



## Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du parc éolien de Trémeheuc, commune de Trémeheuc (Ille- et-Vilaine 35)

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

**NANTES**  
5 boulevard Ampère  
44470 CARQUEFOU  
**Tél : 02 40 94 92 40**  
[nantes@ouestam.fr](mailto:nantes@ouestam.fr)

**LA ROCHELLE**  
30 bis rue de la Belle Étoile  
17138 PUILBOREAU  
**Tél : 07 84 17 13 33**  
[larochelle@ouestam.fr](mailto:larochelle@ouestam.fr)

### Rapport de l'étude environnementale

**2024**

Code. affaire : 24-0037

Resp. étude : Brice Normand

 **Ouest am'**  
L'intelligence collective au service des territoires

Ce document a été réalisé par :

Analyses et rédaction : Loïc BELLION, Antoine CSUTOROS et Camille-Amélie SAND

Cartographie : Florence BRETECHE

Relecture : Brice NORMAND

## 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 .....	9
4.2.1 Prospectabilité et détectabilité.....	9
4.2.2 Tests d'efficacité et de persistance.....	10
4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES .....	12
4.3.1 Estimateurs Huso et Jones.....	12
4.3.2 Estimateur GenEst.....	13
<b>5 PATRIMONIALITE, SENSIBILITE ET NIVEAU DE RISQUE POUR LES OISEAUX ET LES CHAUVES-SOURIS .....</b>	<b>14</b>
<b>6 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE .....</b>	<b>14</b>
<b>7 SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>16</b>
7.1 TRAVAIL DE TERRAIN .....	16
7.2 TRAITEMENT DES DONNEES.....	16
7.3 REFERENTIEL D'ACTIVITE EN NACELLE – OUEST AM' .....	17
<b>8 LIMITES DE LA METHODE .....</b>	<b>18</b>
8.1 MORTALITE .....	18
8.1.1 Site et protocole.....	18
8.1.2 Estimation de la mortalité.....	19
8.2 SUIVI ACOUSTIQUE .....	19
8.2.1 Site et protocole.....	19
8.2.2 Espèces et méthode acoustique .....	19
<b>9 METHODE DE CALIBRAGE DES MESURES CORRECTIVES .....</b>	<b>19</b>
<b>10 RAPPEL DES CONCLUSIONS DES SUIVIS PRECEDENTS .....</b>	<b>21</b>
<b>11 MODELE DE REGULATION ACTUEL .....</b>	<b>22</b>
<b>RESULTATS.....</b>	<b>23</b>
<b>12 HABITATS DANS UN RAYON DE 300 M (PHOTOINTERPRETATION).....</b>	<b>23</b>
<b>13 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX .....</b>	<b>25</b>
<b>14 RESULTATS DES TESTS .....</b>	<b>28</b>
14.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE .....	28
14.2 PROSPECTABILITE .....	28
<b>15 MORTALITE DES CHIROPTERES.....</b>	<b>29</b>
15.1 MORTALITE BRUTE .....	29
15.2 CAUSES DE LA MORTALITE.....	30

15.3	STATUTS DES ESPECES IMPACTEES .....	30
15.4	MORTALITE ESTIMEE .....	31
<b>16</b>	<b>MORTALITE DE L'AVIFAUNE .....</b>	<b>32</b>
16.1	MORTALITE BRUTE .....	32
16.2	CAUSES DE LA MORTALITE.....	33
16.3	STATUTS DES ESPECES IMPACTEES .....	33
16.4	MORTALITE ESTIMEE .....	33
<b>17</b>	<b>COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE .....</b>	<b>34</b>
17.1	CHIROPTERES .....	34
17.2	AVIFAUNE.....	35
<b>18</b>	<b>SUIVI D'ACTIVITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>36</b>
18.1	ESPECES RECENSEES SUR LE SITE ET ACTIVITE .....	36
18.2	ANALYSE DE L'ACTIVITE SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI .....	38
18.3	COMPARAISON AU REFERENTIEL D'ACTIVITE OUEST AM'.....	42
18.4	REPARTITION DE L'ACTIVITE DANS LE TEMPS.....	44
18.5	CORRELATION ENTRE ACTIVITE ET DONNEES METEOROLOGIQUES COMBINEES.....	46
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>49</b>
<b>19</b>	<b>CHIROPTERES .....</b>	<b>49</b>
19.1	SIGNIFICATIVITE POUR LES CHIROPTERES .....	49
19.2	MESURES PROPOSEES POUR LES CHIROPTERES .....	49
<b>20</b>	<b>OISEAUX .....</b>	<b>50</b>
20.1	SIGNIFICATIVITE POUR LES OISEAUX .....	50
20.2	MESURES PROPOSEES POUR LES OISEAUX .....	50
<b>21</b>	<b>NECESSITE DE REALISER UN SUIVI COMPLEMENTAIRE ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>	
	<b>TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>51</b>
	<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>53</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>54</b>
	<b>ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE .....</b>	<b>54</b>
	<b>ANNEXE 2 : METHODOLOGIE D'ESTIMATION DE LA PERSISTANCE MOYENNE DANS LES TESTS DE PERSISTANCE .....</b>	<b>60</b>
	<b>ANNEXE 3 : TABLEAU DES TESTS D'EFFICACITE D'OBSERVATION .....</b>	<b>62</b>
	<b>ANNEXE 4 : TABLEAU DES TESTS DE PERSISTANCE .....</b>	<b>63</b>
	<b>ANNEXE 5 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHIROPTERES.....</b>	<b>64</b>
	<b>ANNEXE 6 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>65</b>
	<b>ANNEXE 7 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX .....</b>	<b>66</b>
	<b>ANNEXE 8 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES OISEAUX .....</b>	<b>67</b>
	<b>ANNEXE 9 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES CHIROPTERES .....</b>	<b>68</b>
	<b>ANNEXE 10 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES OISEAUX.....</b>	<b>69</b>
	<b>ANNEXE 11 : TABLEAU DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI .....</b>	<b>71</b>
	<b>ANNEXE 12 : TABLEAU DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES PAR MOIS .....</b>	<b>72</b>

