



## Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du parc éolien de Penquer II, commune de Gurunhuel et Moustéru (Côtes d'Armor 22)

**RENNES (siège social)**  
Parc d'activités d'Apigné  
1 rue des Cormiers - BP 95101  
35651 LE RHEU Cedex  
**Tél : 02 99 14 55 70**  
**Fax : 02 99 14 55 67**  
[rennes@ouestam.fr](mailto:rennes@ouestam.fr)

**NANTES**  
5 BD Ampère  
Bâtiment C  
44470 Carquefou  
**Tel : 02 40 94 92 40**  
[nantes@ouestam.fr](mailto:nantes@ouestam.fr)

### Rapport de l'étude environnementale

**2023-2024**

Code. affaire : 23-0125

Resp. étude : Brice Normand



**Ouest am**

L'intelligence collective au service des territoires

Ce document a été réalisé par :

*Brice Normand – écologue*

*Christophe Billoin – technicien faune*

*Loïc Bellion – chiroptérologue*

*Sarah Desdoits – technicienne faune*

## Sommaire

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>1 PREAMBULE.....</b>	<b>5</b>
<b>2 LOCALISATION DU PARC.....</b>	<b>6</b>
<b>METHODOLOGIE .....</b>	<b>7</b>
<b>3 HABITATS .....</b>	<b>7</b>
<b>4 SUIVI DE LA MORTALITE .....</b>	<b>7</b>
4.1 PROSPECTIONS DE TERRAIN.....	7
4.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION .....	8
4.2.1 Prospectabilité et détectabilité.....	8
4.2.2 Tests d'efficacité et de persistance.....	9
4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES .....	10
<b>5 PATRIMONIALITE, SENSIBILITE ET NIVEAU DE RISQUE POUR LES OISEAUX ET LES CHAUVES-SOURIS .....</b>	<b>11</b>
<b>6 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE LA REGION ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE .....</b>	<b>11</b>
<b>7 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>13</b>
7.1 TRAVAIL DE TERRAIN .....	13
7.2 TRAITEMENT DES DONNEES.....	13
7.3 REFERENTIEL D'ACTIVITE EN NACELLE – OUEST AM' .....	14
7.4 LIMITES DE LA METHODE .....	15
7.4.1 Site et protocole.....	15
7.4.2 Espèces et méthode acoustique .....	15
<b>8 METHODE DE CALIBRAGE DES MESURES CORRECTIVES .....</b>	<b>16</b>
<b>9 MODELE DE REGULATION ACTUEL .....</b>	<b>17</b>
<b>RESULTATS.....</b>	<b>17</b>
<b>10 HABITATS DANS UN RAYON DE 300M (PHOTOINTERPRETATION) .....</b>	<b>17</b>
<b>11 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX .....</b>	<b>20</b>
<b>12 RESULTATS DES TESTS .....</b>	<b>23</b>
12.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE .....	23
12.2 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE .....	24
<b>13 MORTALITE DES CHIROPTERES.....</b>	<b>25</b>
13.1 ESTIMATION DE LA MORTALITE .....	27
<b>14 MORTALITE DE L'AVIFAUNE .....</b>	<b>28</b>
14.1 MORTALITE.....	28
14.2 CAUSES DE LA MORTALITE.....	30
14.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES .....	31
14.4 ESTIMATION DE LA MORTALITE .....	32
<b>15 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE .....</b>	<b>33</b>
15.1 CHIROPTERES .....	33
15.2 AVIFAUNE.....	33

<b>16</b>	<b>SUIVI D'ACTIVITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>36</b>
16.1	ESPECES RECENSEES SUR LE SITE ET ACTIVITE .....	36
16.2	ANALYSE DE L'ACTIVITE SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI .....	38
16.3	COMPARAISON AU REFERENTIEL D'ACTIVITE OUEST AM'.....	42
16.4	REPARTITION DE L'ACTIVITE DANS LE TEMPS.....	44
16.5	CORRELATION DE L'ACTIVITE AVEC LA VITESSE DE VENT .....	46
16.6	CORRELATION DE L'ACTIVITE AVEC LA TEMPERATURE.....	49
16.7	CORRELATION ENTRE ACTIVITE ET DONNEES METEOROLOGIQUES COMBINEES.....	52
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>54</b>
<b>17</b>	<b>CHIROPTERES .....</b>	<b>54</b>
<b>18</b>	<b>OISEAUX .....</b>	<b>54</b>
	<b>TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>55</b>
	<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>57</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>59</b>
	<b>ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE .....</b>	<b>59</b>
	<b>ANNEXE 3 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX EN EUROPE – TOBIAS DÜRR .....</b>	<b>60</b>
	<b>ANNEXE 5 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES OISEAUX.....</b>	<b>62</b>

# INTRODUCTION

## 1 PREAMBULE

A la demande de la société **Elicio**, un suivi environnemental du parc en exploitation de Penquer II situé sur la commune de Tréglamus dans le département des Côtes d'Armor, a été confié au bureau d'études OUEST AM' sur les périodes d'**avril 2023 à mars 2024**.

**Tableau 1: parc éolien de Penquer 2**

Commune(s)	Parc éolien	Mise en service	Phase du suivi	Éoliennes	Modèle	Hauteur du moyeu	Diamètre du rotor
Tréglamus	Penquer II	11/2010	n+13	E1, E2	Enercon E82	78 m	82 m

Le suivi environnemental est composé de quatre parties :

- ✓ suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux avec **52** passages de prospection,
- ✓ suivi comportemental des chauves-souris effectué par l'intermédiaire d'un enregistrement continu en nacelle,
- ✓ comparaison des données de mortalité avec la synthèse réalisée par Ouest Am' sur les données de mortalités disponibles entre 2003 et 2023 sur tous les parcs suivis de Bretagne,
- ✓ comparaison des niveaux d'activité des chiroptères en nacelle au référentiel créé par Ouest Am'.

Notre proposition respecte les documents de référence suivants :

- ✓ **arrêté du 22 juin 2020 modifiant l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement,**
- ✓ arrêté du 26 août 2011 concernant les installations classées ICPE (et notamment l'article 12),
- ✓ protocole des suivis environnementaux de parcs éoliens terrestres MEDDE – avril 2018

## 2 LOCALISATION DU PARC

Le parc de **Penquer 2** est situé à l'ouest de la ville de Guingamp dans le département des Côtes-d'Armor en Bretagne.

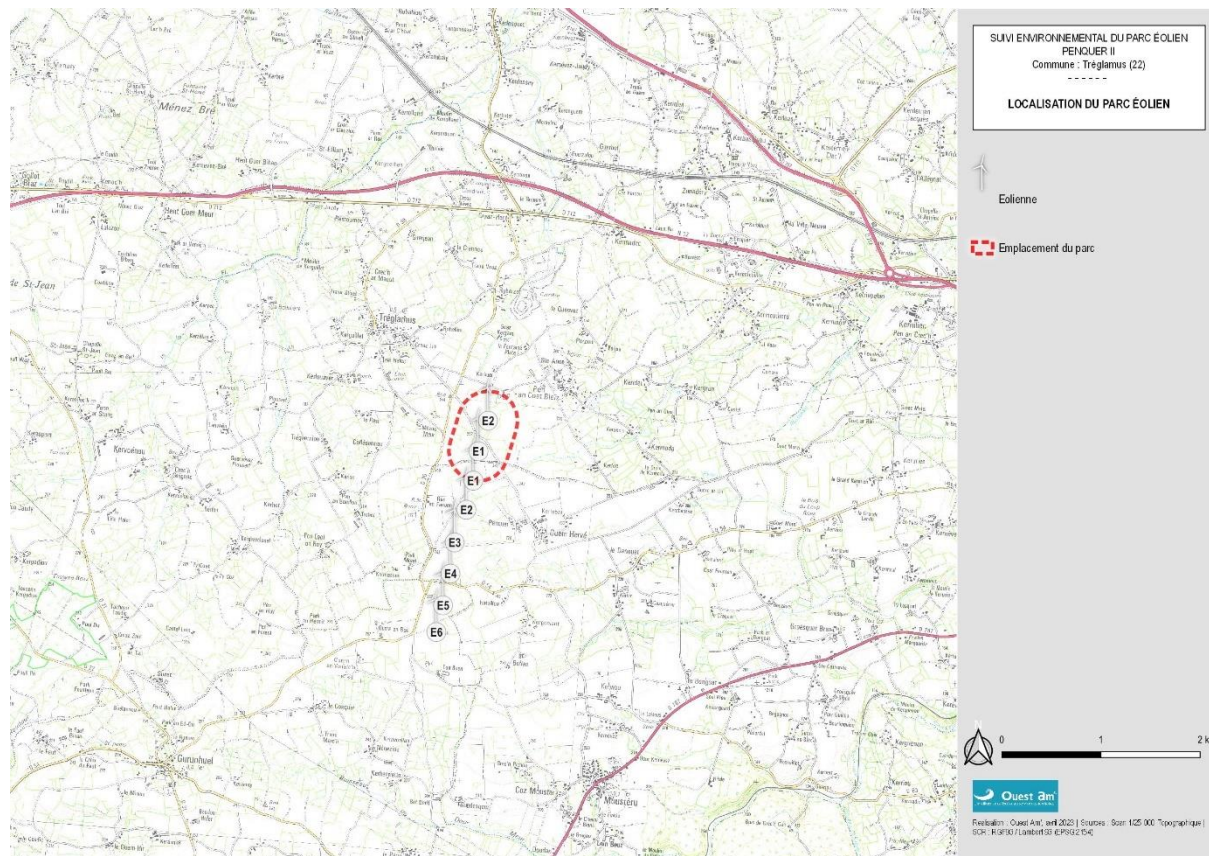


Figure 1 : carte de localisation du parc de Penquer 2

# METHODOLOGIE

## 3 HABITATS

L'aire d'étude pour l'identification ou la caractérisation des communautés végétales et des habitats (typologie Corine Land Cover et BD Topo) comprend les parcelles situées dans un rayon de 300 mètres autour des éoliennes. Il s'agit d'un travail de photo-interprétation des photographies aériennes les plus récentes.

## 4 SUIVI DE LA MORTALITE

### 4.1 PROSPECTIONS DE TERRAIN

La mission a consisté à prospecter à pied les alentours immédiats des éoliennes selon un quadrillage inclus dans un carré de **100 mètres de côté autour de chaque éolienne** (soit 1 hectare par éolienne) grâce à des points de repères visuels. Les transects au sein de ce quadrillage sont espacés de 5 à 10 mètres en fonction des contraintes liées au terrain et à la végétation. Ce quadrillage permet une prospection rigoureuse à raison de 45 minutes environ par éolienne (pouvant varier de 30 minutes à 1 heure selon les contraintes liées à la végétation et à la visibilité).

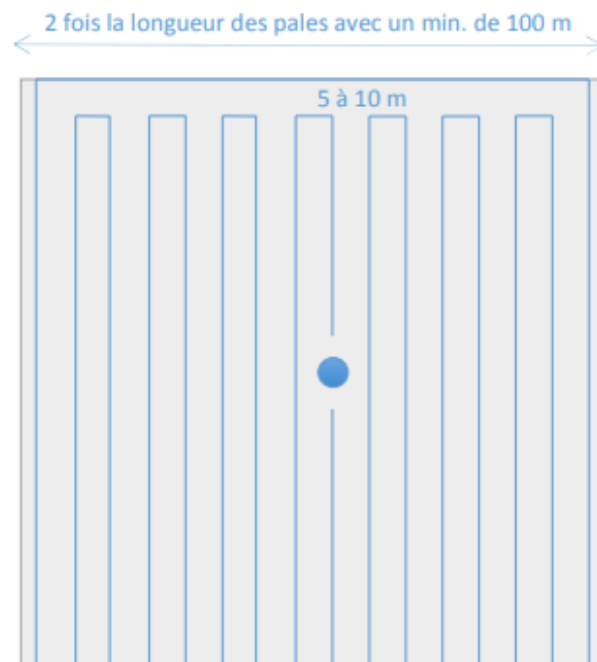


Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes

Ce quadrillage d'un hectare par éolienne ainsi matérialisé permet une prospection rigoureuse et standardisée conçue à l'origine pour les oiseaux mais parfaitement transposable aux chauves-souris.

Lorsque toute la surface n'est pas accessible (végétation trop haute, haies et boisements, travaux agricoles en cours ...) l'observateur note la surface qu'il a pu prospecter, afin d'appliquer ensuite un facteur de correction.

Les passages sont réalisés une fois par semaine, en respectant si possible un intervalle de 7 jours, conformément au protocole national de suivi.

**Tableau 2 : fréquence de prospection par mois**

Penquer II	2023									2024			total
	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	
	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	

Le suivi de mortalité a été réalisé **du 06 avril au 27 décembre 2023 et du 04 janvier au 26 mars 2024**. Au total, **52 passages** de prospection pour la mortalité avifaune et chiroptères ont été réalisés durant ce suivi.

Les résultats sont notés sur une fiche de terrain avec les informations suivantes :

- ✓ l'identification de l'espèce (si possible),
- ✓ l'état apparent du cadavre (description précise),
- ✓ la localisation précise de la découverte (éolienne concernée, emplacement par rapport à celle-ci, coordonnées GPS),
- ✓ la surface prospectée et la détectabilité de celle-ci,
- ✓ les conditions météorologiques.

Chaque observation s'accompagne de photos.

L'identification des espèces se fait :

- ✓ de visu sur le terrain, pour les oiseaux peu dégradés,
- ✓ avec un examen plus précis des plumes (si nécessaire pour les oiseaux en état de décomposition avancée),
- ✓ pour les chauves-souris, par analyse biométrique, examen des organes génitaux, de la dentition et de la forme des tragus.

## 4.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION

### 4.2.1 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

Pour estimer le taux de mortalité des oiseaux et des chiroptères, 5 valeurs sont requises :

- ✓ le nombre de carcasses trouvées aux alentours des éoliennes ;
- ✓ la persistance moyenne des carcasses (en jours) ;
- ✓ l'efficacité des observateurs à détecter des carcasses (en %) ;
- ✓ la proportion de la parcelle inventoriée (en %) ;
- ✓ la détectabilité des cadavres en fonction de la végétation (en %).

**La prospectabilité** du carré autour de chaque éolienne se rapporte à la possibilité pour l'observateur d'inspecter ou non l'intégralité de la surface de ce carré. Ainsi, l'occupation du sol peut présenter par exemple un fourré impénétrable sur 10% de la surface du carré, qui reste ainsi non prospecté, alors que des cadavres de chauves-souris peuvent néanmoins s'y trouver.

Le niveau de prospectabilité du parc est évalué selon le barème suivant :



**Tableau 3 : classes de niveau de prospectabilité**

Surface moyenne prospectée	Niveau de prospectabilité
De 80 à 100 %	Très bon
De 60 à 80%	Bon
De 40 à 60%	Moyen
De 20 à 40%	Mauvais
De 0 à 20%	Très mauvais

**La détectabilité** est liée aux difficultés plus ou moins grandes que rencontre l'observateur en fonction de l'état de la végétation sous l'éolienne, et de son évolution en cours d'étude. Un carré peut être occupé en partie par une culture de maïs dont les rangées sont pénétrables et donc prospectables, mais dont la hauteur et le recouvrement, de plus en plus conséquents au fur et à mesure de l'avancement de la saison, rendent difficiles, voire quasi impossibles, les découvertes de cadavres. C'est aussi le cas des céréales à paille ou du ray-grass lorsque la végétation est haute et dense. La zone est alors « prospectable » sans que la détectabilité des cadavres y soit pour autant complète.

De cette manière, pour chaque passage, un tableau (annexe 1) est renseigné avec la prospectabilité sous chaque éolienne et la détectabilité qui est indiquée par un niveau de couverture végétale :

- ✓ niveau D1 : sol nu (sols labourés, plateformes, ...),
- ✓ niveau D2 : végétation basse et peu dense (pâturages, prairies fauchées, ...),
- ✓ niveau D3 : végétation haute ou dense.



**Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site)**

#### 4.2.2 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE

Les coefficients correcteurs (test d'efficacité et persistance) ont été établis lors de deux phases de tests en fin de printemps et en automne.

L'**efficacité de recherche**, calculée en comparant le nombre de cadavres retrouvés à celui des cadavres préalablement déposés sous l'éolienne, est lié à la performance visuelle de l'observateur. Le test est fait sous une ou deux éoliennes représentatives des habitats observés (avec les différentes hauteurs de végétation possible) sur l'ensemble du parc.

La **persistance** est liée à la présence de charognards (corvidés, mustélidés, renards, insectes nécrophores ...). Pour l'établir, il faut récupérer, hors site d'étude, des cadavres de souris ou oiseaux de petite taille avant de les déposer dans les carrés de recherche sous les éoliennes. La persistance est

suivie par des passages répétés, le lendemain du jour de dispersion, puis 2 fois par semaines jusqu'à disparition des cadavres ou après une période de 14 jours. La persistance moyenne des cadavres sur le parc est égale à la moyenne du nombre de jours avant la disparition de chacun des poussins déposés pour le test.

### 4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES

Les estimateurs de mortalité sont des formules reposant sur des hypothèses de modélisation de la mortalité, plus ou moins simplifiées. A ce jour, aucun modèle n'a été défini comme plus efficace que les autres. L'utilisation de ces trois formules, sert à homogénéiser les résultats entre les études en demandant ces données pour toutes les analyses.

Tableau 4 : formules d'estimation de la mortalité

Formule d'Erickson :	<p>Avec :</p> <p><b>N</b> : le nombre de cadavre total estimé</p> <p><b>Na</b> : le nombre total d'individus trouvés morts</p> <p><b>Nb</b> : le nombre d'individus tués par autre chose que les éoliennes</p> <p><b>A</b> : le coefficient correcteur surfacique <math>\sum \left( \frac{\text{cadavre/prospectabilité}}{\text{nombre total de cadavres}} \right)</math></p>
Formule de Jones :	<p><b>t</b> : la durée moyenne de persistance des cadavres (en jour)</p> <p><b>d</b> : le taux de découverte, variable en fonction du couvert végétal</p> <p><b>I</b> : la durée de l'intervalle entre les passages (en jours)</p>
Formule de Huso :	<p><b>e</b> : le coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à <math>\frac{MIN(\hat{I}:I)}{I}</math></p> <p><b>p</b> : le taux de persistance, qui est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- p (pour Huso) : <math>t * \frac{1 - \exp(-\frac{I}{t})}{I}</math></li> <li>- p (pour Jones) : <math>\exp(-0.5 * (\frac{I}{t}))</math></li> </ul>

Lorsque le taux de persistance calculé est faible en regard de l'intervalle de temps entre deux prospections, l'utilisation d'exponentielles dans ces formules peut résulter en une estimation de mortalité beaucoup plus importante que le nombre d'observations, produisant ainsi des résultats aberrants. L'utilisation d'un terme de correction dans la formule de Huso atténue cette surestimation. **Nos recherches ont montré qu'il est cependant nécessaire d'utiliser la médiane du temps de persistance et non la date de dernière présence lors du calcul de la persistance moyenne avec cette formule.** La formule d'Erickson ne prend pas en compte ce taux de persistance.

## 5 PATRIMONIALITE, SENSIBILITE ET NIVEAU DE RISQUE POUR LES OISEAUX ET LES CHAUVES-SOURIS

La méthode employée est basée sur le document « Guide de préconisation pour la prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens – Région Hauts-de-France » (DREAL Hauts-de-France, septembre 2017 ; cité ci-après sous la dénomination « Guide de préconisation HdF ») et adapté à la Région Bretagne par Ouest Am'.

## 6 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE LA REGION ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE

Afin de pouvoir effectuer une comparaison au niveau régional de la mortalité des chiroptères et des oiseaux (en fonction de la quantité de données fiables disponibles), Ouest Am' a réalisé une étude en 2020 sur les données de mortalité collectées sur la période 2003 à 2020. Les données de mortalité des suivis réalisés par Ouest Am' en 2021 et 2022 ont été ajoutés à cette base de données.

Les données sont issues des suivis réalisés par Ouest Am' et des données collectées auprès des services de l'État. L'étude a été réalisée sur les régions Bretagne, Pays de la Loire, Normandie et Nouvelle-Aquitaine. Tous les suivis existants ont été collectés pour la Bretagne, les Pays-de-la-Loire et la Nouvelle-Aquitaine. Pour les autres départements, les données sont actuellement lacunaires ou sont en cours d'analyse.

