes relèvent d'une situation justifiant l'octroi d'une dérogation à la protection stricte des espèces, l'exploitant devra constituer une telle demande.

### **Article 4 - Délais et voies de recours**

En application de l'article L514-6 du code de l'environnement, le présent arrêté est soumis à un contentieux de pleine juridiction.

Il peut être déféré au tribunal administratif de Rennes (Hôtel de Bizien - 3 Contour de la Motte - 35044 Rennes Cedex) :

- 1<sup>o</sup> Par les pétitionnaires ou exploitants, dans un délai de deux mois à compter du jour où la décision leur a été notifiée ;
- 2<sup>o</sup> Par les tiers, personnes physiques ou morales, les communes intéressées ou les groupements, en raison des inconvénients ou des dangers que le fonctionnement de l'installation présente pour les intérêts visés à l'article L181-3, dans un délai de quatre mois à compter de :
  - a) l'affichage en mairie dans les conditions prévues au 2<sup>e</sup> de l'article R181-44 ;
  - b) la publication de la décision sur le site internet de la préfecture prévue au 4<sup>e</sup> du même article.

### **Article 5 - Publicité**

Conformément à l'article R181-44 du code de l'environnement, en vue de l'information des tiers :

- 1<sup>o</sup> Une copie de l'arrêté sera déposée à la mairie de PLESTAN et pourra y être consultée ;
- 2<sup>o</sup> Ce même arrêté sera affiché à la mairie de PLESTAN pendant une durée minimum d'un mois ; procès verbal de l'accomplissement de cette formalité est dressé par les soins du maire ;
- 3<sup>o</sup> L'arrêté sera publié sur le site internet de la préfecture des Côtes d'Armor pendant une durée minimale d'un mois.

L'information des tiers s'effectue dans le respect du secret de la défense nationale, du secret industriel et de tout secret protégé par la loi.

#### Article 6 - Exécution

La Secrétaire Générale de la Préfecture des Côtes d'Armor, le Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement chargé de l'inspection des installations classées, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de veiller à l'exécution du présent arrêté dont copie sera notifiée à la société Parc éolien NORDEX XXIV SAS.

Saint-Brieuc, le  
**11 OCT. 2018**  
Le préfet et par délégation  
la Secrétaire générale  
  
Béatrice OBARA