# INTRODUCTION

## 1 PREAMBULE

A la demande de la société **VSB**, un suivi environnemental du parc en exploitation de **Trémeheuc** situé sur la commune de Trémeheuc dans le département d'Ille-et-Vilaine (35) a été confié au bureau d'études OUEST AM' sur la période **de mai à octobre 2024**. Le parc est composé de 6 éoliennes Vestas V90 (Tableau 1).

**Tableau 1 : parc éolien de Trémeheuc**

Commune(s)	Parc éolien	Mise en service	Phase du suivi	Éoliennes	Modèle	Hauteur du moyeu	Diamètre du rotor	Garde au sol
Trémeheuc	Trémeheuc	Juin 2008	N+16	E1, E2, E3, E4, E5, E6	Vestas V90	80 m	90 m	35 m

Le suivi environnemental est composé de quatre parties :

- suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux de la semaine 20 à la semaine 43 avec 23 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 estimations de mortalités disponibles entre 2019 et 2023,
- comparaison des niveaux d'activité des chiroptères en nacelle au référentiel 2019-2023 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 **Trémeheuc** est situé au nord de la ville de **Trémeheuc** dans le département d'Ille-et-Vilaine (35) en Bretagne (Figure 1).

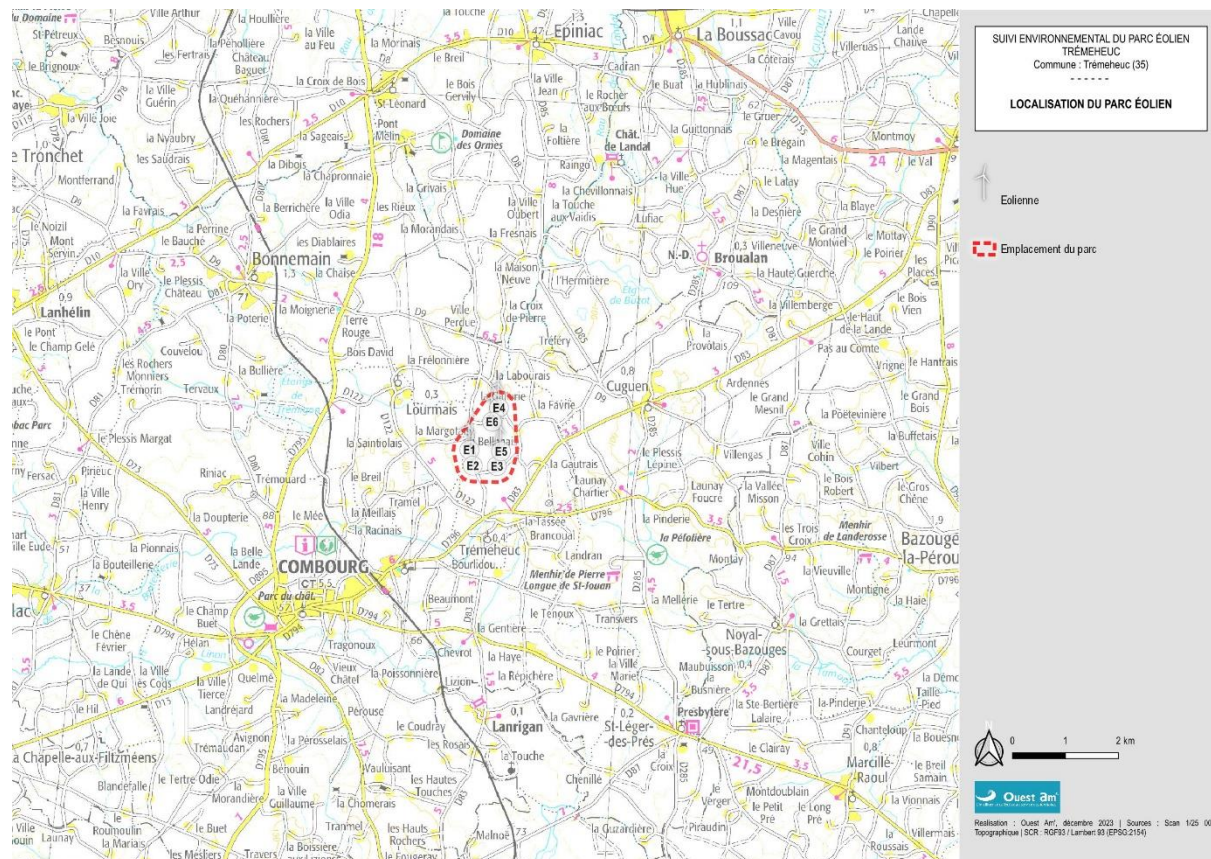


Figure 1 : carte de localisation du parc éolien de Trémeheuc

# 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** 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).

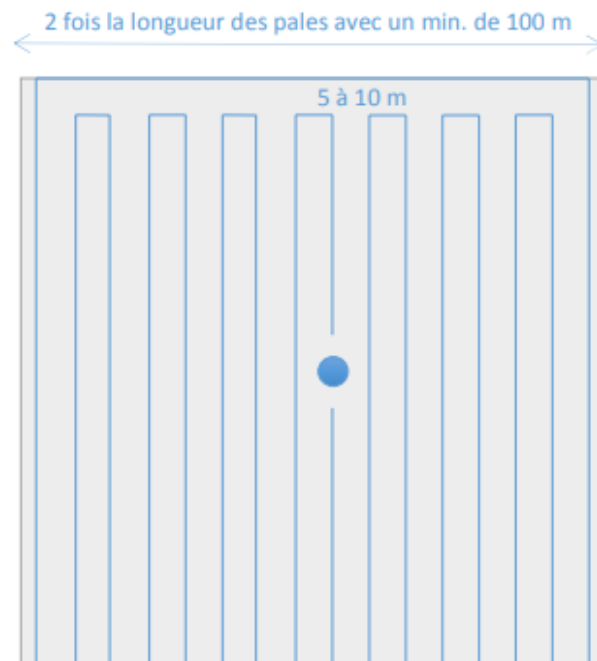


Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes

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.

Le suivi de mortalité a été réalisé **du 14 mai au 25 octobre 2024**. Au total, **24 passages** de prospection pour la mortalité avifaune et chiroptères ont été réalisés durant ce suivi.

La dérogation pour l'enlèvement et le transport d'espèces protégées a été reçue le 07/06/2024.

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

- La date de la découverte,
- l'identification de l'espèce (si possible),
- l'état apparent du cadavre (description précise),
- la cause présumée de la mort,
- 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.

Cas des plumes et plumées :