Seules les données statistiquement robustes ont été conservées pour les comparaisons : les suivis avec un minimum de 20 visites par an.

Les résultats sont donnés sous la forme d'un graphique de classement des parcs du plus mortifère au moins mortifère pour les chauves-souris et pour les oiseaux sur la période 2003-2022. Le nom des parcs est rendu anonyme par un numéro.

Le graphique comprend l'année de suivi « après la date de mise en service » (MSI), le nombre de cadavres par suivi et le nombre de cadavres par éolienne et par visite. La boîte à moustaches illustre le nombre de cadavres par éolienne et par visite de tous les suivis étudiés.

**Le paragraphe suivant décrit la représentation graphique sous forme de boîte à moustache dans les graphiques précédemment cités (cf. figure suivante) :**

- **La boîte centrale** délimitée par le premier et le troisième quartile contient 50% des observations. La position de **la médiane** à l'intérieur de la boîte indique qu'il existe autant de valeurs supérieures qu'inférieures à cette valeur dans l'échantillon ;
- Les frontières se trouvent à 1,5 fois la longueur de la boîte de part et d'autre de celle-ci. En général, celles-ci n'apparaissent pas sur le diagramme. Ce sont les valeurs adjacentes qui apparaissent, c'est-à-dire les valeurs réellement observées les plus proches des frontières et à l'intérieur de celles-ci. Les 2 valeurs adjacentes inférieure et supérieure forment **les moustaches** ;
- **Les valeurs observées éloignées / extrêmes** se trouvent à plus de 1,5 fois la longueur de la boîte de part et d'autre de celle-ci. Elles sont identifiées par un cercle ;
- **La croix** dans la boîte indique la position de la moyenne sur l'échantillon.

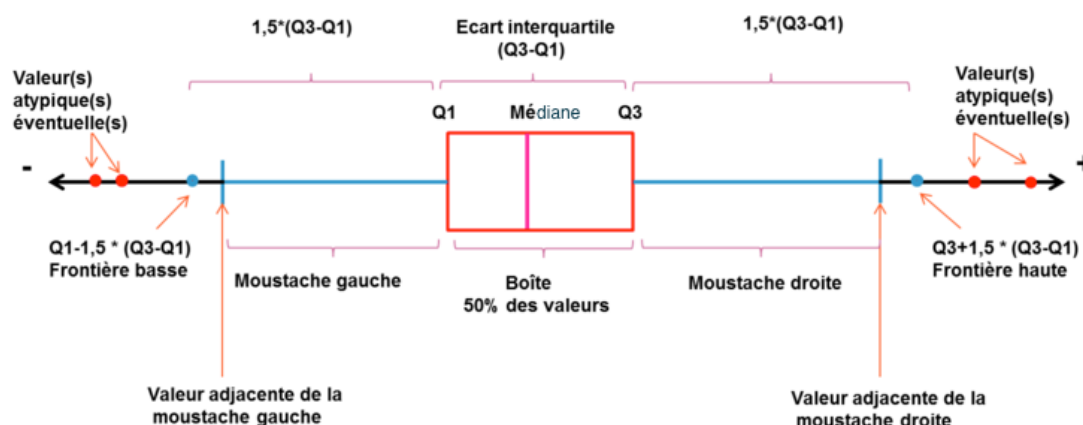


Figure 4 : interprétation d'une boîte à moustaches ([www.ilovestatistics.be](http://www.ilovestatistics.be))

D'après les valeurs du nombre de cadavres par éolienne et par visite de tous les suivis étudiés, différents niveaux de mortalité sont définis selon le barème suivant :

Tableau 5 : classes de niveau de mortalité

Niveau de mortalité	Limite inférieure	Limite supérieure
Très fort	$Q3+1,5*(Q3-Q1)$	$\infty$
Fort	Q3	$Q3+1,5*(Q3-Q1)$
Modéré	Q1	Q3
Faible	$> 0$	Q1
Très faible	Aucun cadavre retrouvé*	

\*aucun cadavre retrouvé ne signifie pas nécessairement qu'aucun individu n'a été impacté.

Au regard de cette analyse, la **significativité de la mortalité liée au nombre d'individus impactés est définie comme suit** :

Tableau 6 : classes de niveau de mortalité et significativité

Niveau de mortalité	Significatif	Non significatif
Très fort	X	
Fort	X	
Modéré (de la moyenne à Q3)	X	
Modéré (de Q1 à la moyenne)		X
Faible		X
Très faible		X

**Le nombre d'individus impacté est une donnée importante. Même lorsqu'il s'agit d'espèces non protégées pour l'avifaune, il s'agit d'une indication sur les potentialités d'impacts pour certaines espèces.**

Sur les graphiques, trois autres moyennes régionales sont précisées pour information en fonction de l'année du suivi :

- la mortalité par éolienne et par visite des suivis réalisés entre 2003 et 2015 soit 21 suivis,
- la mortalité par éolienne et par visite des suivis réalisés entre 2016 et 2018 soit 24 suivis,

- la mortalité par éolienne et par visite des suivis réalisés entre 2019 et 2022 soit 73 suivis. Ces suivis ont nécessairement été réalisés en respectant le protocole national.

Il s'agit de montrer l'évolution de la mortalité dans le temps et l'impact du renforcement de la réglementation avec l'application des protocoles de 2015 et de 2018.

## 7 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES

### 7.1 TRAVAIL DE TERRAIN

Le suivi de l'activité des chiroptères a été réalisé durant toute la durée de prospection par l'intermédiaire de deux enregistreurs continus en nacelle : le GSM-Batcorder. Il couvre la période de suivi de mortalité, c'est-à-dire la période **de mai à octobre**.

Le dispositif comprend :

- ✓ 1 GSM-Batcorder
- ✓ 1 disque microphone
- ✓ 1 batterie plomb
- ✓ 1 chargeur/connecteur alimentation
- ✓ des fixations

Ces derniers ont été installés sur E1 du parc de Penquer 2 **le 27 mars 2023** avec les réglages suivants :

- Quality : 20
- Threshold : -36dB
- Posttrigger : 800ms
- Cut off frequency : 14kHz
- Noise filter : on
- Horaires : 1 heure avant la tombée de la nuit jusqu'à 1 heure après le lever du jour

### 7.2 TRAITEMENT DES DONNEES

Le GSM Batcorder enregistre les sons sur des cartes SD par séquence.

Les fichiers ont été décompressés et analysés avec les logiciels du système Batcorder, BCAdmin 4®.

Une vérification manuelle doit alors être faite à l'aide de logiciels de visualisation des sonagrammes tels que Batsound®, Kaleidoscope® ou bcAnalyze3® light. Cette seconde détermination des espèces permet d'éliminer les éventuelles erreurs du logiciel. Elle est fondée sur les connaissances actuelles (Barataud M. 2015 – Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse. 3<sup>e</sup> éd. Biotopie, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344p.).

**Tous les fichiers relatifs à la présence de chiroptères enregistrés sont vérifiés manuellement.** Les fichiers considérés comme « sons parasites » par le logiciel de traitement automatique sont vérifiés systématiquement si leur volume est faible, s'il est trop important un échantillonnage d'au moins 80% est analysé.

A partir de ces déterminations, on obtient des données d'activité mesurées en secondes cumulées, permettant une analyse de l'activité plus précise et pouvant être réutilisées pour d'éventuelles comparaisons ultérieures.

### 7.3 REFERENTIEL D'ACTIVITE EN NACELLE – OUEST AM'

Ouest Am' a créé en 2023, un référentiel d'activité des chiroptères en nacelle à partir des données acoustiques prétraitées d'enregistreurs acoustiques de type GSM-Batcorder. Au total, 93 sites ont été compilés :

Tableau 7: nombre de sites étudiés pour le référentiel

Région	2020	2021	2022
Normandie	2	3	4
<b>Bretagne</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
Pays de la Loire	16	17	12
Centre Val de Loire	0	2	2
Nouvelle Aquitaine	1	0	0
Ile de France	1	0	0

Les données acoustiques sont prédéterminées par le logiciel BCAdmin puis analysées manuellement (100% des données), mises en forme et exportées via ce logiciel.

Ces fichiers contiennent la durée d'activité sonore des chiroptères enregistrée par les appareils, ainsi que l'espèce identifiée par les écologues. **L'activité est ici exprimée en secondes cumulées** et est évaluée pour les différentes espèces puis calculée par nuit et par région. Les mêmes calculs sont réalisés toutes espèces confondues, ainsi que par guildes en fonction de la hauteur de vol de chaque espèce. Les espèces retenues ont toutes déjà été enregistrées en altitude (nacelle ou mât) dans l'ouest de la France. Les guildes sont composées des espèces suivantes :

- **Espèces de vol haut** : Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle de Nathusius, Grande Noctule, Sérotine de Nilsson, Vespère de Savi, Vespertilion bicolore.
- **Espèces de vol intermédiaire** : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle pygmée, Minioptère de Schreibers, Sérotine commune.
- **Espèces de vol bas** : Oreillard gris, Oreillard roux, Barbastelle d'Europe, Grand Murin, Murin de Daubenton

Une fois la durée totale d'activité et le nombre de contacts obtenus, les paramètres suivants sont calculés par espèce, par groupe et toutes espèces confondues afin de réaliser un référentiel d'activité :

- Le nombre de nuits d'enregistrement
- La durée totale d'activité
- Le nombre de parcs éoliens pour lesquels l'activité a été enregistrée
- La durée minimale d'activité enregistrée par nuit
- Le quantile 10% de la durée totale d'activité par nuit
- Le quantile 20% de la durée totale d'activité par nuit
- Le quantile 30% de la durée totale d'activité par nuit
- La médiane de la durée totale d'activité par nuit

- Le quantile 75% de la durée totale d'activité par nuit
- Le quantile 99% de la durée totale d'activité par nuit

Sont retenues pour l'établissement du référentiel, uniquement les espèces pour lesquelles l'activité est suffisante ou dont les cas de mortalité sont notés régulièrement.

Ainsi différentes classes permettent de définir des niveaux d'activité **de très faible à très fort** :

Tableau 8 : classes d'activité des chiroptères en nacelle en fonction des quantiles

très faible	faible		faible à modéré		modéré		modéré à fort		fort		très fort
< q10	q10	q20	q20	q30	q30	mediane	mediane	q75	q75	q99	> q99

Les valeurs correspondent à une **moyenne d'activité par nuit**.

On effectue une moyenne d'activité par espèce et par nuit avec les données de la présente étude afin de la comparer avec le référentiel.

Seules les nuits avec présence acoustique de chiroptères sont utilisées pour effectuer ce calcul. Dans le cas de la présente étude, seules les **données de Bretagne** sont utilisées pour un référentiel plus précis.

## 7.4 LIMITES DE LA METHODE

### 7.4.1 SITE ET PROTOCOLE

Le suivi acoustique est réalisé sur la base de deux enregistreurs, conformément au protocole national d'avril 2018. Les données sont donc extrapolées à l'échelle du parc. Cette configuration permet cependant de capter des signaux de transit lorsque les éoliennes se situent sur des trajectoires de migration. Il est important de noter que les signaux de transit sont beaucoup moins nombreux (les chiroptères les utilisant peu afin de limiter les dépenses d'énergie) et plus espacés dans le temps. Il est donc plus difficile de les capter. De plus, il est fortement probable qu'une partie des migrations ou des phases de transit se fassent en silence lorsque les individus utilisent les mêmes trajectoires.

### 7.4.2 ESPECES ET METHODE ACOUSTIQUE

Il est difficile de détecter des espèces émettant des signaux à faible intensité, de courte durée et/ou dans des fréquences ne portant qu'à faible distance. C'est par exemple le cas pour les Rhinolophes, et les petites espèces de Murins (BARATAUD, 2012). *A contrario*, certaines espèces émettent des signaux plus longs et dans des fréquences détectables à longues distances, c'est le cas des noctules par exemple.



## 8 METHODE DE CALIBRAGE DES MESURES CORRECTIVES

Afin de pouvoir rendre une conclusion concernant l'impact du parc éolien sur la faune volante, Ouest Am' a donc développé une méthode qui permet de définir si le parc nécessite ou non des mesures correctives.

Méthode Ouest Am' :

1. Si la **moyenne de la mortalité du parc suivi > moyenne régionale, la mortalité est considérée comme significative sur le nombre d'individus**. Des mesures correctives sont nécessaires la plupart du temps (sauf mortalité pour des espèces non protégées pour les oiseaux et une faible activité chiroptérologique).

2. Si la **moyenne de la mortalité du parc suivi < à la moyenne régionale**, 4 cas sont possibles :

- ✓ Cas 1. La **mortalité < moyenne régionale mais on note la présence d'espèces de niveau VU (vulnérable au niveau régional ou national) ou supérieur**, la mortalité est **significative**, des mesures de réduction sont nécessaires.
- ✓ Cas 2. La **mortalité < moyenne régionale et absence d'individus VU ou de niveau supérieur pour les oiseaux et absence de mortalité supérieure à 3 individus de la même espèce d'oiseau**, la mortalité n'est **pas significative**, des mesures de réduction ne sont pas nécessaires (mais elles peuvent être mises en place pour les espèces protégées de l'avifaune).
- ✓ Cas 3. La **mortalité < moyenne régionale et absence d'individus VU ou de niveau supérieur pour les chiroptères et absence de mortalité supérieure à 3 individus de la même espèce de chiroptères**, la mortalité n'est **pas significative**, mais des **mesures de réduction (bridage) sont nécessaires** étant donné que toutes les espèces de chauves-souris sont protégées. Dans ce cas, le bridage proposé peut être ciblé sur les espèces ou les périodes pendant lesquelles la mortalité brute a été constatée.
- ✓ Cas 4. La mortalité brute est nulle ou proche de zéro pour les chiroptères mais l'activité est « modérée à forte » à « très forte », un bridage sera proposé pour les espèces cibles et notamment les espèces classées VU ou de niveau supérieur.

En cas de mise en place de mesures de réduction et notamment de bridages ou d'évolution des bridages en cours, il est nécessaire de reproduire le suivi de mortalité en année n+1.

Les mesures de réduction les plus fréquentes sont :

- ✓ Le bridage par seuil (vitesse de vent, température, pluviométrie selon une période et des horaires définis par le suivi),
- ✓ Le bridage « dynamique » via un système de suivi et d'arrêt des éoliennes pour les chiroptères.
- ✓ Les systèmes de détection avifaune (SDA) qui suit les oiseaux et arrête l'éolienne en cas de risque d'impact. Ces systèmes ne fonctionnent pas pour toutes les espèces et pour toutes les périodes. Ils peuvent toutefois aider à diminuer la mortalité des oiseaux diurnes et de taille suffisamment importante. Il est toutefois nécessaire de s'assurer de leur bon fonctionnement en réalisant un suivi de mortalité simultanément à minima la première année de fonctionnement du système.
- ✓ Le bridage dit « agricole » pour les oiseaux (arrêt des éoliennes dans un rayon et une temporalité à définir) – cette mesure efficace est très difficile à mettre en œuvre avec les exploitants agricoles. Il faudra alors s'assurer de la totale coopération des exploitants.

D'autres mesures, correctives, peuvent être mise en place. Elles sont plus proches de mesures compensatoires :



- ✓ La restauration ou la création d'habitats ou de gîtes pour les espèces concernées (à bonne distance du parc et des autres parcs existants),
- ✓ Le suivis de populations d'espèces patrimoniales associé à une surveillance du parc pour ces espèces afin de mieux définir les mesures de réduction,
- ✓ Etc.

Des mesures expérimentales peuvent également être proposées comme le fait de peindre une partie des pales avec une couleur ciblée pour une ou plusieurs espèces précédemment impactées. A ce jour, cette mesure n'a pas été mise en place et suivie en France mais elle a été mise en place et suivie en Norvège (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.6592>).

## 9 MODELE DE REGULATION ACTUEL

E1 et E2	Modèle de régulation
	Du 1 <sup>er</sup> mai au 31 octobre
	✓ 30 minutes avant le coucher du soleil à 30 minutes après le lever du soleil
	Température > 10 °C
	Vitesse de vent < 6 m/s
	Absence de précipitation

## RESULTATS

### 10 HABITATS DANS UN RAYON DE 300M (PHOTOINTERPRETATION)

Les habitats situés dans un rayon de 300 mètres autour de chaque éolienne ont été déterminés par photo-interprétation à l'aide des codes CORINE Land Cover et BD Topo – Zone de végétation (cf. carte page suivante).

Cette analyse permet de distinguer trois types d'habitats sur le périmètre d'étude :

- ✓ terres arables hors périmètres d'irrigation,

La carte ci-après montre principalement la présence de zones de culture. Plusieurs boisements sont présents à proximité des éoliennes. Le parc de Penquer 2 se situe également en zone arrière-littoral.

Les habitats relevés dans un périmètre de 300 m sont donc théoriquement attractifs pour les chiroptères. Les boisements et les haies peuvent servir de zones de chasses ou de gîtes à certaines espèces de chiroptères.

Les oiseaux quant à eux peuvent utiliser les zones de cultures pour des haltes migratoires, comme zone de nourrissage voire de reproduction pour certains oiseaux de plaine. Les boisements peuvent servir de zone de nidification voire de halte migratoire.