Une plumée est considérée comme un cadavre si elle est trouvée dans la zone de recherche dans les cas suivants :

- plumes coupées nettement,
- ensemble de plumes (rémiges, rectrices, couvertures etc.) rassemblées ou dans un périmètre rapproché.

Les individus impactés par une éolienne peuvent être ensuite prédatés. Dans ce cas, il est possible de ne trouver que quelques plumes qui présentent les caractéristiques définies ci-dessus associées à des caractéristiques de prédation (plumes souillées, coupées non nettement).

Les plumes isolées ou d'un ensemble du même type (exemple d'un ensemble de duvets de pigeons) ne sont pas nécessairement liées à une collision, il peut s'agir de mues ou de plumes perdues en vol. Dans ce cas, il est possible de considérer que la plume ou la plumée n'est pas issue d'une collision. Ces observations ne sont pas intégrées dans les calculs de mortalité. Les cas de cadavres trouvés sous une éolienne et dont la cause présumée de la mort n'est pas issue d'une collision ou de barotraumatisme sont rares.



## 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 2) :

**Tableau 2 : classes de niveau de prospectabilité**

Niveau de prospectabilité	Surface moyenne prospectée (%)
Très bon	]80 ; 100]
Bon	]60 ; 80]
Moyen	]40 ; 60]
Mauvais	]20 ; 40]
Très mauvais	[0 ; 20]

**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 (plateformes, sols hersés ...),
- niveau D2 : végétation basse et peu dense (pâturages, prairies fauchées, labours...),
- niveau D3 : végétation haute et/ou dense.

A titre d'exemples, des photographies de prospectabilité avec des détectabilités différentes sont illustrées ci-dessous (Figure 3).

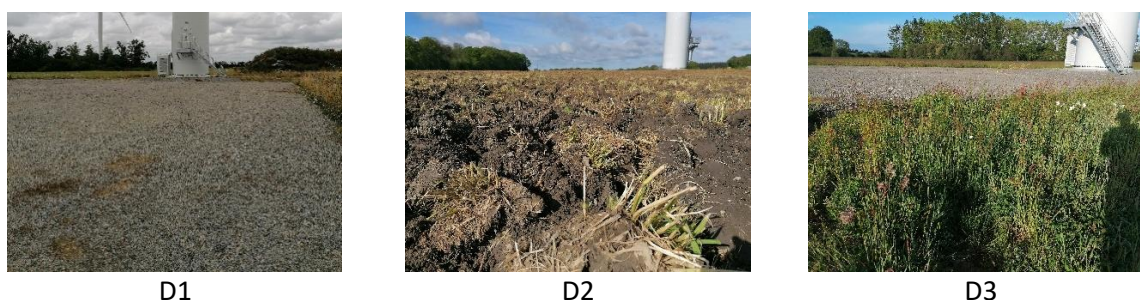


Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site)

#### 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.

Le niveau d'efficacité de recherche est évalué selon le barème suivant (Tableau 3) :

Tableau 3 : classes de niveaux d'efficacité de recherche

Niveau d'efficacité de recherche	Efficacité de recherche (%)
Très bon	]80 ; 100]
Bon	]60 ; 80]
Moyen	]40 ; 60]
Mauvais	]20 ; 40]
Très mauvais	[0 ; 20]

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.

Pour évaluer le niveau de persistance, Ouest Am' a réalisé une étude en 2024 basée sur les données des suivis de mortalité collectées entre 2019 et 2023 par le bureau d'études. En se basant sur les valeurs de persistance médiane des suivis analysés (temps au bout duquel 50% des cadavres ont disparu), différents niveaux de persistance ont été établis en fonction des quartiles, selon le barème suivant (Tableau 4) :

**Tableau 4 : classes de niveaux de persistance**

Niveau de persistance	Limite inférieure	Limite supérieure	Persistance correspondante (jours)
Court	0	Q1	[0 ; 1,76]
Modéré	Q1	Q3	]1,76 ; 4,05]
Long	Q3	$\infty$	> 4,05

*Le premier quartile (Q1) représente la valeur sous laquelle se trouvent les 25 % des données les plus faibles, indiquant la limite inférieure de la distribution ; L'intervalle entre Q1 et Q3 contient 50 % des données centrales de la distribution ; Le troisième quartile (Q3) marque la valeur sous laquelle se trouvent les 75 % des données.*

## 4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES

Trois estimateurs de mortalité, reposant sur des hypothèses de modélisation de la mortalité intégrant les coefficients correcteurs, sont utilisés (**Huso**, **Jones** et **GenEst**). L'utilisation de ces différents estimateurs sert à homogénéiser les interprétations.

### 4.3.1 ESTIMATEURS HUSO ET JONES

Les estimateurs Huso et Jones permettent d'estimer la mortalité grâce aux formules décrites ci-dessous (Tableau 5).

**Tableau 5 : formules d'estimation de la mortalité**

Formule de Huso :	Avec :
$N = \frac{Na - Nb}{d * p * e} * A$	<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>
Formule de Jones :	<p><b>A</b> : le coefficient correcteur surfacique <math>\sum \left( \frac{\text{cadavre/prospectabilité}}{\text{nombre total de cadavres}} \right)</math></p> <p><b>t</b> : la durée moyenne de persistance des cadavres</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> <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 méthodologie d'estimation de la persistance moyenne dans les tests de persistance est décrite en Annexe 2.

#### **4.3.2 ESTIMATEUR GENEST**

L'estimateur international GenEst (Generalized Mortality Estimator, Dalthorp 2018), produit par l'agence gouvernementale de l'environnement des Etats-Unis (USGS), permet d'estimer la mortalité de manière fiable à partir d'une suite de modèles statistiques. Il se base pour cela sur les observations datées de cadavres, un calendrier des prospections propre à chaque turbine, un modèle statistique de survie décrivant la persistance des cadavres dans le temps, un modèle statistique d'efficacité d'observation et d'une estimation de la probabilité qu'un individu touché tombe dans l'aire de recherche (proportion pondérée par la densité).

GenEst est un logiciel libre utilisable via une interface utilisateur disponible en ligne (<https://connect.west-inc.com/GenEst/>). Son utilisation nécessite le téléchargement de cinq fichiers au format csv contenant les informations nécessaires au calcul de l'estimation de la mortalité pour un parc donné :

- Les dates et espèces des cadavres observés (CO),
- Le calendrier de prospection des éoliennes (SS),
- La persistance des cadavres notés sous forme de dernière présence et première absence observée (CP),
- L'efficacité d'observation de chaque leurre/cadavre utilisé lors des tests (SE),
- La proportion pondérée par la densité (DWP).

Les modèles paramétriques de survie, décrivant la persistance, peuvent être ajustés à l'aide de différentes familles de distribution : exponentielle, Weibull, log-logistique ou log-normale. D'autres part, les modèles d'efficacité et de persistance peuvent être ajustés avec des variables prédictives telles que la taille des cadavres ou les saisons, susceptibles d'influencer la persistance ou la détection des cadavres. Lorsqu'elles sont disponibles, toutes les combinaisons de ces variables et des familles de distribution sont intégrées dans des modèles qui seront ensuite comparés entre eux et comparés aux modèles nuls (sans variables explicatives) par le critère d'information d'Akaike (AIC). Le modèle possédant le plus petit AIC sera gardé pour les estimations finales. Si la différence entre l'AIC de 2 modèles est inférieure à 2, le modèle contenant le moins de variables sera sélectionné. Le paramètre  $k$  des modèles d'efficacité est fixé à 1, de manière à simuler une probabilité constante de détecter un cadavre non détecté à la première recherche, lors de recherches successives.