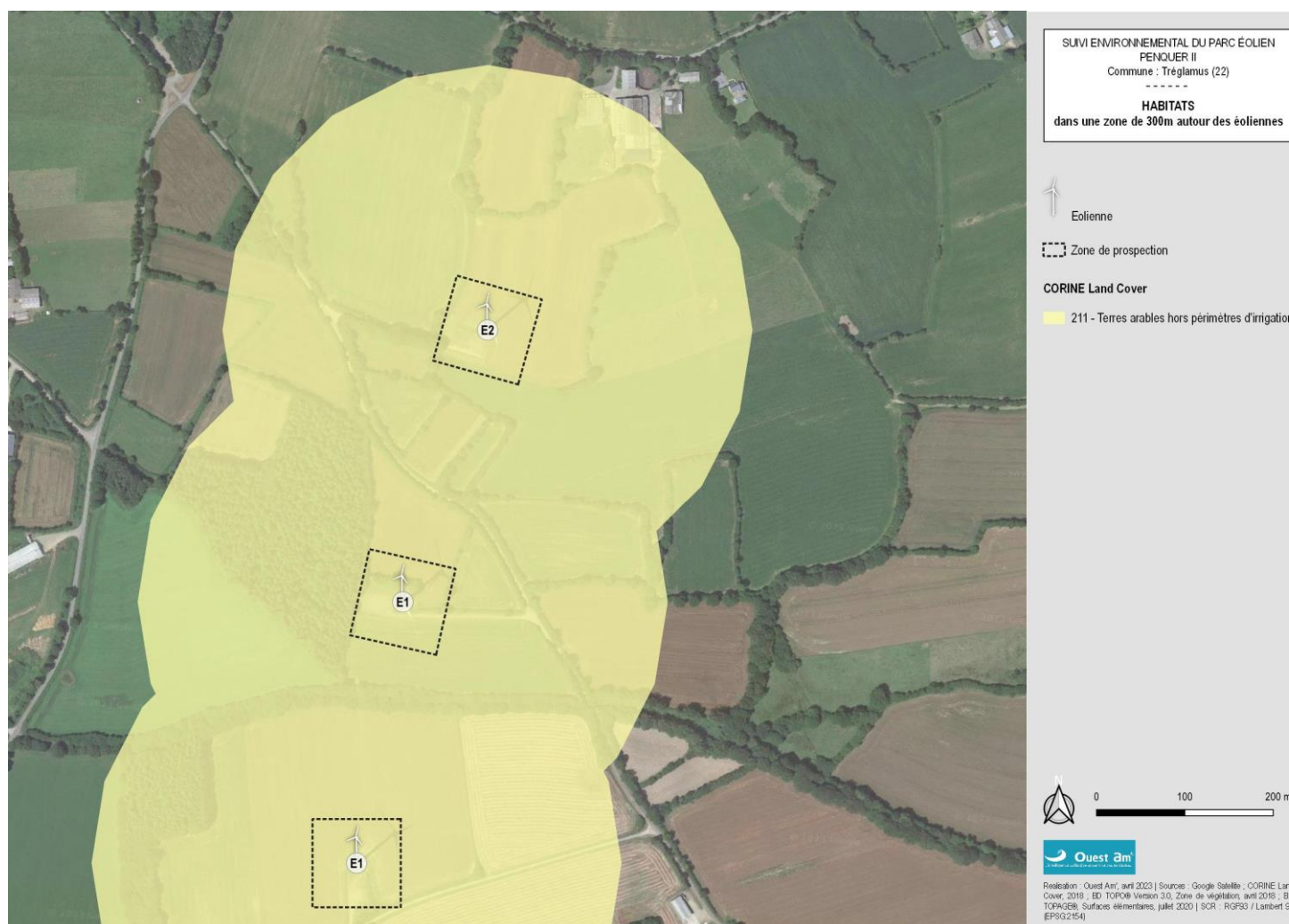


Figure 5 : carte des habitats à proximité des aires de prospection

## 11 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX

Tableau 9 : zonages environnementaux dans un rayon de 5 km autour du parc

ZNIEFF 1		
ID_MNHN	NOM	DESCRIPTION INPN
530015671	LANDE SUPPLICE	Landes interpénétrées de parcelles agricoles et partiellement enrésinées. Fruticées et chênaies paraclimaciques, prairies mésophylle et humides.
530020021	LANDES DE GUERN HERVE	Landes mésophiles et landes humides à fractions tourbeuses, présentant un grand intérêt botanique : présence de plusieurs espèces végétales protégées et / ou menacées. Pâturage occasionnel (taurillons) permettant de lutter contre la fermeture du milieu et assurant une diversification des formation
530120018	FORÊT DE COAT AN HAY - LEGUER AMONT	Corridor boisée du Léguer amont. - Intérêt mammalogique : Présence de la loutre, de la martre et du putois, chiroptères. Massif forestier constituant un ensemble avec la forêt de Coat an Noz ; la géologie contrastée (schistes cristallins au Nord-Ouest, Amphibolites au Sud et à l'Est) détermine 2 groupements principaux. - La chênaie-hêtraie acidiphile à myrtille (Betulaie à Sphaignes dans les secteurs mal drainés) - La Hêtraie neutrophile à Aspérule, largement pénétrée d'Ifs, présentant un grand intérêt floristique (Nombreux taxons à tendance neutro-calcicole). Ce groupement est relayé par la chênaie frênaie dans les secteurs humides des vallons. L'enrésinement du massif est très avancé, et la constitution de réserves biologique s'impose à brève échéance - Intérêt zoologique : Abondance de l'Escargot de Quimper, mollusque sub-endémique protégé ; faune de lépidoptères assez diversifiée et caractéristique.
530020032	BOIS DE CREC'H CAN	Petit massif boisé de feuillus faisant partie du bassin versant du Trieux (Ruisseau du Bois de la Roche). Ensemble dominé par la Chênaie-hêtraie acidiphile, avec localement des faciès à Myrtille et Grande Luzule.
ZNIEFF 2		
ID_MNHN	NOM	DESCRIPTION INPN
530002104	FORÊT DE COAT-AN-NOZ ET COAT-AN-HAY	Les Forêts domaniales de Coat-an-Noz et Coat-an-Hay (séparées par la rivière Léguer : limite communale à ce niveau entre Belle-Isle et Louargat) sont en fait réunies dans un aménagement forestier unique de 795 ha 07, dont 789 ha environ sont inclus dans la zone (représentant les trois-quarts de la ZNIEFF). Des bois privés attenants et des landes sèches résiduelles sur la marge Nord (Crug Lann) sont logiquement intégrés à la ZNIEFF comme l'étaient déjà le bois et la zone tourbeuse sous Pen Bleiz et les landes sèches près de Pont Mein. Habitats déterminants : Malgré un trop fort enrésinement général, il est conservé de belles unités en feuillus. Le principal milieu déterminant de la zone est la hêtraie-chênaie acidiphile à acidiline à houx et plus particulièrement à if, assez abondant dans ce massif ; c'est un habitat forestier d'intérêt communautaire, représenté en futaie ou taillis. La hêtraie de l'Asperulo-Fagetum est plus localisée et surtout présente au Nord du Château de Coat-an-Noz sous sa variante neutrophile à mélisse, if et houx. Une particularité dans ces habitats est la présence à Coat-an-Noz d'une buxeraie subspontanée en sous-bois, au niveau du Cap, dont l'origine remonterait à l'époque gallo-romaine. Deux autres habitats forestiers d'intérêt communautaire (prioritaires) tourbeux ou alluviaux surtout présents au niveau du couloir du Léguer et dans quelques fonds de vallons, sont aussi importants à conserver dans le site : l'aulnaie - frênaie à laïche espacée ( <i>Carex remota</i> ) des petits ruisseaux, présentant également 2 autres variantes marquées par l'abondance de la laïche penchée ( <i>Carex pendula</i> ), ou bien du noisetier en sous-strate ; et la boulaie pubescente tourbeuse à sphaignes surtout représentée dans sa variante acidiline accompagnée de saules et de laïche paniculée en situation alluviale, la race atlantique à <i>Sphagnum fimbriatum</i> est aussi présente sur Coat-an-Hay. Landes sèches, mares forestières et galeries de mine, sont aussi des habitats importants pour le site et facteurs de biodiversité, tant animale que végétale. Espèces déterminantes : 13 espèces de chauves-souris sont recensées sur le massif dont 8 sont déterminantes pour les ZNIEFF (dont 5 d'intérêt communautaire) parmi lesquelles 6 hivernent dans le site. L'existence de prairies naturelles de qualité en enclave ou au voisinage immédiat de la forêt est un point important pour les chiroptères, ce que prend partiellement en compte la ZNIEFF. Avifaune : le peuplement d'oiseaux de la forêt a été

		<p>particulièrement étudié et reste bien suivi par les ornithologues locaux. Plusieurs rapaces diurnes, pics et passereaux déterminants, nicheurs certains ou probables, sont recensés, parmi lesquels la Bondrée apivore, le Faucon hobereau, le Pic noir, le Pic mar, le Pouillot siffleur et le Grobec casse-noyaux.</p> <p>Cet espace inscrit en ZNIEFF de type II est donc d'une grande valeur écologique ; une ou plusieurs ZNIEFF de type I mériteraient sans doute d'être décrites ultérieurement dans la zone. L'Office National des Forêt a partiellement intégré ce fait, ne destinant pas toute la forêt domaniale au seul objectif de production : actuellement deux secteurs forestiers, centrés sur le vallon principal du Léguer, ainsi qu'un petit affluent du Guic naissant près de la maison forestière de la Barrière Blanche, font partie d'une "série écologique", prenant plus particulièrement en compte dans la gestion, la protection des habitats remarquables et espèces patrimoniales (secteurs également intégrés au périmètre du Site d'Intérêt Communautaire de la Vallée du Léguer).</p>
--	--	---



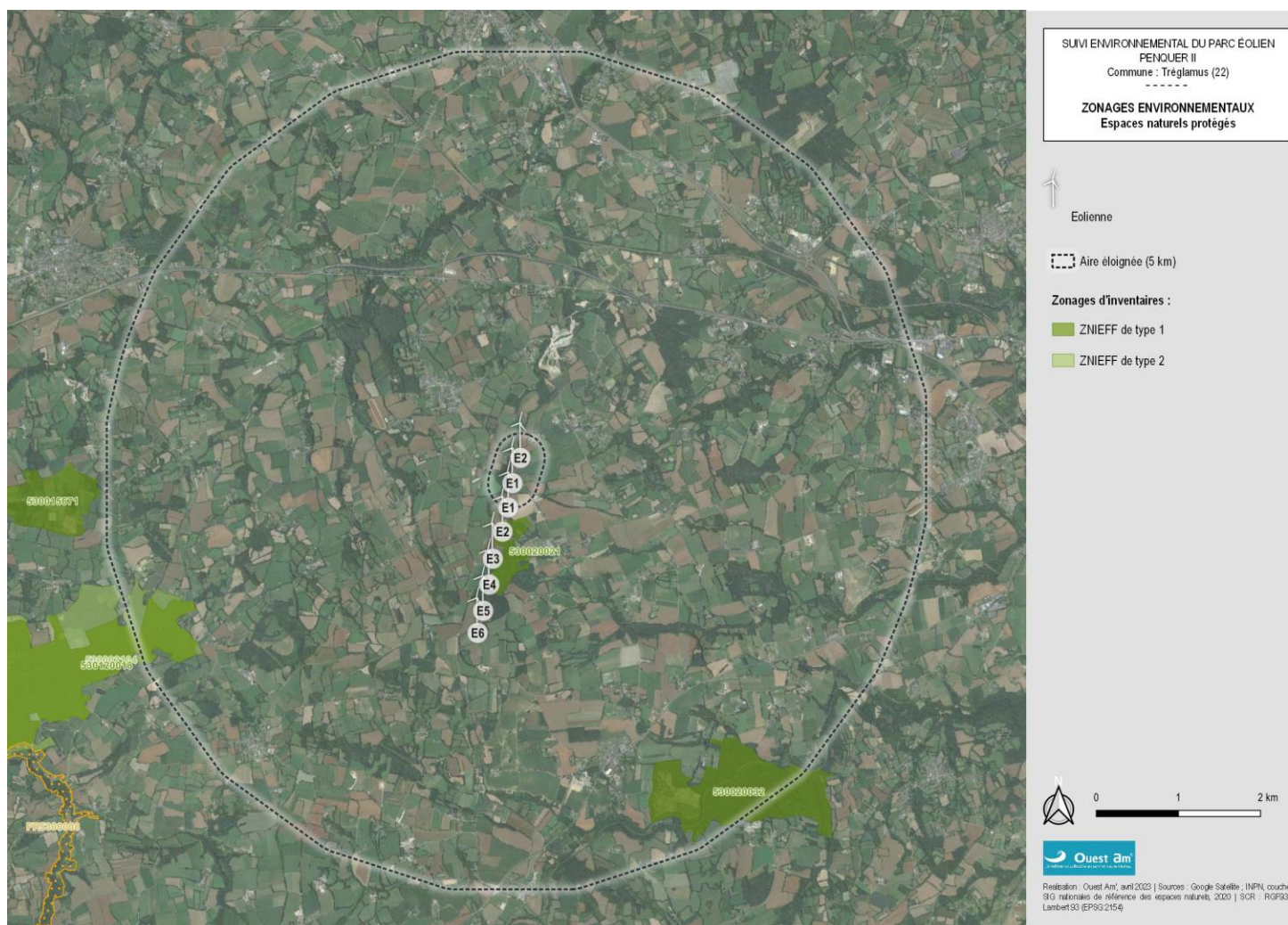


Figure 6 : carte du contexte environnemental du parc de Penquer 2

## 12 RESULTATS DES TESTS

### 12.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE

Tableau 10 : indice d'efficacité d'observation

Cadavres							
Niveau de détectabilité		D1		D2		D3	
Test	Date	Déposés	Retrouvés	Déposés	Retrouvés	Déposés	Retrouvés
1	08/06/23	3	3	8	6	4	1
2	17/10/23	4	4	5	3	3	1
Total		7	7	13	9	7	2

Le **taux de détection** calculé à partir de la note d'efficacité de recherche des deux tests et le pourcentage de recouvrement moyen par éolienne **est en moyenne de 0,57 pour les chauves-souris et les oiseaux.**

Tableau 11 : indice de persistance utilisé pour calculer les estimations de mortalité

test	saison	Eolienne	id_cadavre	Date de dépôt	Dernière présence	Première absence	Persistance médiane (censurée à droite)	Persistance moyenne d'un cadavre
1	Printemps	1	1	12/06/2023	16/06/2023	19/06/2023	5,5	3,55
1	Printemps	1	2	12/06/2023	16/06/2023	19/06/2023	5,5	
1	Printemps	1	3	12/06/2023	16/06/2023	19/06/2023	5,5	
1	Printemps	1	4	12/06/2023	13/06/2023	16/06/2023	2,5	
1	Printemps	1	5	12/06/2023	16/06/2023	19/06/2023	5,5	
1	Printemps	2	6	12/06/2023	13/06/2023	16/06/2023	2,5	
1	Printemps	2	7	12/06/2023	16/06/2023	19/06/2023	5,5	
1	Printemps	2	8	12/06/2023	16/06/2023	19/06/2023	5,5	
1	Printemps	2	9	12/06/2023	16/06/2023	19/06/2023	5,5	
1	Printemps	2	10	12/06/2023	13/06/2023	16/06/2023	2,5	
2	Automne	1	1	25/09/2023	26/09/2023	29/09/2023	2,5	
2	Automne	1	2	25/09/2023	26/09/2023	29/09/2023	2,5	
2	Automne	1	3	25/09/2023	26/09/2023	29/09/2023	2,5	
2	Automne	1	4	25/09/2023	26/09/2023	29/09/2023	2,5	
2	Automne	1	5	25/09/2023	26/09/2023	29/09/2023	2,5	
2	Automne	2	6	25/09/2023	26/09/2023	29/09/2023	2,5	

2	Automne	2	7	25/09/202 3	26/09/202 3	29/09/2023	2,5
2	Automne	2	8	25/09/202 3	26/09/202 3	29/09/2023	2,5
2	Automne	2	9	25/09/202 3	26/09/202 3	29/09/2023	2,5
2	Automne	2	10	25/09/202 3	26/09/202 3	29/09/2023	2,5

Avec la formule de persistance, on obtient une persistance moyenne de 3,55 jours.

## 12.2 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

Selon les différentes composantes de l'occupation du sol sous les éoliennes, selon son évolution saisonnière et selon l'évolution des modes de gestion, la prospectabilité et la détectabilité ont varié au cours des recherches.

Le graphique suivant montre, pour chaque éolienne, la surface réellement prospectée lors de chaque passage.

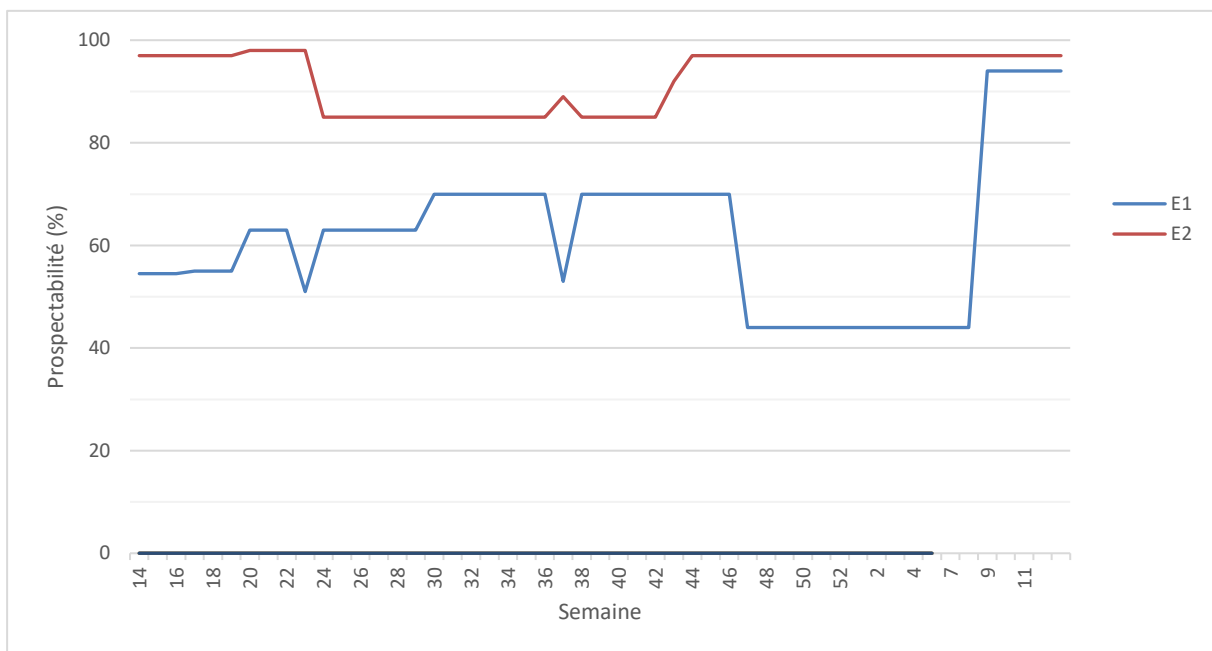


Figure 7 : évolution de la prospectabilité au cours du suivi concernant les éoliennes E1 et E2

Sur l'ensemble de ce suivi, la **prospectabilité est bonne sur l'ensemble du parc avec 77,5% des surfaces prospectées.**

- ✓ 62% pour l'éolienne E1,
- ✓ 93% pour l'éolienne E2,

Ce facteur impacte logiquement les calculs d'estimation de mortalité avec une influence plus ou moins marquée selon la formule. Il est pris en compte dans l'interprétation des données de mortalité.



## 13 MORTALITE DES CHIROPTERES

Au total, 0 cadavres de chiroptères ont été découverts durant ce suivi de 52 passages sous les éoliennes du parc de Penquer 2.

Tableau 12 : mortalité des chiroptères

Passage	Semaine	Date	E1	E2
1	14	06/04/23	-	-
2	15	14/04/23	-	-
3	16	20/04/23	-	-
4	17	28/04/23	-	-
5	18	04/05/23	-	-
6	19	10/05/23	-	-
7	20	15/05/23	-	-
8	21	22/05/23	-	-
9	22	31/05/23	-	-
10	23	07/06/23	-	-
11	24	12/06/23	-	-
12	25	19/06/23	-	-
13	26	26/06/23	-	-
14	27	04/07/23	-	-
15	28	11/07/23	-	-
16	29	17/07/23	-	-
17	30	24/07/23	-	-
18	31	01/08/23	-	-
19	32	07/08/23	-	-
20	33	18/08/23	-	-
21	34	21/08/23	-	-
22	35	28/08/23	-	-
23	36	04/09/23	-	-
24	37	14/09/23	-	-
25	38	19/09/23	-	-
26	39	25/09/23	-	-
27	40	02/10/23	-	-
28	41	09/10/23	-	-
29	42	18/10/23	-	-
30	43	25/10/23	-	-
31	44	30/10/23	-	-
32	45	06/11/23	-	-
33	46	14/11/23	-	-
34	47	21/11/23	-	-
35	48	28/11/23	-	-
36	49	04/12/23	-	-
37	50	12/12/23	-	-
38	51	18/12/23	-	-
39	52	27/12/23	-	-
40	1	04/01/24	-	-
41	2	11/01/24	-	-

42	3	16/01/24	-	-
43	4	24/01/24	-	-
44	5	30/01/24	-	-
45	6	08/02/24	-	-
46	7	14/02/24	-	-
47	8	21/02/24	-	-
48	9	28/02/24	-	-
49	10	05/03/24	-	-
50	11	11/03/24	-	-
51	12	19/03/24	-	-
52	13	26/03/24	-	-

## 13.1 ESTIMATION DE LA MORTALITE

L'estimation de la mortalité a été calculée à l'aide de 3 méthodes : Erickson, Jones, et Huso, conformément aux exigences du protocole national d'avril 2018.

**Tableau 13 : estimation de la mortalité des chiroptères**

CHIROPTÈRES																			
N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Coefficient correcteur surfacique		Intervalle entre les passages (jours)		Persistence moyenne d'un cadavre (jours)		Taux de persistance		Intervalle effectif		Coefficient correcteur de l'intervalle		Nombre de cadavres estimé		
	Na	Nb	d	A		I	T	p (Jones)	p (Huso)	î	ê	N (Erickson)		N (Jones)		N (Huso)			
E1	0		0,69	0,62	0,00	6,98	3,55	0,37	0,44	7,10	1,00	0		0		0			
E2	0		0,44	0,93	0,00	6,98	3,55	0,37	0,44	7,10	1,00	0		0		0			
Parc	0	0	0,57	0,77	0,00	6,98	3,55	0,37	0,44	7,10	1,00	0		0		0			

Les estimations du nombre de cadavres de chauves-souris sont les suivantes

- ✓ 0 individu pour l'éolienne E1,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E2,

**Soit entre 0 cas de mortalité pour l'ensemble du parc selon les formules.**

Pour information, les estimations calculées à partir de l'application EolApp sont présentées dans le tableau suivant avec leur intervalle de confiance à 95% (bornes à 2.5% et 97.5%) et les intervalles de confiance à 80% (bornes à 10% et 90%) (<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>).

**Tableau 14 : estimations calculées avec EolApp**

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Huso	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## 14 MORTALITE DE L'AVIFAUNE

### 14.1 MORTALITE

Au total, 1 cadavre d'oiseaux ont été découverts sous les éoliennes du parc de Penquer 2 au cours des 52 passages réalisés lors de ce suivi. Il a été trouvé à une distance de 24m de l'éolienne.

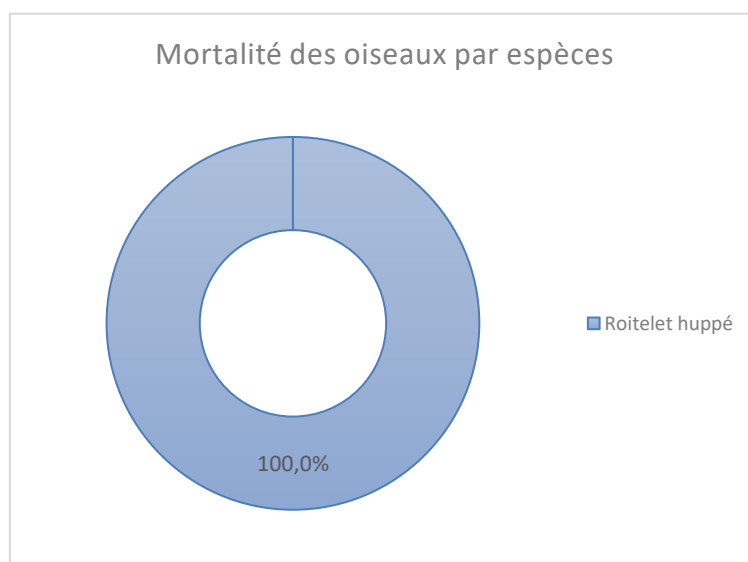
Tableau 15 : mortalité des oiseaux

Passage	Semaine	Date	E1	E2
1	14	06/04/23	-	-
2	15	14/04/23	-	-
3	16	20/04/23	-	-
4	17	28/04/23	-	-
5	18	04/05/23	-	-
6	19	10/05/23	-	-
7	20	15/05/23	-	-
8	21	22/05/23	-	-
9	22	31/05/23	-	-
10	23	07/06/23	-	-
11	24	12/06/23	-	-
12	25	19/06/23	-	-
13	26	26/06/23	-	-
14	27	04/07/23	-	-
15	28	11/07/23	-	-
16	29	17/07/23	-	-
17	30	24/07/23	-	-
18	31	01/08/23	-	-
19	32	07/08/23	-	-
20	33	18/08/23	-	-
21	34	21/08/23	-	-
22	35	28/08/23	-	Roitelet huppé
23	36	04/09/23	-	-
24	37	14/09/23	-	-
25	38	19/09/23	-	-
26	39	25/09/23	-	-
27	40	02/10/23	-	-
28	41	09/10/23	-	-
29	42	18/10/23	-	-
30	43	25/10/23	-	-
31	44	30/10/23	-	-
32	45	06/11/23	-	-
33	46	14/11/23	-	-
34	47	21/11/23	-	-
35	48	28/11/23	-	-
36	49	04/12/23	-	-
37	50	12/12/23	-	-
38	51	18/12/23	-	-
39	52	27/12/23	-	-

40	1	04/01/24	-	-
41	2	11/01/24	-	-
42	3	16/01/24	-	-
43	4	24/01/24	-	-
44	5	30/01/24	-	-
45	6	08/02/24	-	-
46	7	14/02/24	-	-
47	8	21/02/24	-	-
48	9	28/02/24	-	-
49	10	05/03/24	-	-
50	11	11/03/24	-	-
51	12	19/03/24	-	-
52	13	26/03/24	-	-

**Tableau 16 : tableau récapitulatif des distances au mât des oiseaux trouvés**

Date	Espèce	Sexe	Âge	État de l'individu	État du cadavre	Blessure visible	Prédation	Cause présumée	Éolienne	Distance et orientation	Latitude	Longitude
28/08/23	Roitelet huppé	Ind.	Juv	Mort	Avancé	non	Non	Collision	E1	24m SE	48,546477	-3,259374



**Figure 8 : proportion des espèces d'oiseaux découverts**

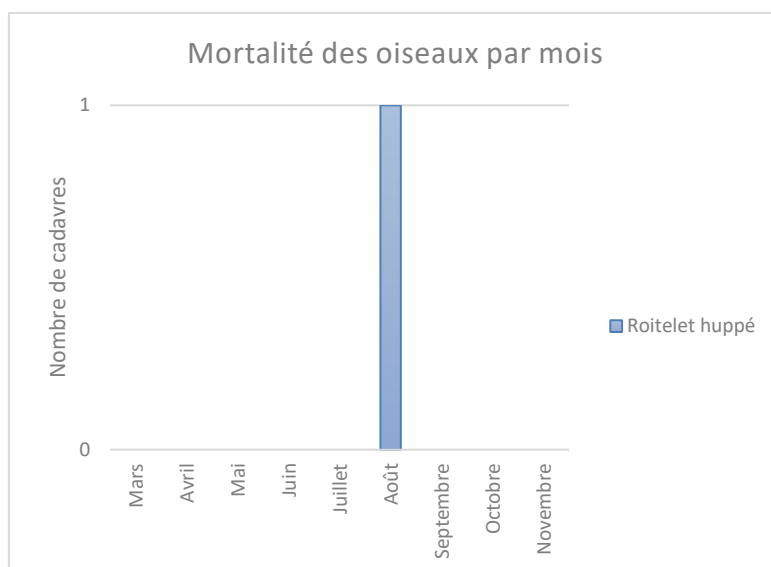


Figure 9 : mortalité par mois et par espèce

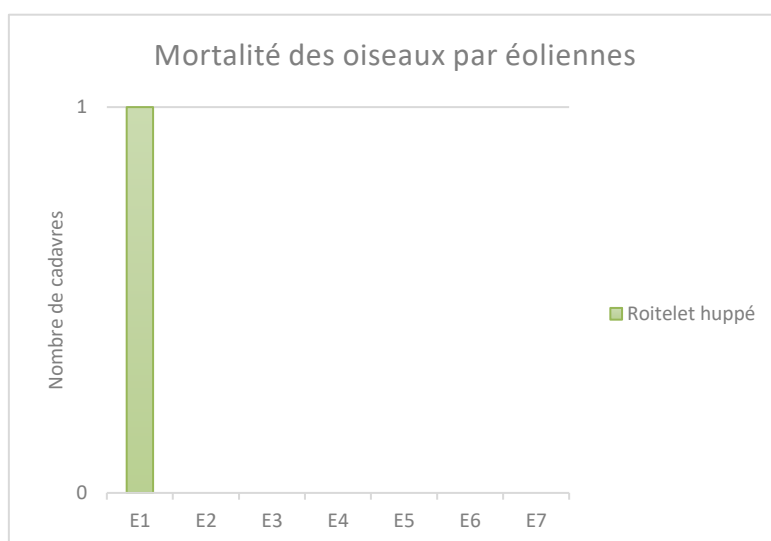


Figure 10 : mortalité par éoliennes

## 14.2 CAUSES DE LA MORTALITE

Il est parfois difficile d'être catégorique au sujet des raisons qui ont provoqué la mort de l'avifaune observée sous les éoliennes. En effet, l'état de putréfaction ou de dessiccation d'un cadavre est parfois tel qu'à défaut d'autopsie vétérinaire approfondie, la cause de la mort ne peut être clairement identifiée.

Dans notre cas, la mortalité par collision avec les pales est fort probable au regard de la distance de découverte du cadavre par rapport au mât de l'éolienne (24 mètres) et de son état.

## 14.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

Les statuts de protection et de menace des espèces impactées sont rappelés ci-dessous.

Le roitelet huppé est classé en « Quasi menacé » (NT) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de France et en « préoccupation mineure » (LC) sur la liste rouge de Bretagne. L'espèce est protégée en France.

**Tableau 17 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés**

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Liste rouge France Nicheurs (2016)	Liste rouge France Hivernants (2016)	Liste rouge France Migrateurs (2016)	Liste rouge Bretagne (2015)	Indice de conservation (nicheurs)	Indice sensibilité éoliennes	Niveau de risque	Dét. Znieff	Espèce protégée	Directive Oiseaux Annexe 1
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	NT	NA <sup>d</sup>	NA <sup>d</sup>	LC	3	3	3		Art.3	

Statuts liste rouge = LC (préoccupation mineure), NT (quasi menacé), VU (vulnérable), EN (en danger), CR (en danger critique), DD (données insuffisantes), NE (non évalué), NA (non applicable)

Espèces protégées : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

## 14.4 ESTIMATION DE LA MORTALITE

L'estimation de la mortalité a été calculée à l'aide de 3 méthodes : Erickson, Jones, et Huso, conformément aux exigences du protocole national d'avril 2018.

**Tableau 18 : estimation de la mortalité des oiseaux**

OISEAUX												
N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Intervalle entre les passages (jours)		Taux de persistance		Intervalle effectif		Nombre de cadavres estimé	
	Na	Nb	d	A	l	t	p (Jones)	p (Huso)	î	ê	N (Erickson)	N (Jones) N (Huso)
E1	1		0,69	0,62 1,62	6,98	3,55	0,37	0,44	7,10	1,00	5	7 6
E2	0		0,44	0,93 0,00	6,98	3,55	0,37	0,44	7,10	1,00	0	0 0
Parc	1	0	0,57	0,77 1,30	6,98	3,55	0,37	0,44	7,10	1,00	5	7 6

Les estimations du nombre de cadavres des oiseaux par éolienne sont les suivants :

- ✓ 5 à 7 individus pour l'éolienne E1,
- ✓ 0 individu pour l'éolienne E2,

**Soit entre 5 et 7 cas de mortalité pour l'ensemble du parc** sur la durée de ce suivi.

Pour information, les estimations calculées à partir de l'application EolApp sont présentées dans le tableau suivant avec leur intervalle de confiance à 95% (bornes à 2.5% et 97.5%) et les intervalles de confiance à 80% (bornes à 10% et 90%) (<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>).

**Tableau 19 : estimations calculées avec EolApp**

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	3.64	0.00	13.84	0.00	9.44
Huso	4.23	0.00	16.02	0.00	10.87
Jones	4.95	0.00	19.01	0.00	12.87



## 15 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE

### 15.1 CHIROPTERES

La mortalité « brute » constatée pour les chiroptères sur le parc de Penquer 2 est de 0 cadavres. Par rapport aux données brutes des 84 études collectées en Bretagne, le parc se positionne en 60<sup>ème</sup> position.

Les estimations de mortalité sont de **0 cadavres** pour le parc sur la durée du suivi.

Par rapport à la mortalité moyenne par éolienne et par visite, le parc de Penquer 2 se positionne également en 60<sup>ème</sup> position.

Tableau 20 : nombre de cadavre de chauves-souris par éolienne et par visite

Parc de Penquer 2	Moyenne Bretagne 2011-2022 (84 rapports plus la présente étude)	Moyenne Bretagne 2011-2015	Moyenne Bretagne 2016 – 2018	Moyenne Bretagne 2019 – 2022
0,0000	0,0347	0,0048	0,0670	0,0376

Selon la méthode Ouest Am', le niveau de mortalité constaté pour les chiroptères sur le parc de Penquer 2 est considéré comme très faible et non significatif pour le nombre d'individus.

### 15.2 AVIFAUNE

La mortalité « brute » constatée pour l'avifaune sur le parc de Penquer 2 est de 1 cadavre. Par rapport aux données brutes des 84 études collectées en Bretagne, le parc se positionne en 75<sup>ème</sup> position.

Les estimations sont de **5 à 7 cadavres** sur la durée du suivi pour le parc.

Par rapport à la mortalité moyenne par éolienne et par visite, le parc de Penquer 2 se positionne alors en 60<sup>ème</sup> position.

Tableau 21 : nombre de cadavre d'oiseaux par éolienne et par visite

Parc de Penquer 2	Moyenne Bretagne 2011-2022 (84 rapports plus la présente étude)	Moyenne Bretagne 2011-2015	Moyenne Bretagne 2016 – 2018	Moyenne Bretagne 2019 – 2022
0,0096	0,0297	0,0154	0,0299	0,0349

Selon la méthode Ouest Am', le niveau de mortalité constaté pour les oiseaux sur le parc de Penquer 2 est modéré et non significatif pour le nombre d'individus.

### MORTALITÉ DES CHIROPTÈRES

Classement du parc éoliens de Penquer 2 parmi 84 suivis réalisés en Bretagne entre 2011 et 2022  
à raison d'au moins 20 passages par an (28 en moyenne)

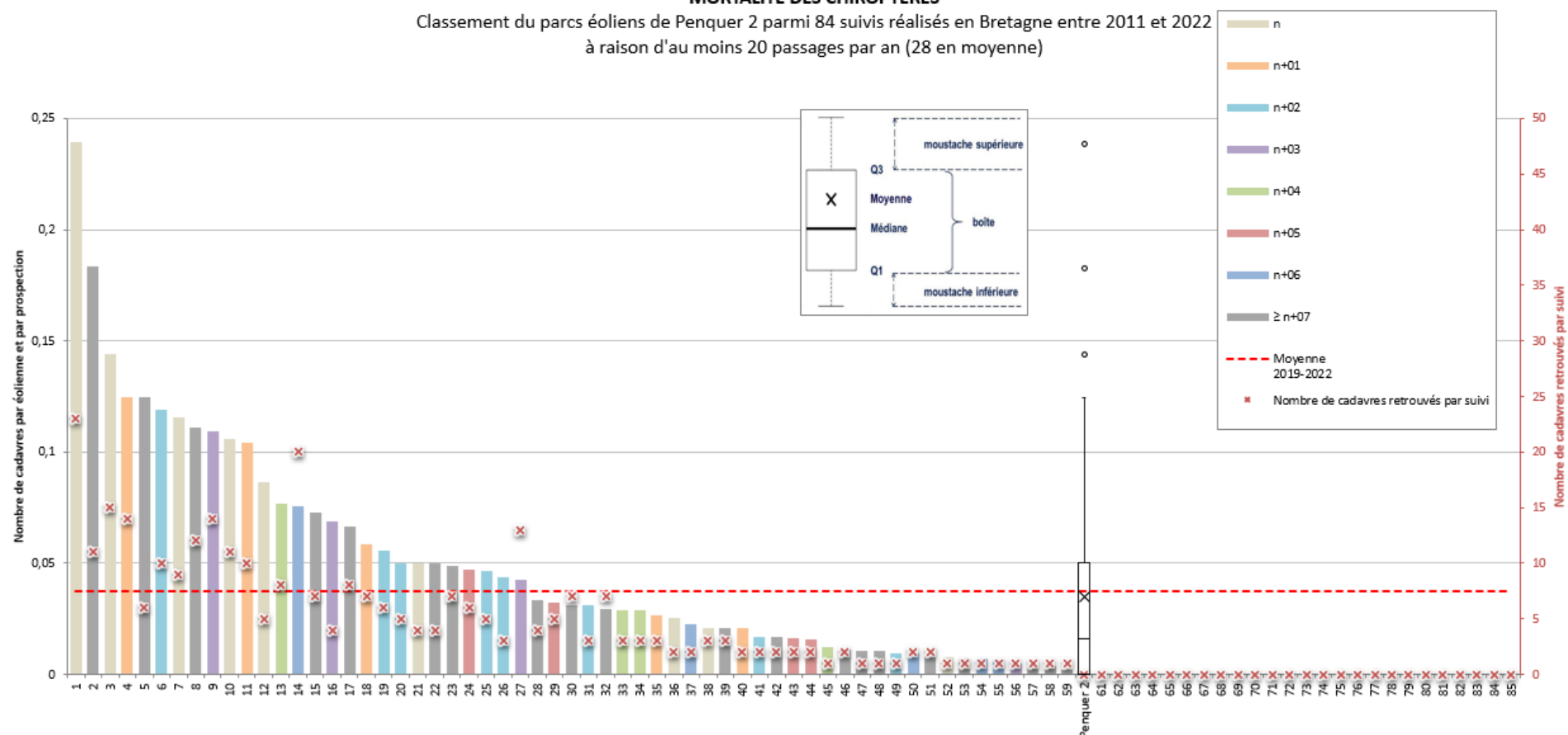


Figure 11 : intégration du parc de Penquer 2 dans un histogramme de mortalité des chiroptères par éolienne et par passage.

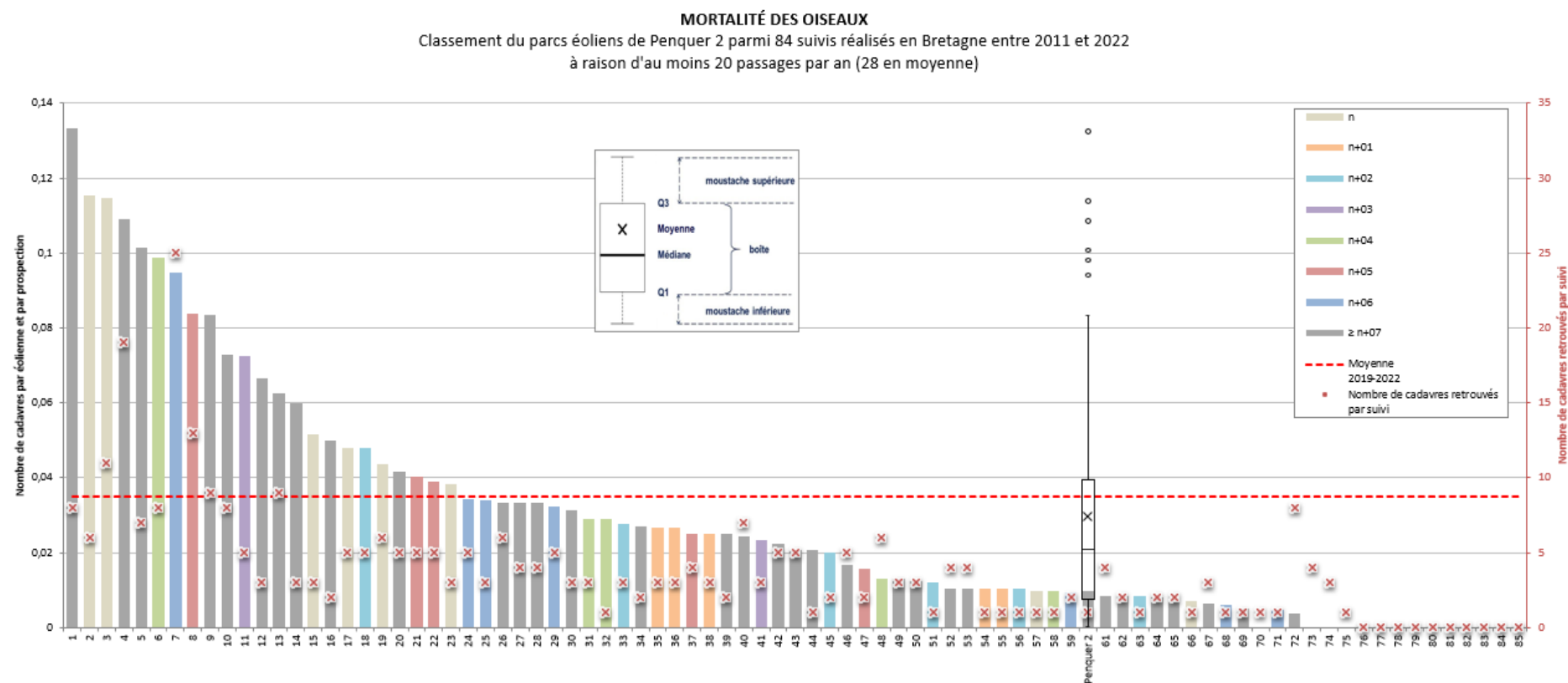


Figure 12 : intégration du parc de Penquer 2 dans un histogramme de mortalité des oiseaux par éolienne et par passage.

## 16 SUIVI D'ACTIVITE DES CHIROPTERES

### 16.1 ESPECES RECENSEES SUR LE SITE ET ACTIVITE

Le suivi acoustique a mis en évidence la présence d'au moins **8 espèces de chiroptères**. Parmi ces espèces, la **Pipistrelle commune** représente l'essentiel de l'activité (7 383 secondes cumulées) et la Sérotine commune arrive au second rang (1927 secondes) suivie par la **Pipistrelle de Kuhl** (1 775 secondes). La **Pipistrelle de Nathusius** a une activité plus faible (229 secondes cumulées), tout comme la Noctule de Leisler (127 secondes cumulées). Le Grand Murin, l'Oreillard gris et la Noctule commune ont une activité anecdotique avec respectivement « 8, 8 et 7 secondes cumulées ».

Les espèces recensées sont particulièrement sensibles aux éoliennes (pipistrelles et noctules).