Une fois les modèles de persistance et d'efficacité déterminés, l'estimation de mortalité est réalisée par un autre modèle intégrant les dates d'observation des cadavres, la probabilité que le cadavre tombe dans l'aire de recherche, et le calendrier de prospection des éoliennes. En absence de valeurs estimées de probabilité que les cadavres tombent dans l'aire de recherche et afin de rester cohérent avec les autres méthodes d'estimation, cette valeur est fixée à 1, supposant que tous les cadavres tombent dans l'aire de recherche. Le modèle d'estimation de persistance est réalisé avec 1000 itérations. La valeur médiane résultante est utilisée comme estimation de la mortalité pour ce parc. Cette valeur est rapportée au pourcentage moyen de surface prospectée tout au long du suivi. Les estimations de mortalité sont ensuite divisées entre chiroptères et oiseaux afin de fournir des valeurs pour chacun des 2 groupes.

## 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 BRETAGNE ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE

Afin de pouvoir effectuer une comparaison au niveau régional de la mortalité des chiroptères et des oiseaux, Ouest Am' a réalisé une étude en 2024 sur les estimations de la mortalité calculées avec GenEst à partir des données brutes de mortalité collectées sur les sites suivis durant la période 2019-2023 par Ouest Am' et retranscrites dans les rapports. Bien que les estimations de mortalité soient réalisées sur l'ensemble de la période de suivi de mortalité, la comparaison avec les estimations de mortalité des parcs de la région ne concerne que la période allant de la semaine 20 à 43, période commune à chaque site, afin de pouvoir réaliser des comparaisons sur des pas de temps et périodes similaires.

La méthode consiste à comparer l'estimation de la mortalité par éolienne du site pour les chiroptères et les oiseaux, calculée avec GenEst, avec l'estimation de la mortalité moyenne par éolienne des sites de la région (pour les régions Bretagne et Pays de la Loire). Si les données des sites de la région sont trop rares pour effectuer des comparaisons (Centre-Val de Loire, Nouvelle-Aquitaine et Normandie), les suivis de l'ensemble des régions seront utilisés. Au total, 99 rapports de suivi de mortalité ont été utilisés dans l'analyse (Tableau 6).

**Tableau 6 : nombre de rapports de suivi de mortalité utilisés pour l'étude de la comparaison de la mortalité**

Région	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Pays de la Loire	7	5	14	11	11	48
Bretagne	3	7	2	9	6	27
Centre-Val de Loire	3	0	3	3	0	9
Nouvelle-Aquitaine	1	1	1	2	1	6
Normandie	0	2	3	3	1	9
Grand ouest	14	15	23	28	19	99

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.

D'après les valeurs du nombre de cadavres estimé par éolienne entre les semaines 20 et 43 pour l'ensemble des suivis étudiés, différents seuils de significativité (Tableau 7) et niveaux de mortalité (Tableau 8) sont définis selon les barèmes suivant :

**Tableau 7 : seuils de significativité**

Significativité	Comparaison
Significative	> Moyenne régionale
Non significative	< Moyenne régionale

**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.**

**Tableau 8 : classes de niveaux de mortalité**

Niveau de mortalité	Limite inférieure	Limite supérieure
Fort	Q3	$\infty$
Modéré	Q1	Q3
Faible	>0	Q1
Très faible	Aucun cadavre retrouvé*	

*Le premier quartile (Q1) représente la valeur sous laquelle se trouvent les 25 % des données les plus faibles, indiquant la limite inférieure de la distribution ; L'intervalle entre Q1 et Q3 contient 50 % des données centrales de la distribution ; Le troisième quartile (Q3) marque la valeur sous laquelle se trouvent les 75 % des données.*

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

## 7 SUIVI 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 d'un enregistreur continu en nacelle : le GSM-Batcorder (Tableau 9).

**Tableau 9 : suivi de l'activité des chiroptères à l'aide du GSM-Batcorder**

Installation	15/02/2024
Désinstallation	13/01/2024
Fonctionnement	Du 26/02/2024 au 27/10/2024
Eolienne(s) concernée(s)	E1
Dispositif	1 GSM-Batcorder 1 disque microphone 1 batterie plomb 1 chargeur/connecteur alimentation Des fixations
Réglages	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. Biotope, 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 développé en 2024 un nouveau référentiel d'activité des chiroptères en nacelle à partir des données acoustiques prétraitées d'enregistreurs acoustiques de type GSM-Batcorder. Ce nouveau référentiel a la particularité d'**intégrer les nuits sans activité enregistrée pour décrire plus finement l'activité moyenne de chaque espèce au cours de l'année**. Au total, 136 années d'enregistrement provenant de 81 parcs éoliens ont été compilées, totalisant 21 821 nuits d'enregistrements (Tableau 10).