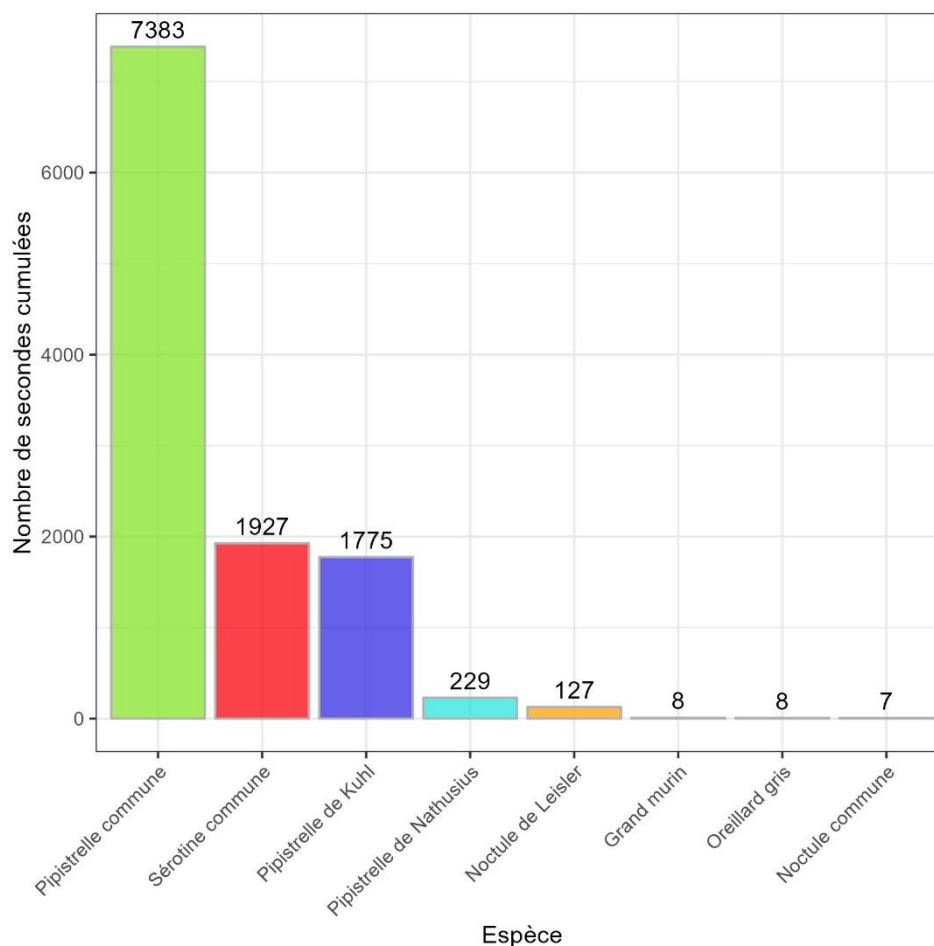
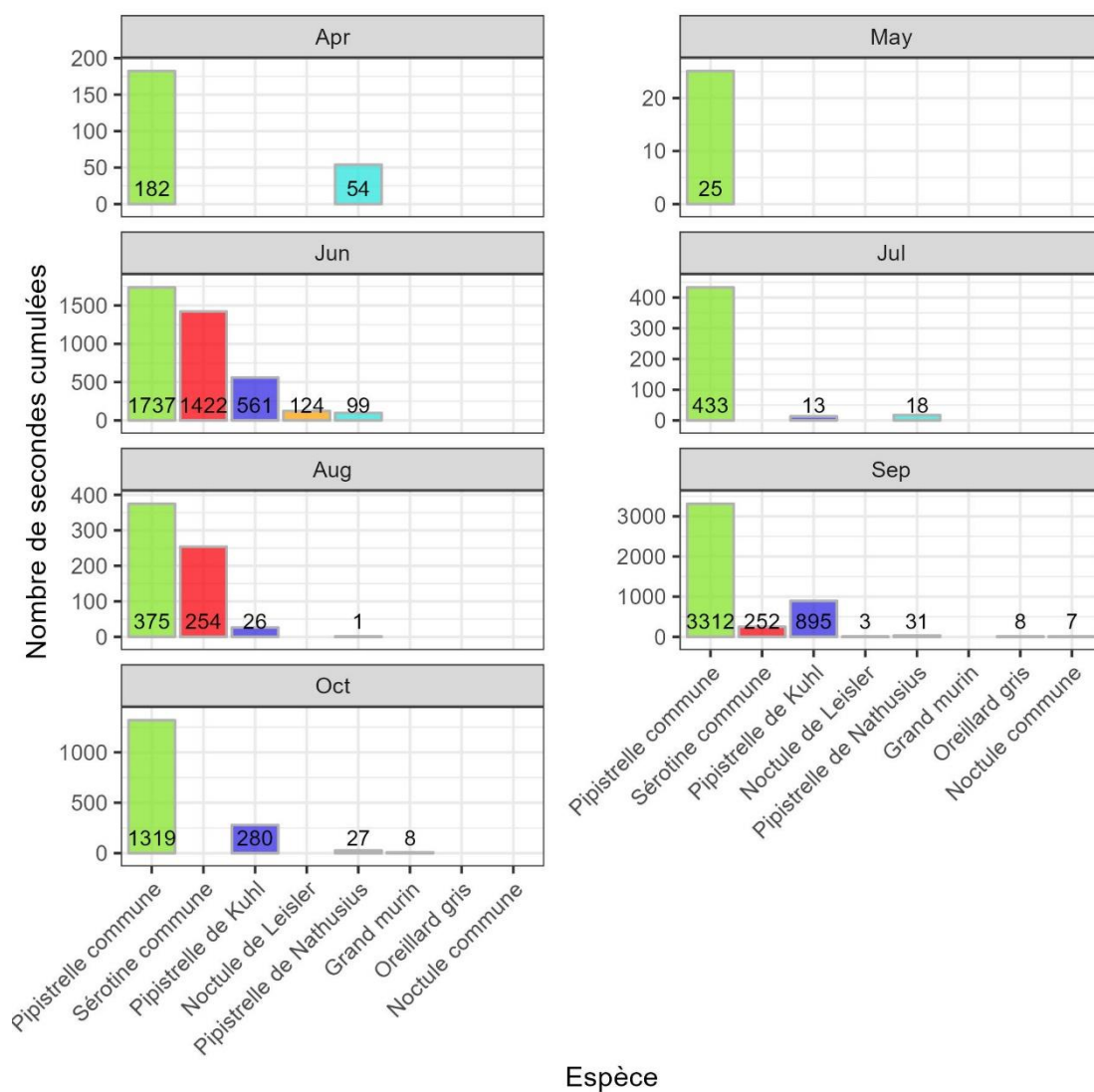


Figure 13 : activité en secondes cumulées par espèce sur l'ensemble du suivi.

L'activité par mois montre que juin, septembre et octobre représentent l'essentiel de l'activité.



**Figure 14 : activité en secondes cumulées par espèce et par mois**

Les échelles des graphiques sont libres pour permettre une meilleure visualisation de l'activité

Tableau 22 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées

Nom vernaculaire	Nom latin	Liste rouge France	Liste rouge Pays de Loire	Responsabilité biologique Bretagne (2015)	Directive Habitats Annexe 2	Protection nationale	Indice de conservation	Indice de sensibilité	Indice de vulnérabilité
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	LC	NT	Mineure	x	Art. 2	3	1	2
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	VU	NT	Modérée		Art. 2	4	4	4
Noctule de Leisler	<i>Noctula leisleri</i>	NT	NT	Modérée		Art. 2	3	4	3,5
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	LC	LC	Mineure		Art. 2	2	1	1,5
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	NT	LC	Mineure		Art. 2	3	4	3,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	Mineure		Art. 2	2	4	3
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	NT	NT	Modérée		Art. 2	3	4	3,5
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	NT	LC	Mineure		Art. 2	3	4	3,5

LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable

## 16.2 ANALYSE DE L'ACTIVITE SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI

L'activité est hétérogène sur toute la période d'enregistrement. L'activité est nulle jusqu'à la semaine 16. On observe un pic d'activité semaines 23 et 24 pour la Pipistrelle commune et la Sérotine commune puis l'activité diminue entre la semaine 26 et 35 ou une faible activité pour la Pipistrelle commune et la Sérotine commune est détectée. Un pic d'activité est enregistré semaine 36 et 37 pour la pipistrelle commune et dans une moindre mesure pour la Pipistrelle de Kuhl. L'activité la plus forte est enregistrée semaine 36. L'activité cesse à la semaine 41.

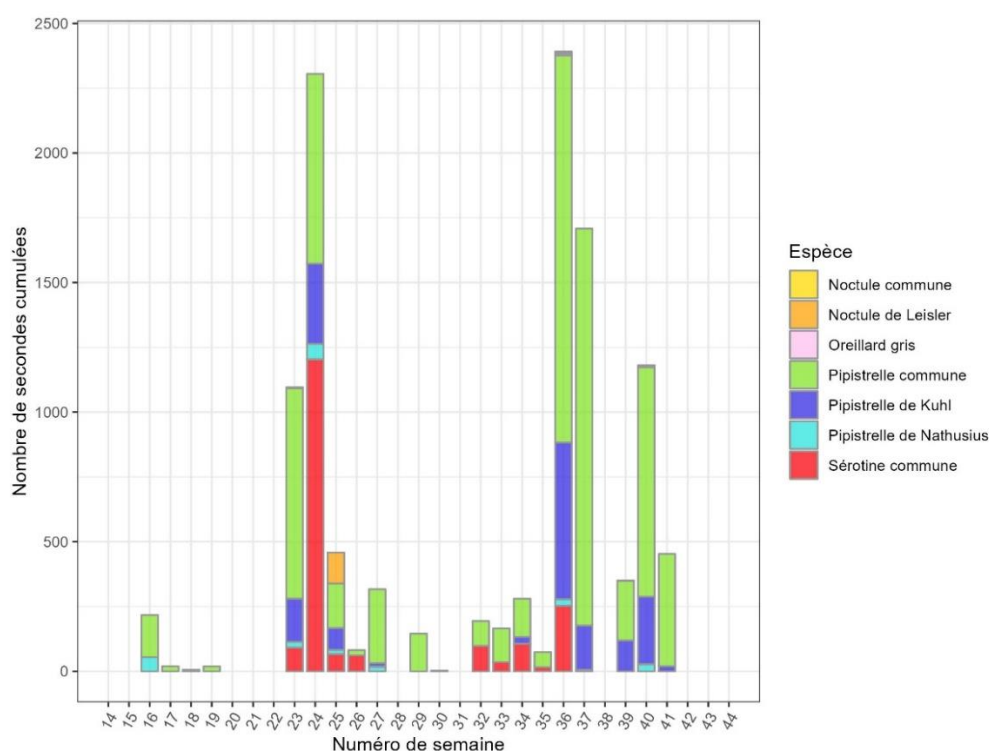


Figure 15 : activité par semaine sur l'ensemble du suivi.

Sur l'ensemble de la période d'enregistrement, les chauves-souris ont été actives à partir de 20h jusqu'à 6h30 avec une activité concentrée en début de nuit (21h à minuit).

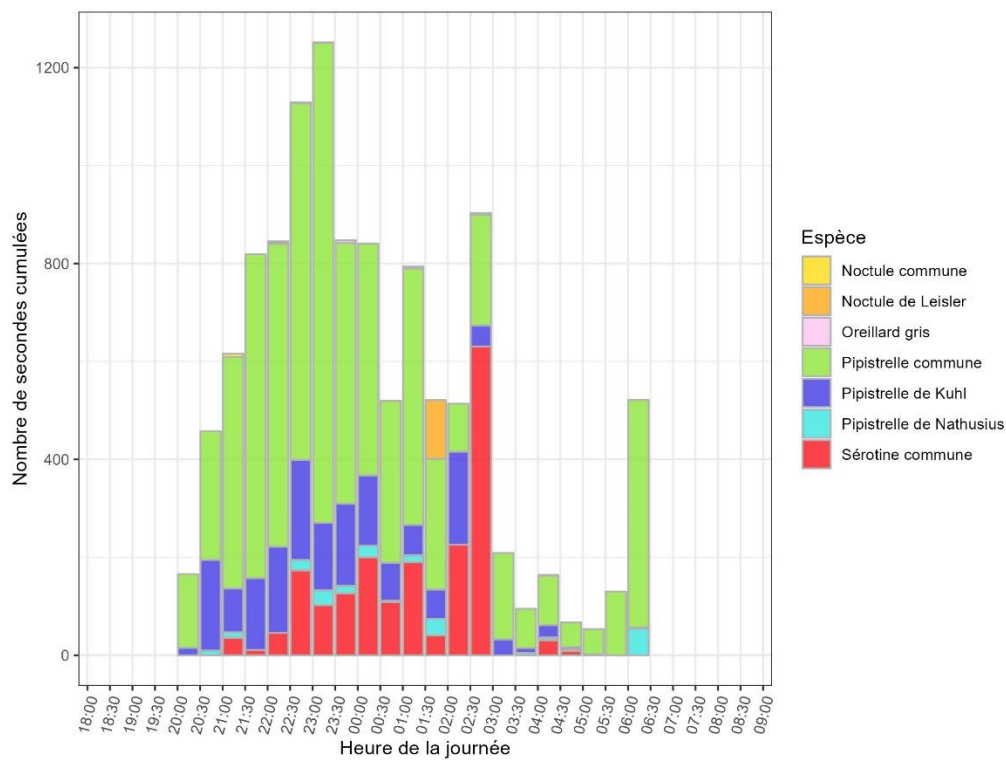


Figure 16 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrement.

L'activité horaire détaillée met en évidence que celle-ci est plus marquée en début de nuit sur l'ensemble du suivi.

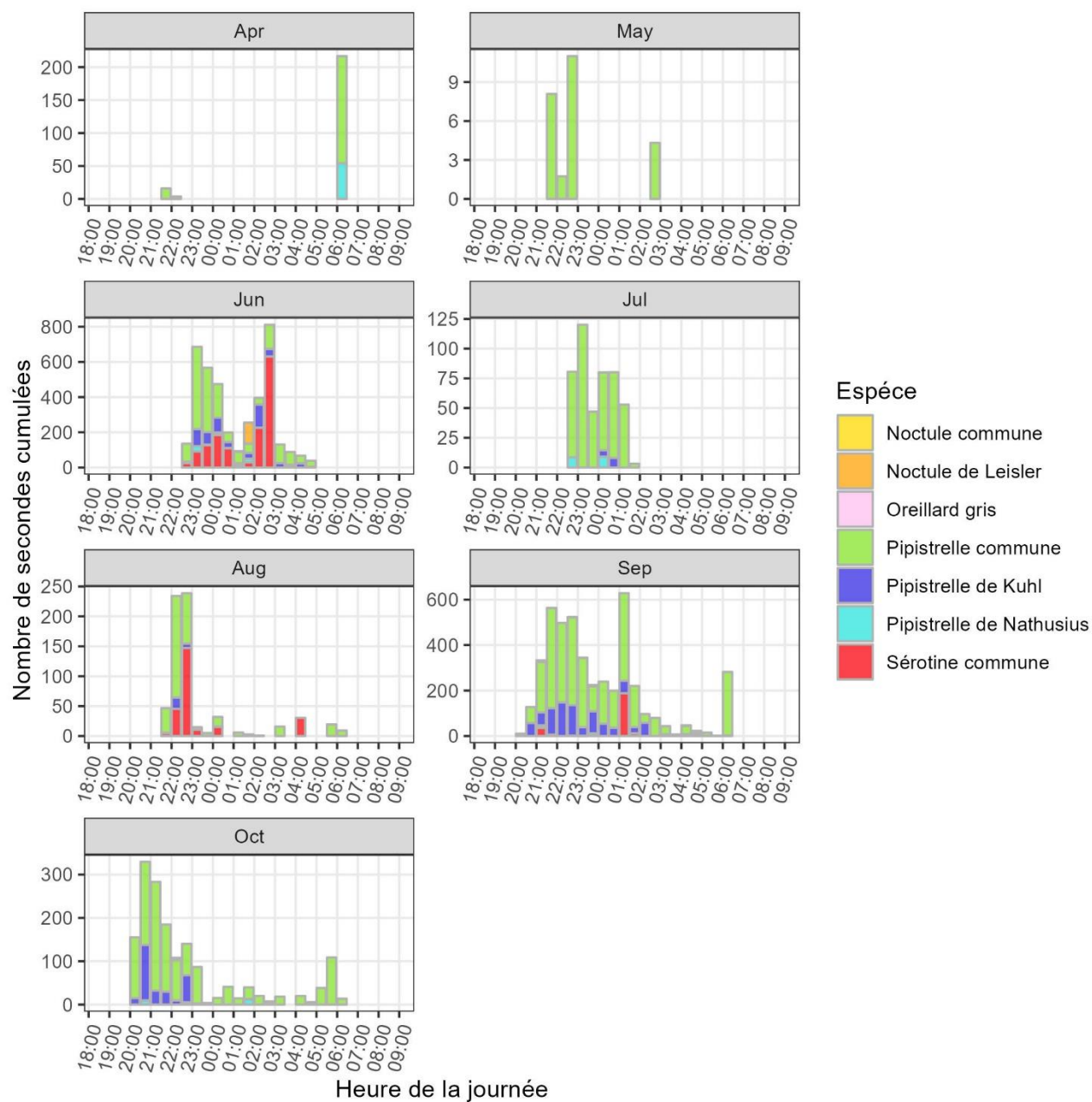


Figure 17 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle variable).



L'activité exprimée avec une échelle fixe montre que juin, septembre et, dans une moindre mesure, octobre, représentent l'essentiel de l'activité horaire annuelle exprimée en lien avec l'activité de la Pipistrelle commune.

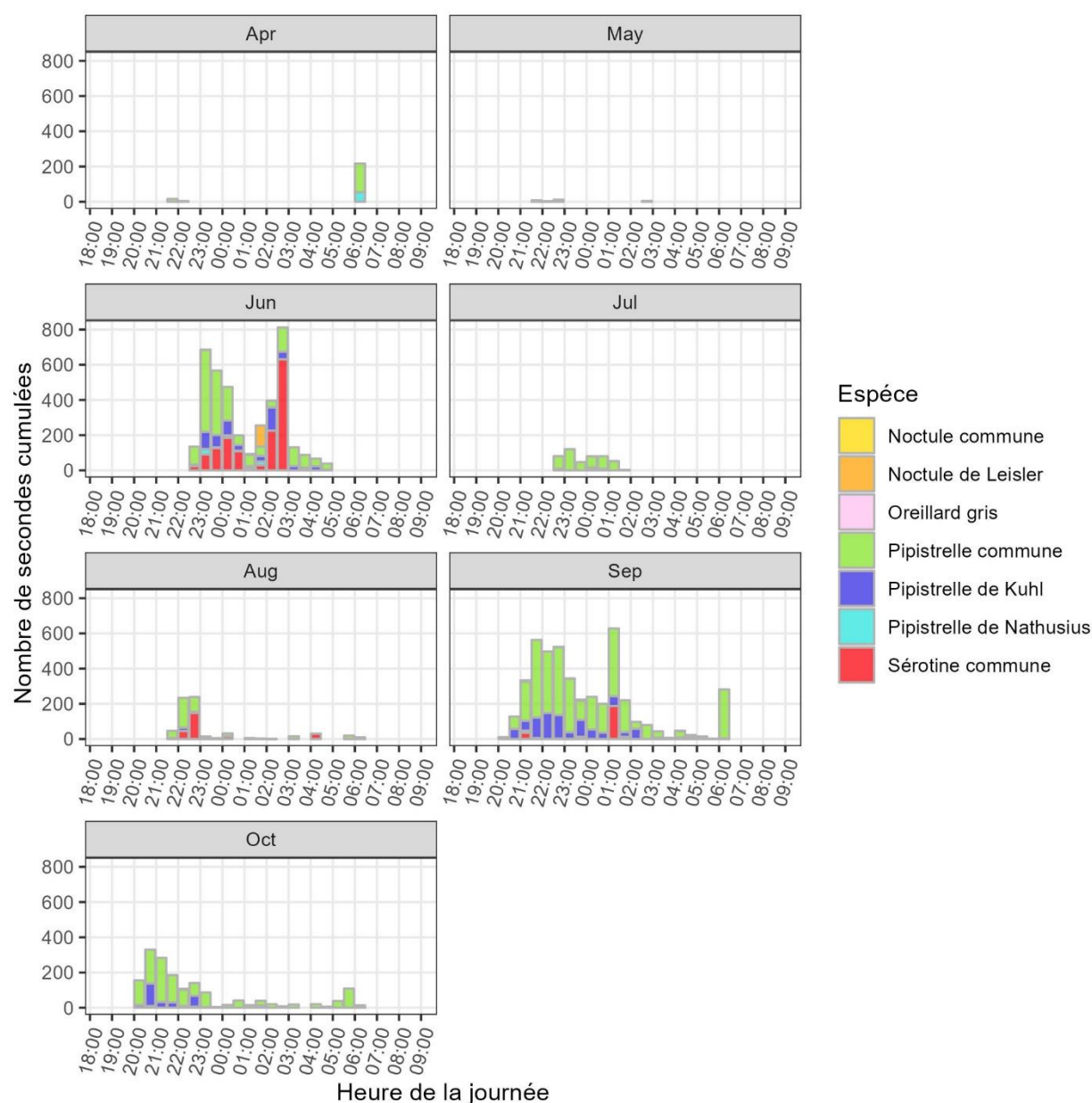


Figure 18 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle fixe).