**Tableau 10 : nombre d'années d'enregistrement utilisées pour le référentiel**

Région	2020	2021	2022	2023	Total
Pays de la Loire	18	19	13	15	65
Bretagne	10	8	18	12	48
Centre Val de Loire	0	2	2	2	6
Nouvelle Aquitaine	1	0	0	1	2
Normandie	2	3	5	4	14
Ile de France	1	0	0	0	1
Grand ouest	32	32	38	34	<b>136</b>

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, en incluant les nuits sans activité. On obtient alors **une moyenne d'activité par nuit**. Ces calculs sont réalisés toutes espèces confondues, ainsi que par guildes en fonction de la hauteur de vol de chaque espèce, et pour chaque espèce indépendamment. 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, Sérotine bicolore, Vespère de Savi.
- **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.

Le référentiel d'activité obtenu est décliné par mois et par région comprend :

- Le nombre total de nuits d'enregistrements,
- Le nombre de nuits durant lesquelles l'activité a été enregistrée,
- Le nombre de contacts moyen par nuit de chaque espèce,
- Le nombre de contacts total de chaque espèce,
- La durée d'activité moyenne par nuit de chaque espèce,
- La durée totale d'activité de chaque espèce.

Les données d'activité acoustique du présent site d'étude seront analysées de manière similaire pour produire des métriques descriptives de l'activité à hauteur de nacelle. Elles seront ensuite comparées à l'activité des sites constituant le référentiel selon deux méthodes, afin d'estimer le risque potentiel de collision. Bien que les statistiques descriptives d'activité soient réalisées sur l'ensemble de la

période de suivi acoustique, la comparaison avec les sites de référence ne concerne que la période allant de la semaine 20 à 43, période commune à chaque site, afin de pouvoir réaliser des comparaisons sur des pas de temps et périodes similaires.

- La première méthode consiste à comparer l'activité acoustique moyenne par nuit sur le site, pour l'ensemble des chiroptères, avec la moyenne d'activité des sites de la région (pour les régions Bretagne et Pays de La Loire). Si les données du référentiel sont trop rares pour effectuer des comparaisons (Normandie, Centre Val de Loire, Nouvelle Aquitaine, Ile de France), les sites de référence de l'ensemble des régions seront utilisés. Ces données d'activité par site seront représentées sous la forme d'un diagramme en barre montrant la position du site étudié par rapport aux autres sites de référence. En dessous de la moyenne, l'activité peut être considérée comme modérée à faible, tandis qu'au-dessus, l'activité peut être considérée comme modérée à forte selon le barème suivant (Tableau 11).

**Tableau 11 : classes de niveaux d'activité**

Niveau d'activité	Limite inférieure	Limite supérieure
Faible	0	Q1
Modéré	Q1	Q3
Fort	Q3	$\infty$

*Le premier quartile (Q1) représente la valeur sous laquelle se trouvent les 25 % des données les plus faibles, indiquant la limite inférieure de la distribution ; L'intervalle entre Q1 et Q3 contient 50 % des données centrales de la distribution ; Le troisième quartile (Q3) marque la valeur sous laquelle se trouvent les 75 % des données.*

- La seconde méthode consiste à créer une fonction de distribution empirique à partir des moyennes d'activité de chaque espèce de chiroptères sur l'ensemble de sites de référence. Ensuite, la valeur moyenne d'activité d'une espèce sur un site spécifique est comparée à cette distribution empirique. La valeur obtenue, appelée quantile, indique la proportion des sites de référence où l'activité de l'espèce est inférieure ou égale à la moyenne d'activité observée sur le site spécifique. Cette méthode permet de situer l'activité moyenne d'une espèce sur un site particulier par rapport à l'activité moyenne de la même espèce sur un ensemble de sites de référence. Le quantile de chaque espèce sera représenté sous forme d'un graphique en radar. A titre d'exemple, une valeur de 75% indique que l'activité de l'espèce sur ce site est supérieure à 75% des sites de référence.

## 8 LIMITES DE LA METHODE

### 8.1 MORTALITE

#### 8.1.1 SITE ET PROTOCOLE

Le nombre de cadavres trouvés dans la zone de recherche définie par le protocole national ne représente qu'une fraction de l'impact réel de ces infrastructures sur la faune, car certains peuvent se trouver en dehors de la zone de prospection, ce qui risque de sous-estimer la mortalité réelle. De plus, bien que la forme carrée de prospection soit plus facile à mettre en œuvre sur le terrain, elle ne permet pas d'échantillonner des zones à distance égale de l'éolienne, contrairement à un cercle, qui est cependant plus difficile à mettre en œuvre.

### 8.1.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE

---

Il est également important de considérer l'impact de la surface prospectée sur les estimations de la mortalité. Si la surface prospectée est faible, cela signifie que les cadavres ne sont recherchés que dans une petite zone, laissant ceux situés dans des zones inaccessibles non détectables. L'extrapolation du nombre de cadavres trouvés dans cette zone peut être biaisée si leur répartition n'est pas homogène. Ainsi, une petite surface prospectée peut ne pas refléter la distribution réelle des cadavres, ce qui pourrait entraîner une sous-estimation de la mortalité si la majorité des cadavres se trouve en dehors de cette zone. En revanche, il est également possible qu'une petite surface prospectée entraîne une surestimation de la mortalité si elle présente une densité élevée de cadavres.

L'estimation de la mortalité peut également être biaisée si la persistance des cadavres est faible, car cela réduit la probabilité de les détecter. Plus la persistance diminue, plus le risque d'une estimation imprécise de la mortalité augmente. Bien que les formules plus récentes de Jones et Huso semblent être moins influencées par ces facteurs, ces formules reposent sur l'hypothèse que la persistance des cadavres suit une distribution exponentielle, ce qui n'est pas toujours vérifié.

## 8.2 SUIVI ACOUSTIQUE

---

### 8.2.1 SITE ET PROTOCOLE

---

Le suivi acoustique est réalisé sur la base d'un enregistreur, 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 et plus espacés dans le temps, diminuant la probabilité de les enregistrer. De plus, il est probable qu'une partie des migrations ou des phases de transit se fassent en silence lorsque les individus utilisent les mêmes trajectoires.

### 8.2.2 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.

## 9 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 développé une méthode qui permet de définir si le parc a un impact significatif et s'il nécessite ou non des mesures correctives.

Méthode Ouest Am' :

1. Si la **mortalité estimée du parc suivi > moyenne estimée en région, la mortalité est considérée comme significative pour le critère « nombre d'individus »**. Des mesures correctives sont nécessaire la plupart du temps (sauf mortalité pour des espèces non protégées pour les oiseaux).

2. Si la **mortalité estimée du parc suivi < à la moyenne estimée en région**, 4 cas sont possibles :

- ✓ Cas 1. **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. **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. **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** pour les chiroptères mais l'activité enregistrée nécessite un bridage spécifique 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 souvent nécessaire de reproduire le suivi de mortalité en année n+1 pour s'assurer que la nouvelle mesure est fonctionnelle.

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>).

## 10 RAPPEL DES CONCLUSIONS DES SUIVIS PRECEDENTS

Un suivi a été réalisé précédemment par le bureau d'études Ouest Am' :

- De la semaine 20 à la semaine 43, avec 24 passages en 2023

Le nombre de cadavres (Tableau 12) ainsi que les conclusions du suivi (Tableau 13) sont rappelés ci-dessous.

**Tableau 12 : nombre de cadavres constaté et estimé pour l'ensemble du parc lors du suivi de mortalité précédent**

Année	Nombre de cadavres constaté		Nombre de cadavres estimé	
	Chiroptères	Oiseaux	Chiroptères	Oiseaux
2023	8 (7 Pipistrelles communes ; 1 Noctule de Leisler)	4 (1 Martinet noir ; 1 Épervier d'Europe ; 1 Pigeon de ville ; 1 Passereau indéterminé)	37 à 50	28 à 37

**Tableau 13 : rappel des conclusions du suivi précédent**

Année	Rappel des conclusions	
	Chiroptères	Oiseaux
2023	Concernant les chiroptères, la mortalité est supérieure à la moyenne régionale par rapport aux autres parcs de la région. L'impact est fort et significatif pour le nombre d'individus impactés. De plus, un cadavre de Noctule de Leisler, espèce classée « quasi menacée » (NT) sur les listes rouges de France et de la Bretagne a été trouvé.	<p>Concernant les oiseaux, la mortalité est inférieure à la moyenne régionale. L'impact est modéré et non significatif pour le nombre d'individus impactés.</p> <p>Toutefois, le Martinet noir est une espèce protégée et est régulièrement impacté en France. Nous proposons donc l'installation de deux nichoirs à Martinet noir à plus de 500 m des éoliennes pour favoriser la nidification de cette espèce qui est tributaire des constructions humaines pour sa nidification. L'installation de ces nichoirs devra être réalisée au niveau d'une colonie existante afin de la renforcer ou d'une colonie partiellement dégradée.</p> <p>Concernant l'Épervier d'Europe, nous proposons la plantation de 100 ml de haies, constituant son habitat de reproduction, de repos et de chasse. La ou les haies devront être plantées à plus de 200 m des éoliennes, en continuité de haies ou boisements existants.</p>

## 11 MODELE DE REGULATION ACTUEL

Suite au suivi réalisé en 2023 une mesure de réduction (bridage) était préconisée sur le parc de Trémeheuc selon les paramètres ci-dessous :

- ✓ Toutes les éoliennes
- ✓ Du 1<sup>er</sup> juin au 31 octobre
- ✓ Du coucher au lever du soleil sauf en octobre
- ✓ En absence de pluviométrie
- ✓ Selon les vitesses de vent et températures suivantes, calculées par mois pour préserver *a minima* 90% de l'activité enregistrée :

Mois	Vitesse de vent	Température	Horaires	Pourcentage d'activité préservée
Juin	≤4,5 m/s	≥15°C	Coucher au lever du soleil	99%
Juillet	≤4,5 m/s	≥15°C	Coucher au lever du soleil	93%
Août	≤4,5 m/s	≥15°C	Coucher au lever du soleil	93%
Septembre	≤4,5 m/s	≥15°C	Coucher au lever du soleil	96%
Octobre	≤ 4,5 m/s	≥12°C	Coucher du soleil jusqu'à 5h du matin	96%

# RESULTATS

---

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

---

La carte ci-après (Figure 4) montre principalement la présence de zones de cultures et de prairies séparées par un bocage dense. On note la présence de plusieurs boisements dans l'environnement immédiat du parc éolien ainsi la présence de deux mares.