## 16.3 COMPARAISON AU REFERENTIEL D'ACTIVITE OUEST AM'

En comparant l'activité au référentiel développé par Ouest Am', les niveaux d'activité peuvent être évalués par espèce. Les niveaux d'activité doivent être interprétés avec prudence pour les espèces à faible représentation dans les jeux de données. Cependant, ces espèces n'ont pas été enregistrées dans le cadre de la présente étude en dehors de la Sérotine commune, de l'Oreillard gris, du Grand Murin.

Tableau 23 : niveau d'activité global et par espèce

Espèce	Nombre de nuits avec activité	Activité (en s.)	Moyenne activité par nuit (en s.)	Médiane activité (en s.)	Niveau d'activité
Grand murin	2	8,4	4,2	26,1	Très faible
Oreillard gris	2	7,9	3,9	12,2	Modéré
Noctule commune	1	6,8	6,8	6,1	Modéré à fort
Pipistrelle de Kuhl	29	1774,9	61,2	9,2	Fort
Pipistrelle de Nathusius	15	229,4	15,3	5,2	Fort
Pipistrelle commune	61	7383,3	121	7,4	Fort
Noctule de Leisler	4	126,7	31,7	4,1	Fort
Sérotine commune	23	1927,3	83,8	4,9	Très fort
Toutes espèces confondues	64	11505,4	179,8	8,9	Fort

D'après le référentiel établi par Ouest Am' pour la région Bretagne, **l'activité globale peut être considérée comme forte** du fait de niveaux d'activité forts pour la majorité des espèces, en particulier pour les espèces régulièrement enregistrées dans la région comme les pipistrelles dont la Pipistrelle de Nathusius.

Rappelons que le référentiel ne prend pas en compte le nombre de nuits d'enregistrements mais uniquement le nombre de secondes enregistrées.

Elle est modérée à forte pour la Noctule commune au regard du référentiel régional. La Noctule commune est particulièrement rare en Bretagne, ce que confirme les enregistrements (une seule nuit de présence). Afin de mieux évaluer cette activité au regard des variations saisonnières, celle-ci est présentée par mois et par espèce. Il en ressort des niveaux d'activité forts sur presque l'ensemble de l'année (la seule exception étant le mois de mai). L'activité la plus forte enregistrée concerne la Pipistrelle commune, en juin, et concerne 15 nuits.

Tableau 24 : niveau d'activité par espèce en avril

Espèce	Nombre de nuits avec activité	Activité (en s.)	Moyenne activité par nuit (en s.)	Médiane activité (en s.)	Niveau d'activité
Pipistrelle commune	3	182,4	60,8	8,5	Fort
Pipistrelle de Nathusius	1	54	54	19,8	Très fort
Toutes espèces confondues	3	236,4	78,8	13,8	Fort

Tableau 25 : niveau d'activité par espèce en mai

Espèce	Nombre de nuits avec activité	Activité (en s.)	Moyenne activité par nuit (en s.)	Médiane activité (en s.)	Niveau d'activité
Pipistrelle commune	2	25,1	12,6	6,5	Modéré à fort
Toutes espèces confondues	2	25,1	12,6	6,1	Modéré à fort

Tableau 26 : niveau d'activité par espèce en juin

Espèce	Nombre de nuits avec activité	Activité (en s.)	Moyenne activité par nuit (en s.)	Médiane activité (en s.)	Niveau d'activité
Noctule de Leisler	2	124,1	62	7,1	Fort
Pipistrelle commune	15	1736,7	115,8	7,5	Fort
Pipistrelle de Kuhl	9	560,6	62,3	9,1	Fort
Pipistrelle de Nathusius	6	98,6	16,4	3	Fort
Sérotine commune	10	1421,8	142,2	1,1	Très fort
Toutes espèces confondues	16	3954,9	247,2	8,6	Fort

Tableau 27 : niveau d'activité par espèce en juillet

Espèce	Nombre de nuits avec activité	Activité (en s.)	Moyenne activité par nuit (en s.)	Médiane activité (en s.)	Niveau d'activité
Pipistrelle de Kuhl	1	13,4	13,4	7,1	Modéré à fort
Pipistrelle commune	5	433,1	86,6	5,3	Fort
Pipistrelle de Nathusius	2	17,7	8,8	3,8	Fort
Toutes espèces confondues	5	464,1	92,8	7	Fort

Tableau 28 : niveau d'activité par espèce en août

Espèce	Nombre de nuits avec activité	Activité (en s.)	Moyenne activité par nuit (en s.)	Médiane activité (en s.)	Niveau d'activité
Pipistrelle de Nathusius	1	0,9	0,9	5,8	Très faible
Pipistrelle de Kuhl	1	26,2	26,2	11,6	Modéré à fort
Pipistrelle commune	11	374,9	34,1	8	Fort
Sérotine commune	8	253,7	31,7	4,4	Fort
Toutes espèces confondues	12	655,6	54,6	10,8	Fort

Tableau 29 : niveau d'activité par espèce en septembre

Espèce	Nombre de nuits avec activité	Activité (en s.)	Moyenne activité par nuit (en s.)	Médiane activité (en s.)	Niveau d'activité
Noctule de Leisler	2	2,6	1,3	3,5	Faible
Noctule commune	1	6,8	6,8	8,3	Modéré
Pipistrelle de Nathusius	3	31,3	10,4	7,6	Modéré à fort
Oreillard gris	2	7,9	3,9	2,4	Modéré à fort
Pipistrelle commune	17	3312,4	194,8	9,1	Fort
Pipistrelle de Kuhl	13	894,7	68,8	10,8	Fort
Sérotine commune	5	251,8	50,4	13,3	Très fort
Toutes espèces confondues	18	4535,1	251,9	10,2	Fort

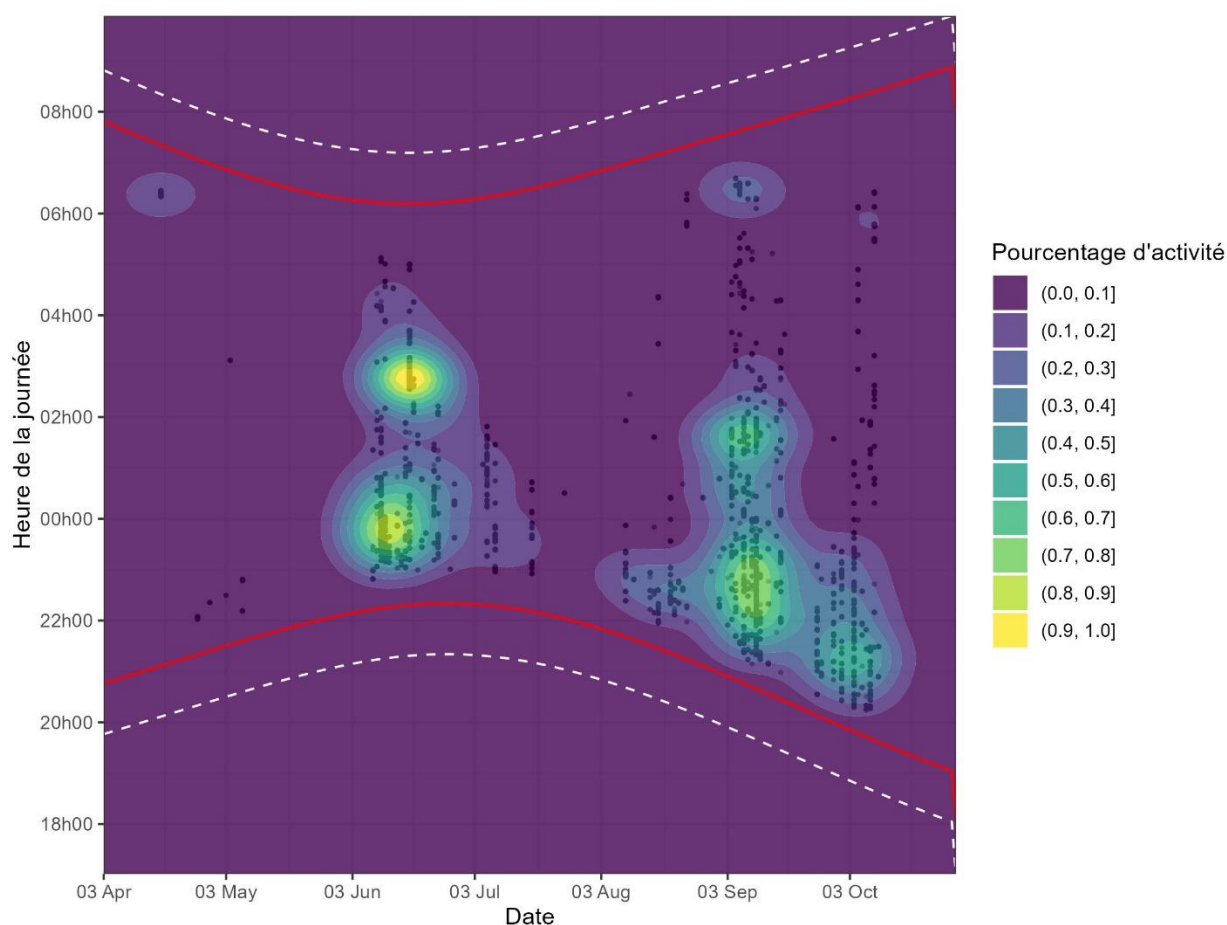
Tableau 30 : niveau d'activité par espèce en octobre

Espèce	Nombre de nuits avec activité	Activité (en s.)	Moyenne activité par nuit (en s.)	Médiane activité (en s.)	Niveau d'activité
Grand murin	2	8,4	4,2		
Pipistrelle commune	8	1318,7	164,8	6,5	Fort
Pipistrelle de Kuhl	5	280	56	5,5	Fort
Pipistrelle de Nathusius	2	27	13,5	2,1	Fort
Toutes espèces confondues	8	1634,2	204,3	6,7	Fort

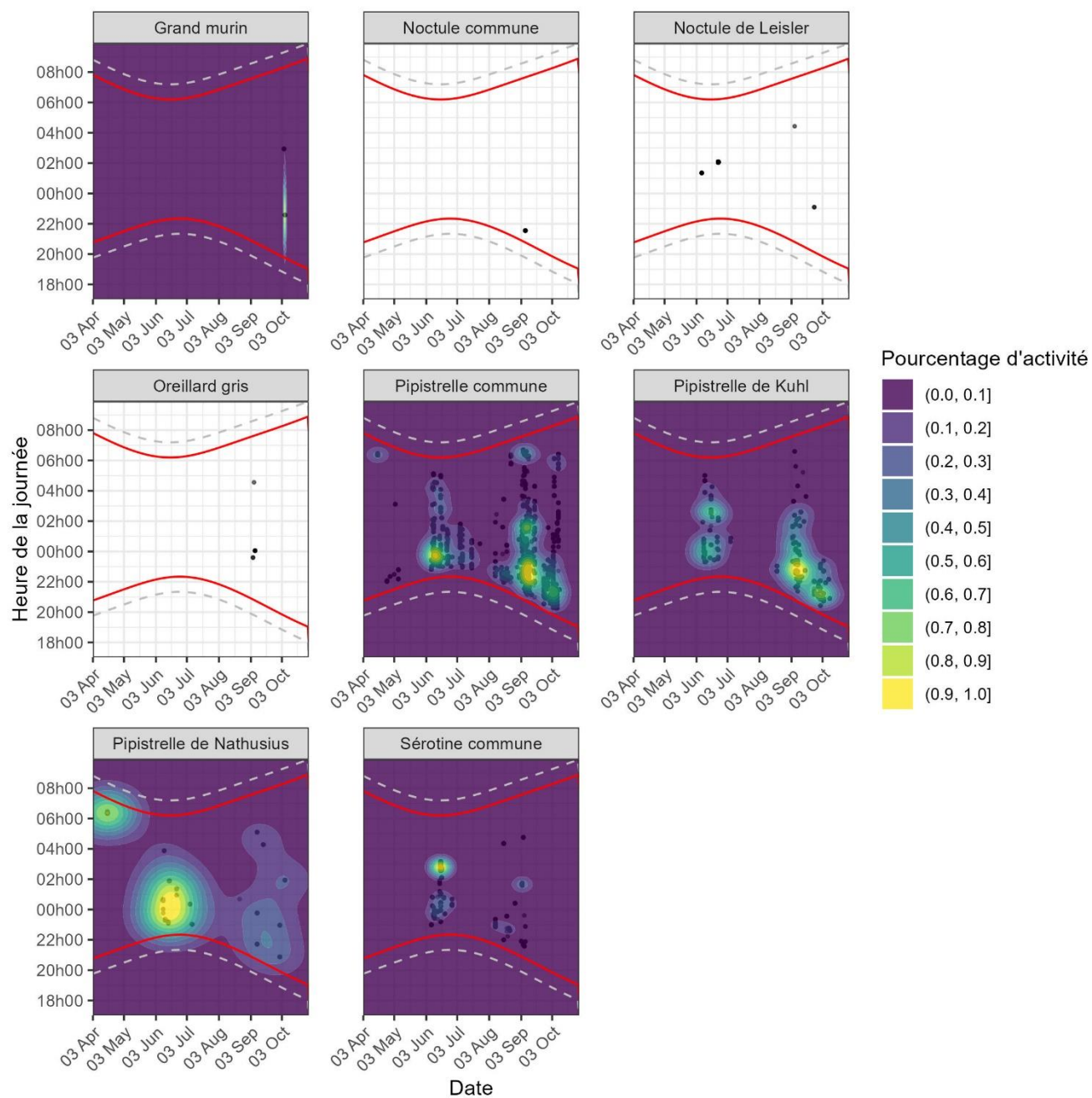
## 16.4 REPARTITION DE L'ACTIVITE DANS LE TEMPS

Il apparaît que la majorité de l'activité est enregistrée en juin ainsi qu'en septembre et en octobre. L'activité de la **Pipistrelle commune** et de la **Pipistrelle de Kuhl** est concentrée en juin ainsi qu'entre septembre et octobre. L'activité de la **Pipistrelle de Nathusius** est concentrée en avril ainsi qu'en juin. Concernant la **Sérotine commune**, son activité est davantage marquée en juin tandis que celle du Grand Murin est plus marquée en octobre. Concernant la Noctule commune, la Noctule de Leisler et l'Oreillard gris, l'activité est faible et sporadique.

La Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl montrent une activité étendue sur l'ensemble de la nuit (de 20h à 7h du matin selon la période de l'année). L'activité de la Pipistrelle de Nathusius et de la Sérotine commune est principalement concentrée entre 22h et 4h du matin.



**Figure 19 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).**  
Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité, les traits rouges représentent les heures de lever et de coucher du soleil, les traits en pointillé la période d'enregistrement.



**Figure 20 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) du mois (abscisse) et par espèce.**

*Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité*

## 16.5 CORRELATION DE L'ACTIVITE AVEC LA VITESSE DE VENT

En 2023, l'activité a été enregistrée à partir d'une vitesse de vent de 0 m/s et jusqu'à 9 m/s.

90% de l'activité est comprise entre 0 m/s et 4,8 m/s.

En fonction des espèces, le seuil de vitesse de vent au-dessous duquel se concentre 90% de l'activité est compris entre 2,8 m/s et 7,1 m/s.

Lors du pic d'activité en juin, septembre et octobre, 90% de l'activité est comprise respectivement entre 0 et 3,8 m/s, entre 0 et 7,1 m/s puis entre 0 et 2,9 m/s.

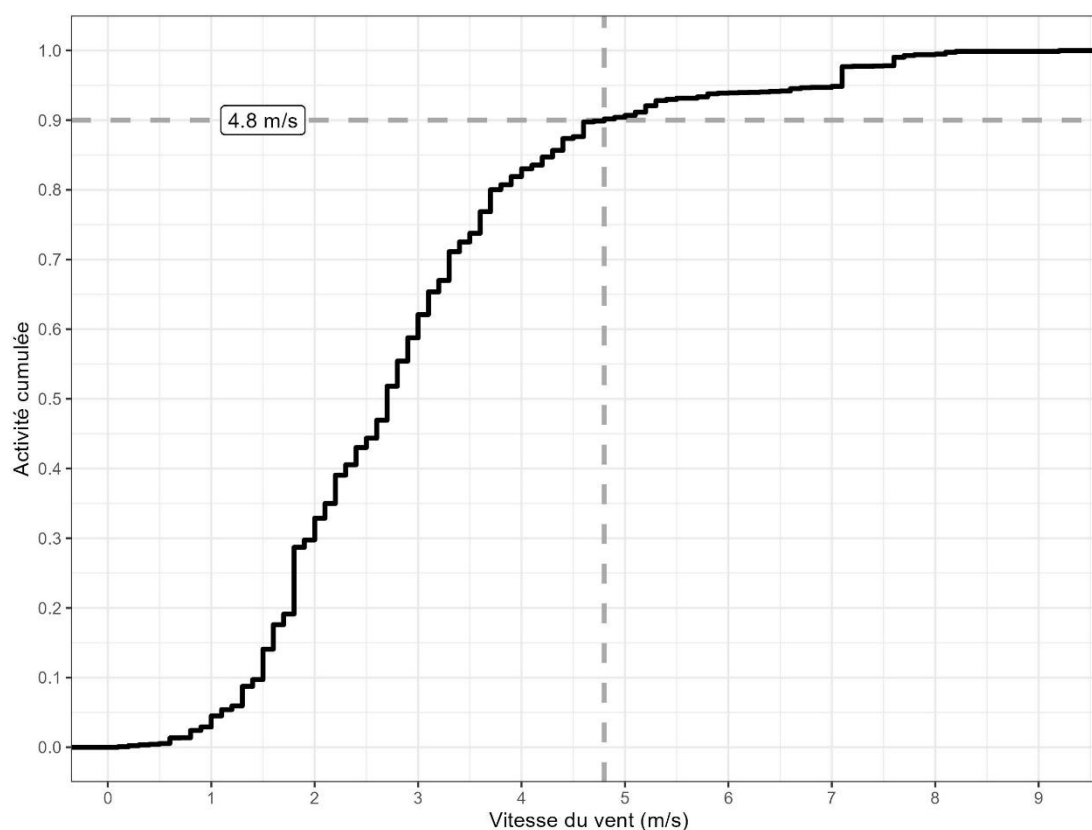


Figure 21 : corrélation entre l'activité globale des chiroptères et la vitesse du vent en m/s.



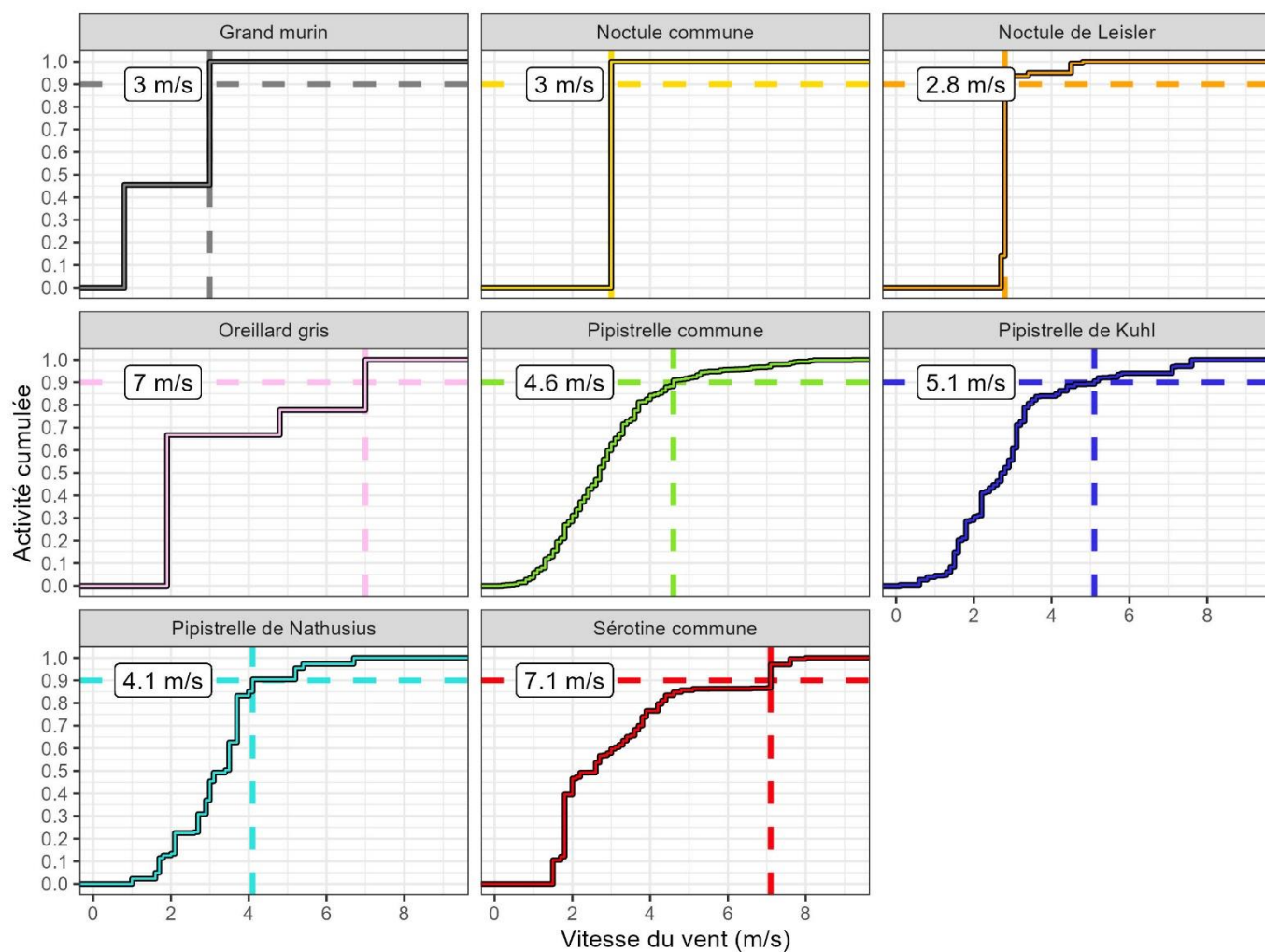


Figure 22 : corrélation entre l'activité par espèce et la vitesse du vent en m/s.

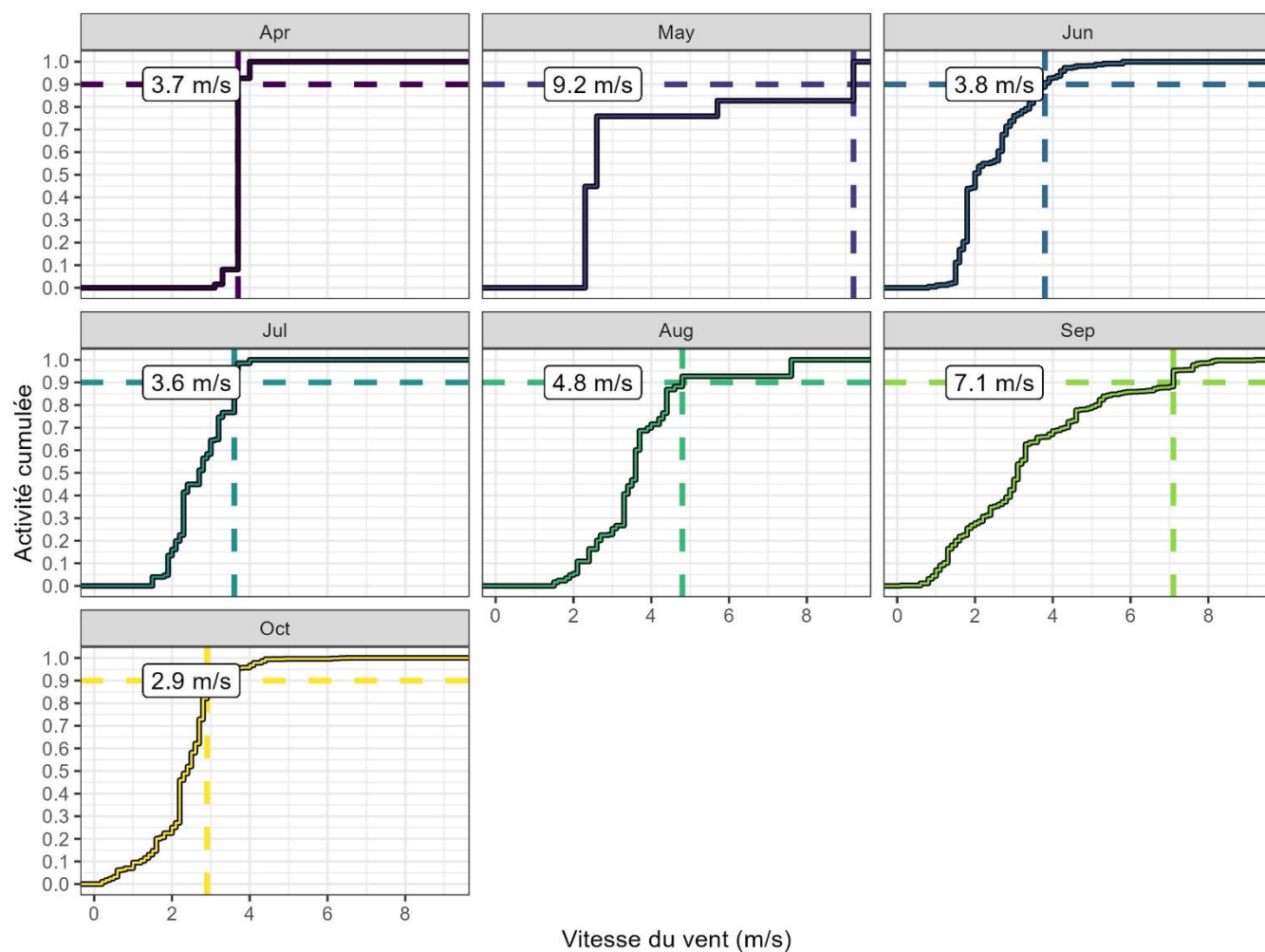


Figure 23 : corrélation entre l'activité par mois et la vitesse du vent en m/s.



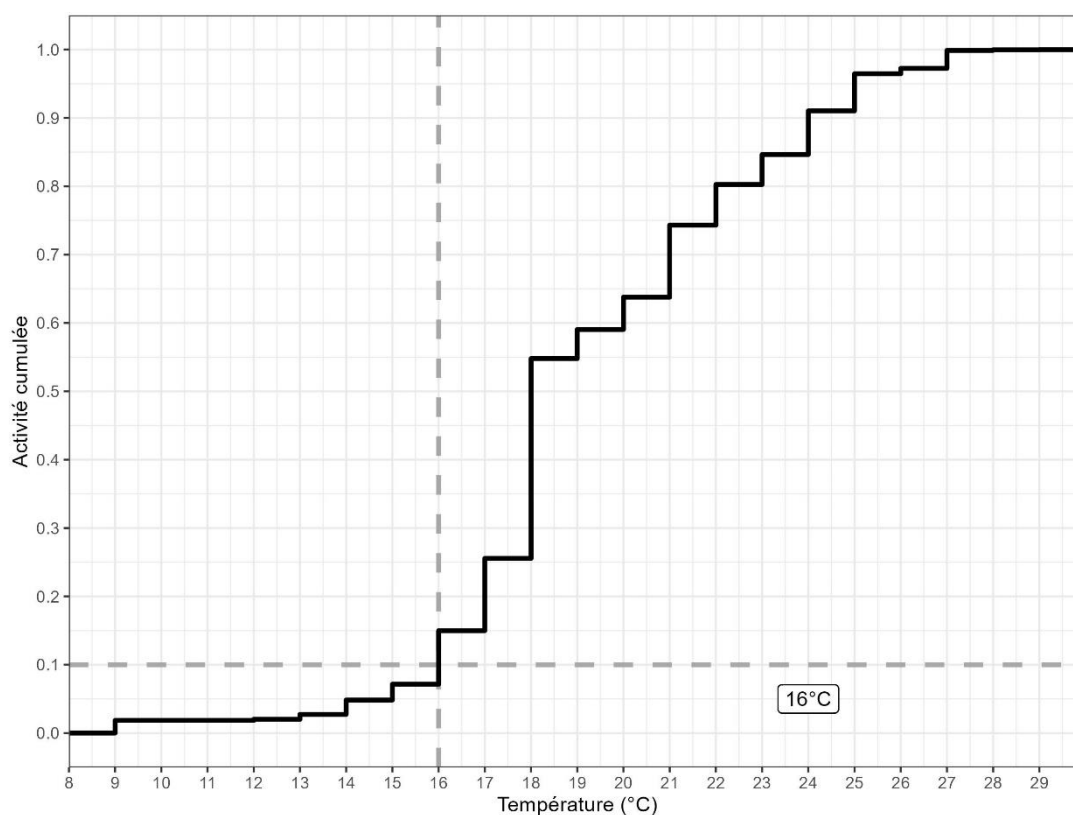
## 16.6 CORRELATION DE L'ACTIVITE AVEC LA TEMPERATURE

En 2023, 90% de l'activité des chiroptères (toutes espèces confondues) est comprise entre 16°C et 29 °C.

Pour chaque espèce, le seuil de température au-dessus duquel se concentre 90% de l'activité est comprise entre 9°C et 20,8 °C.

L'activité débute à partir de 9°C.

Lors des pics d'activité, 90% de l'activité est comprise entre 16 et 27°C pour le mois de juin puis entre 17°C et 27°C pour les mois de septembre et octobre.



**Figure 24 : corrélation entre l'activité générale et la température en °C.**

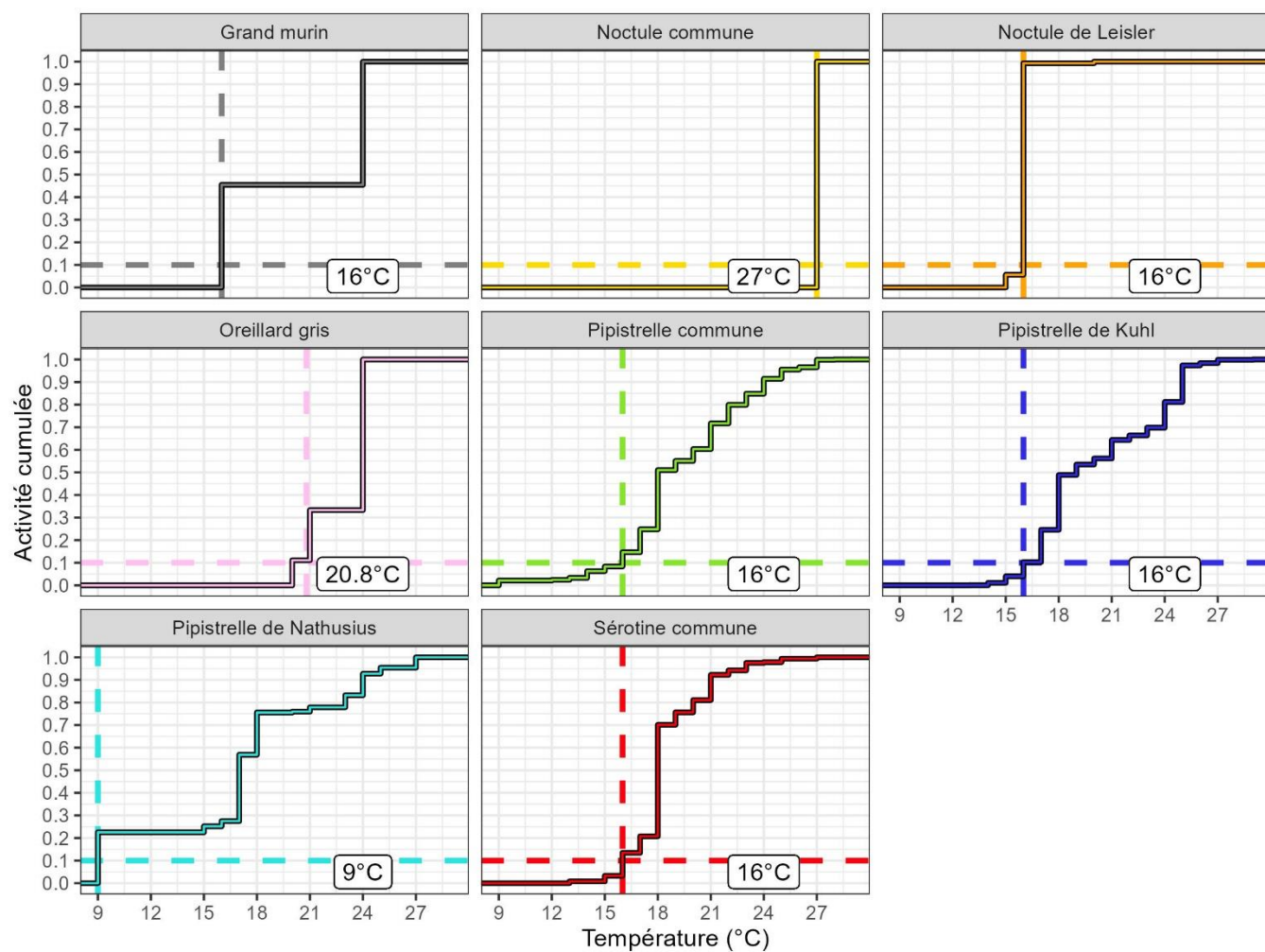


Figure 25 : corrélation entre l'activité par espèce et la température en °C.

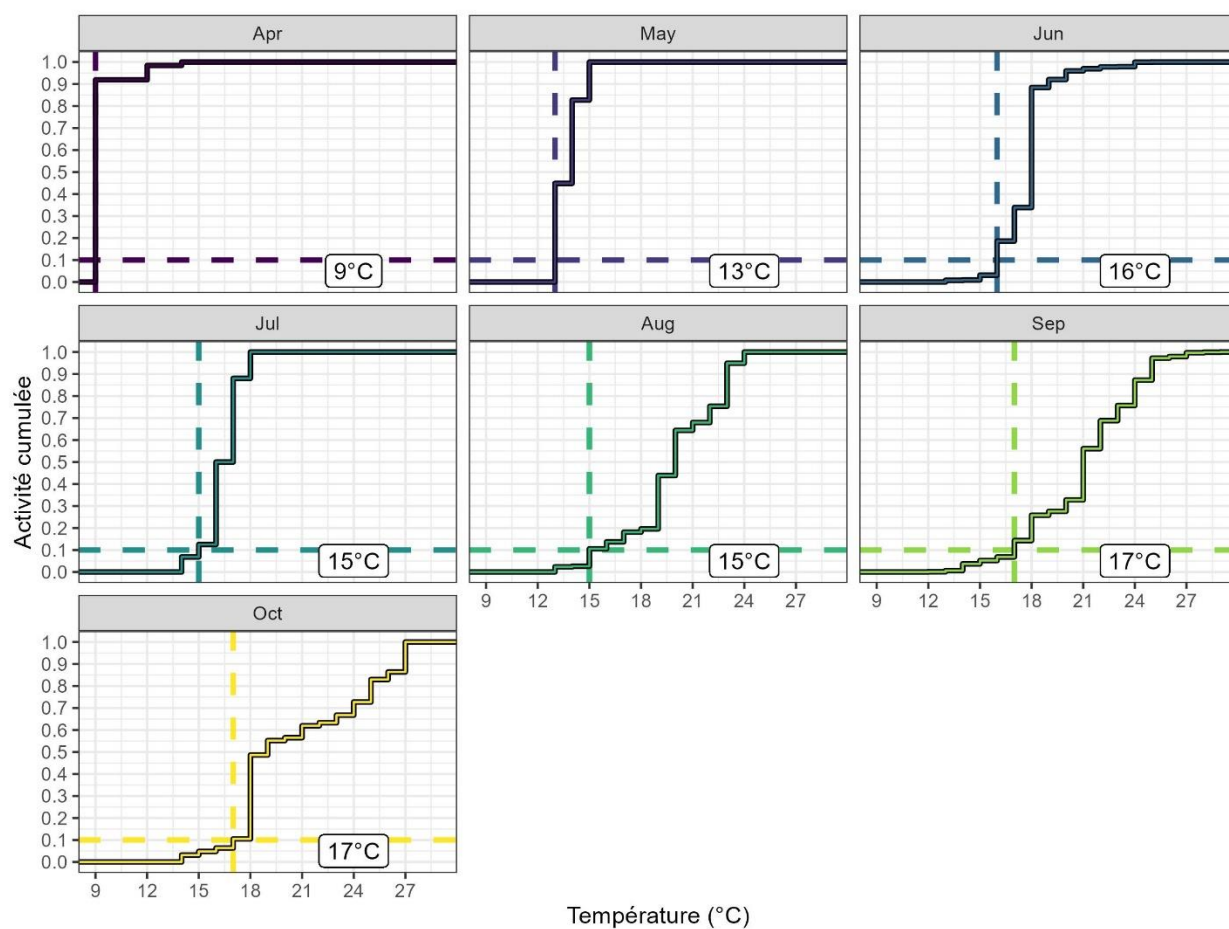
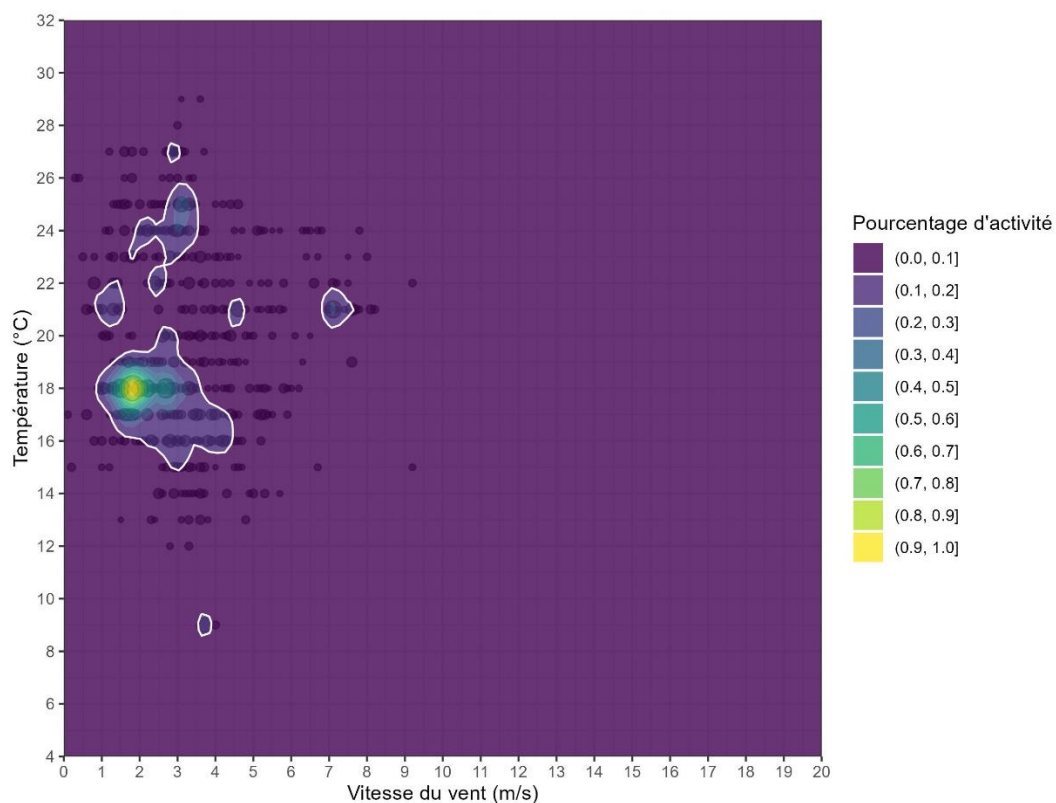


Figure 26 : corrélation entre l'activité par mois et la température en °C.

## 16.7 CORRELATION ENTRE ACTIVITE ET DONNEES METEOROLOGIQUES COMBINEES

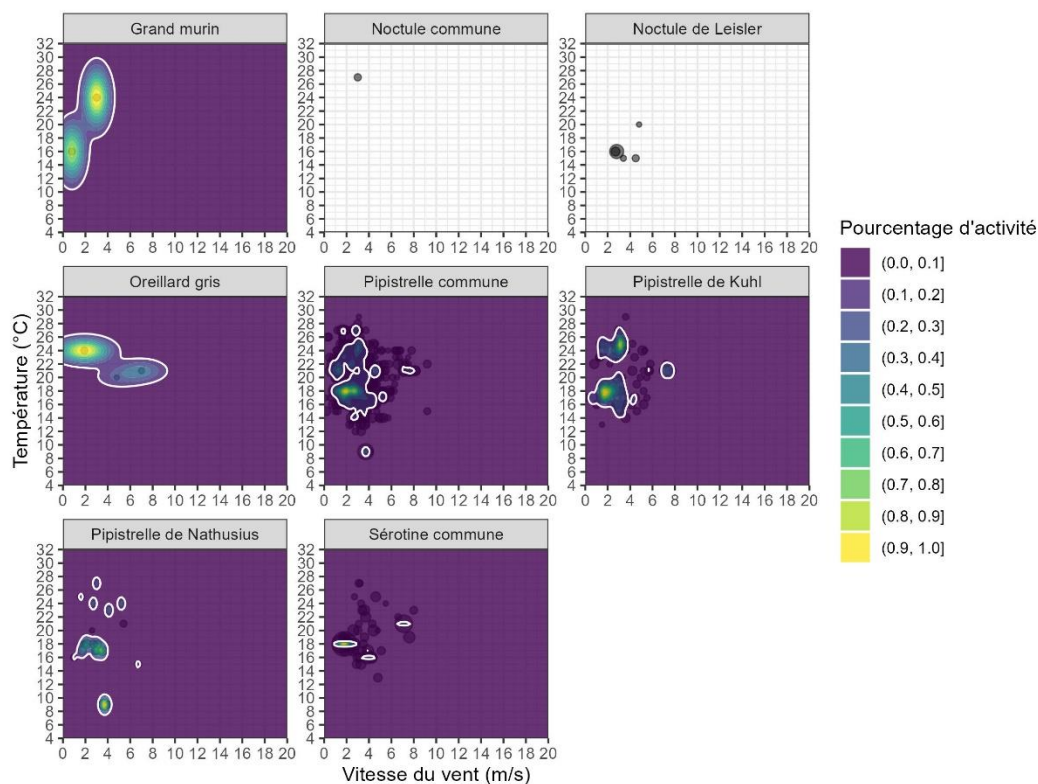
L'activité peut être comparée avec l'ensemble des données météorologiques disponibles (vitesse de vent et température) et représentée de manière synthétique dans la figure suivante.

Ces valeurs sont reprises ci-dessous en les détaillant par espèce. Elles montrent que les différentes espèces sont principalement actives sur des plages de valeurs en température et vitesse de vent relativement similaires (entre 12 et 29 °C et entre 0 et 9 m/s ).

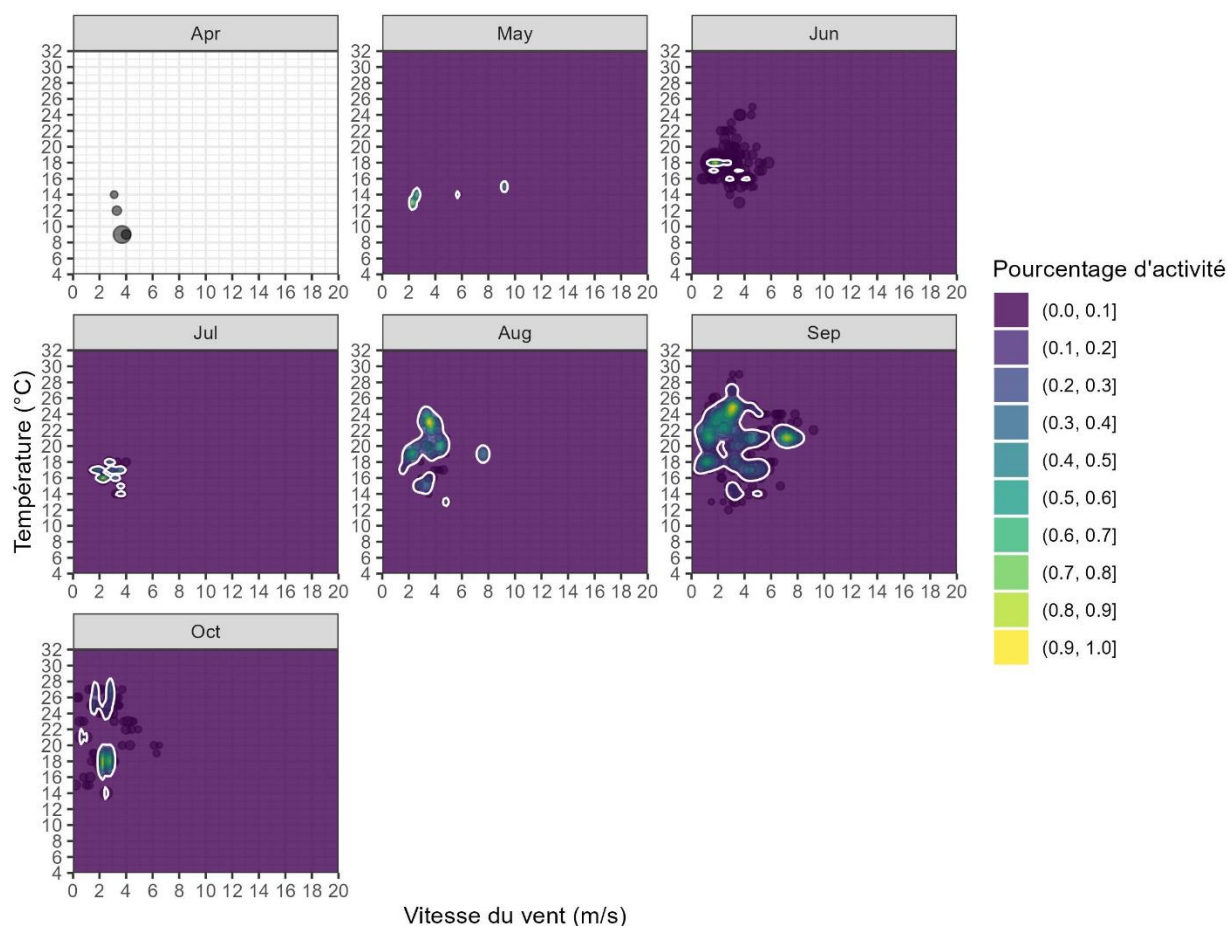


**Figure 27 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température.**

*Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité*



**Figure 28 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température pour chaque espèce.**  
Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité



**Figure 29 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température par mois.**

*Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité*

## CONCLUSION

### 17 CHIROPTERES

Selon la méthode Ouest Am', le niveau de mortalité constaté pour les chiroptères sur le parc de Penquer 2 est considéré comme très faible et non significatif pour le nombre d'individus par rapport à la mortalité régionale.

De ce fait, des mesures de réduction supplémentaires ne sont pas nécessaires pour les chiroptères. La mortalité constatée au regard du bridage actuel peut être considérée comme non significative pour les populations de chauves-souris.

### 18 OISEAUX

Concernant les oiseaux, la mortalité est inférieure à la moyenne régionale. **L'impact est modéré et non significatif pour le nombre d'individus.** Le roitelet huppé est une espèce protégée mais commune et non patrimoniale. Nous concluons que la mortalité peut être considérée comme accidentelle et non significative pour les populations d'oiseaux.

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : carte de localisation du parc de Penquer 2 .....	6
Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes .....	7
Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site) ...	9
Figure 4 : interprétation d'une boîte à moustaches ( <a href="http://www.ilovestatistics.be">www.ilovestatistics.be</a> ) .....	12
Figure 5 : carte des habitats à proximité des aires de prospection .....	19
Figure 6 : carte du contexte environnemental du parc de Penquer 2 .....	22
Figure 7 : évolution de la prospectabilité au cours du suivi concernant les éoliennes E1 et E2 .....	24
Figure 8 : proportion des espèces d'oiseaux découverts .....	29
Figure 9 : mortalité par mois et par espèce .....	30
Figure 10 : mortalité par éoliennes .....	30
Figure 11 : intégration du parc de Penquer 2 dans un histogramme de mortalité des chiroptères par éolienne et par passage.....	34
Figure 12 : intégration du parc de Penquer 2 dans un histogramme de mortalité des oiseaux par éolienne et par passage.....	35
Figure 13 : activité en secondes cumulées par espèce sur l'ensemble du suivi.....	36
Figure 14 : activité en secondes cumulées par espèce et par mois .....	37
Figure 15 : activité par semaine sur l'ensemble du suivi.....	38
Figure 16 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrement.....	39
Figure 17 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle variable). ....	40
Figure 18 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle fixe). ....	41
Figure 19 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).....	44
Figure 20 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) du mois (abscisse) et par espèce. ...	45
Figure 21 : corrélation entre l'activité globale des chiroptères et la vitesse du vent en m/s. ....	46
Figure 22 : corrélation entre l'activité par espèce et la vitesse du vent en m/s. ....	47
Figure 23 : corrélation entre l'activité par mois et la vitesse du vent en m/s.....	48
Figure 24 : corrélation entre l'activité générale et la température en °C. ....	49

Figure 25 : corrélation entre l'activité par espèce et la température en °C.....	50
Figure 26 : corrélation entre l'activité par mois et la température en °C. ....	51
Figure 27 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température. ....	52
Figure 28 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température pour chaque espèce. ....	53
Figure 29 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température par mois. ....	54



## TABLE DES TABLEAUX

---

Tableau 1: parc éolien de Penquer 2.....	5
Tableau 2 : fréquence de prospection par mois.....	8
Tableau 3 : classes de niveau de prospectabilité .....	9
Tableau 4 : formules d'estimation de la mortalité .....	10
Tableau 5 : classes de niveau de mortalité.....	12
Tableau 6 : classes de niveau de mortalité et significativité .....	12
Tableau 7: nombre de sites étudiés pour le référentiel.....	14
Tableau 8 : classes d'activité des chiroptères en nacelle en fonction des quantiles .....	15
Tableau 9 : zonages environnementaux dans un rayon de 5 km autour du parc .....	20
Tableau 10 : indice d'efficacité d'observation.....	23
Tableau 11 : indice de persistance utilisé pour calculer les estimations de mortalité .....	23
Tableau 12 : mortalité des chiroptères .....	25
Tableau 13 : estimation de la mortalité des chiroptères .....	27
Tableau 14 : estimations calculées avec EolApp .....	27
Tableau 15 : mortalité des oiseaux.....	28
Tableau 16 : tableau récapitulatif des distances au mât des oiseaux trouvés.....	29
Tableau 17 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés .....	31
Tableau 18 : estimation de la mortalité des oiseaux.....	32
Tableau 19 : estimations calculées avec EolApp .....	32
Tableau 20 : nombre de cadavre de chauves-souris par éolienne et par visite.....	33
Tableau 21 : nombre de cadavre d'oiseaux par éolienne et par visite .....	33
Tableau 22 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées.....	38
Tableau 23 : niveau d'activité global et par espèce .....	42
Tableau 24 : niveau d'activité par espèce en avril .....	42
Tableau 25 : niveau d'activité par espèce en mai .....	42
Tableau 26 : niveau d'activité par espèce en juin .....	43

Tableau 27 : niveau d'activité par espèce en juillet .....	43
Tableau 28 : niveau d'activité par espèce en août.....	43
Tableau 29 : niveau d'activité par espèce en septembre.....	43
Tableau 30 : niveau d'activité par espèce en octobre.....	43

# ANNEXES

## ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

E1			Déteçtabilité (%)			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	14	06/04/23	11	44	0	54,5	45,5
2	15	14/04/23	11	44	0	54,5	45,5
3	16	20/04/23	11	44	0	54,5	45,5
4	17	28/04/23	11	44	0	55	45
5	18	04/05/23	11	44	0	55	45
6	19	10/05/23	11	44	0	55	45
7	20	15/05/23	15	36	12	63	37
8	21	22/05/23	51	0	12	63	37
9	22	31/05/23	51	0	12	63	37
10	23	07/06/23	51	0	0	51	49
11	24	12/06/23	51	0	12	63	37
12	25	19/06/23	51	0	12	63	37
13	26	26/06/23	51	0	12	63	37
14	27	04/07/23	51	0	12	63	37
15	28	11/07/23	51	0	12	63	37
16	29	17/07/23	15	36	12	63	37
17	30	24/07/23	15	12	43	70	30
18	31	01/08/23	15	12	43	70	30
19	32	07/08/23	15	52	3	70	30
20	33	18/08/23	15	52	3	70	30
21	34	21/08/23	15	52	3	70	30
22	35	28/08/23	15	0	55	70	30
23	36	04/09/23	15	0	55	70	30
24	37	14/09/23	14	39	0	53	47
25	38	19/09/23	15	0	55	70	30
26	39	25/09/23	15	0	55	70	30
27	40	02/10/23	15	0	55	70	30
28	41	09/10/23	58	0	12	70	30
29	42	18/10/23	15	43	12	70	30
30	43	25/10/23	15	43	12	70	30
31	44	30/10/23	15	43	12	70	30
32	45	06/11/23	15	43	12	70	30
33	46	14/11/23	15	43	12	70	30
34	47	21/11/23	15	9	20	44	56
35	48	28/11/23	15	9	20	44	56
36	49	04/12/23	15	9	20	44	56
37	50	12/12/23	15	9	20	44	56
38	51	18/12/23	15	9	20	44	56
39	52	27/12/23	15	9	20	44	56
40	1	04/01/24	15	9	20	44	56
41	2	11/01/24	15	9	20	44	56
42	3	16/01/24	15	9	20	44	56
43	4	24/01/24	15	9	20	44	56
44	5	30/01/24	15	9	20	44	56
45	6	08/02/24	15	9	20	44	56
46	7	14/02/24	15	9	20	44	56
47	8	21/02/24	15	9	20	44	56
48	9	28/02/24	12	82	0	94	6
49	10	05/03/24	12	82	0	94	6
50	11	11/03/24	12	82	0	94	6
51	12	19/03/24	12	82	0	94	6
52	13	26/03/24	12	82	0	94	6

E2			Déteçtabilité (%)			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspective
1	14	06/04/23	10	87	0	97	3
2	15	14/04/23	10	87	0	97	3
3	16	20/04/23	10	87	0	97	3
4	17	28/04/23	10	87	0	97	3
5	18	04/05/23	10	87	0	97	3
6	19	10/05/23	10	87	0	97	3
7	20	15/05/23	8	0	90	98	2
8	21	22/05/23	8	0	90	98	2
9	22	31/05/23	8	45	45	98	2
10	23	07/06/23	8	45	45	98	2
11	24	12/06/23	8	0	77	85	15
12	25	19/06/23	8	30	47	85	15
13	26	26/06/23	8	50	27	85	15
14	27	04/07/23	8	0	77	85	15
15	28	11/07/23	8	0	77	85	15
16	29	17/07/23	8	77	0	85	15
17	30	24/07/23	8	0	77	85	15
18	31	01/08/23	8	0	77	85	15
19	32	07/08/23	8	0	77	85	15
20	33	18/08/23	8	0	77	85	15
21	34	21/08/23	8	0	77	85	15
22	35	28/08/23	8	0	77	85	15
23	36	04/09/23	8	0	77	85	15
24	37	14/09/23	10	2	77	89	11
25	38	19/09/23	8	0	77	85	15
26	39	25/09/23	8	0	77	85	15
27	40	02/10/23	8	0	77	85	15
28	41	09/10/23	8	0	77	85	15
29	42	18/10/23	8	71	6	85	15
30	43	25/10/23	15	71	6	92	8
31	44	30/10/23	10	4	83	97	3
32	45	06/11/23	10	4	83	97	3
33	46	14/11/23	10	4	83	97	3
34	47	21/11/23	10	4	83	97	3
35	48	28/11/23	10	4	83	97	3
36	49	04/12/23	10	4	83	97	3
37	50	12/12/23	10	4	83	97	3
38	51	18/12/23	10	4	83	97	3
39	52	27/12/23	10	4	83	97	3
40	1	04/01/24	10	4	83	97	3
41	2	11/01/24	10	4	83	97	3
42	3	16/01/24	10	4	83	97	3
43	4	24/01/24	10	4	83	97	3
44	5	30/01/24	10	4	83	97	3
45	6	08/02/24	10	4	83	97	3
46	7	14/02/24	10	4	83	97	3
47	8	21/02/24	10	4	83	97	3
48	9	28/02/24	10	4	83	97	3
49	10	05/03/24	10	4	83	97	3
50	11	11/03/24	10	4	83	97	3
51	12	19/03/24	10	4	83	97	3
52	13	26/03/24	10	4	83	97	3

### ANNEXE 3 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX EN EUROPE – TOBIAS DÜRR



#### Mortalité des Oiseaux sous les éoliennes en Europe

Compilation : Tobias Dürr ; Mise à jour : 9. Août 2023

Espèces	A	B	B	C	C	C	C	D	D	E	ES	F	F	G	G	L	N	N	P	P	R	S	Europ
	E	G	H	R	Y	Z		K			T		R	B	R	X	L		T	L	O		e

**A** = Autriche ; **BE** = Belgique ; **BG** = Bulgarie ; **CH** = Suisse ; **CR** = Croatie ; **CZ** = République tchèque ; **D** = Allemagne ; **DK** = Danemark ; **E** = Espagne ; **EST** = Estonie ; **F** = Finlande ; **FR** = France ; **GB** = Grande Bretagne ; **GR** = Grèce ; **NL** = Pays-Bas ; **N** = Norvège ; **P** = Portugal ; **PL** = Pologne ; **RO** = Roumanie ; **S** = Suède

ANNEXE 5 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES OISEAUX

FICHE CADAVRE_INCIDENT n°1		23-0125_230824_REGREG_E1_QM	
<b>PARC EOLIEN CONCERNE</b>			
Nom du parc éolien : <del>Penquer</del> Penquer 2		Code étude : AF-23-0125	
Commune : <del>Penquer</del> Penquer		Département : 44	
Exploitant : VSB		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE	
Eolienne concernée : E1	Date de découverte : 28/08/2023	Heure de découverte : 14h12	
<b>DECOUVREUR</b>	<b>FONCTION</b>	<b>METHODE D'INVENTAIRE</b>	<b>BUREAU D'ETUDES</b>
Quentin Membrut	Technicien faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'
<b>SITUATION DU CADAVRE</b>			
Latitude : 48,546477 Longitude : -3,259374 Distance au mât de l'éolienne : 24 m Orientation par rapport à l'éolienne : Sud-Est Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) : Chemin d'accès plateforme			
<b>ESPECE</b>			
Nom français : <b>Roitelet huppé</b> Nom scientifique : <del>Regulus regulus</del> <i>Regulus regulus</i>			
Âge	<input type="checkbox"/> Adulte <input type="checkbox"/> Immature <input checked="" type="checkbox"/> <del>Juv.</del> <input type="checkbox"/> Indéterminé		
Sexe	<input type="checkbox"/> Mâle <input type="checkbox"/> Femelle <input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé		
<b>Statut national</b>	<input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> NT <input type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> CR <input checked="" type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> DD		
<b>Statut régional</b>	<input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> NT <input type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> NA <input checked="" type="checkbox"/> DD		
Individu	<input checked="" type="checkbox"/> Mort (cadavre entier) <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Fragment(s) <input type="checkbox"/> Blessure apparente		
Commentaire si blessure ou fragment :			
Etat	<input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> <del>décomposition</del> <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Prédaté		
Cause présumée incident :	<input checked="" type="checkbox"/> Collision <input type="checkbox"/> Baro-traumatisme <input type="checkbox"/> Projection		
<b>ADAPTATION DES MESURES pour les espèces VU et de niveau supérieur ou une mortalité importante</b>			