Ces habitats sont favorables aux chiroptères qui les utilisent en zone de chasse ou lors de leurs transits en suivant les haies.

Les oiseaux peuvent quant à eux utiliser les zones de cultures pour des haltes migratoires, comme zone de nourrissage voire de reproduction pour certaines espèces de plaine.



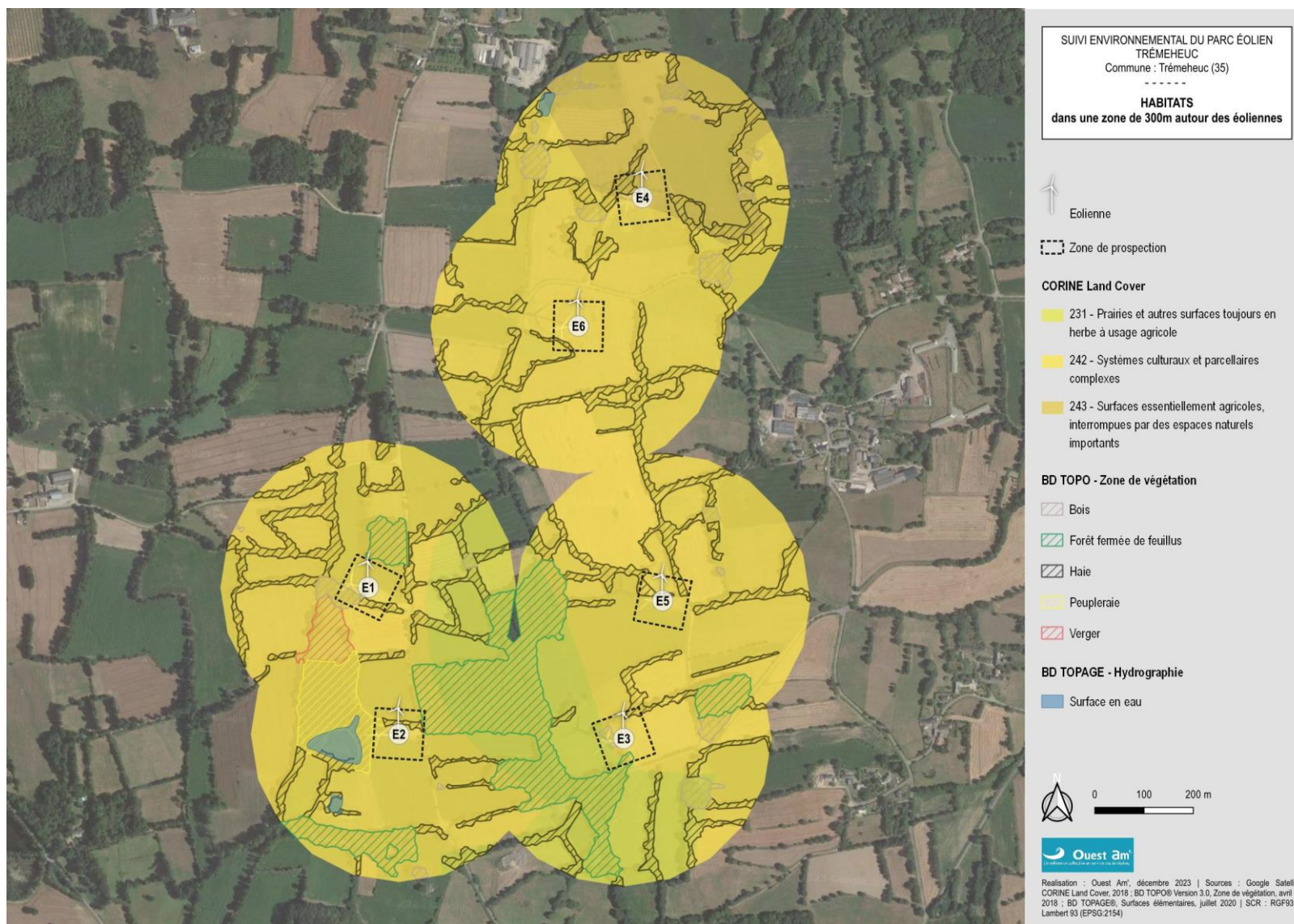


Figure 4 : carte des habitats à proximité des aires de prospection



## 13 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX

Les zonages environnementaux sont décrits ci-dessous (Tableau 14 et Figure 5).

**Tableau 14 : zonages environnementaux dans un rayon de 5 km autour du parc**

ZNIEFF 1			
ID_MNHN	ID_ORG	NOM	DESCRIPTION INPN
530006076	00000348	ETANG DES ORMES	<p>Etang dans un environnement de cultures et prairies.</p> <p>Intérêt botanique : Cet étang est situé sur un affluent du ruisseau de Pont Melin. Il présente des berges en pente douce et un niveau d'eau variable permettant l'expression dans sa partie sud d'une végétation amphibie diversifiée. Le reste de l'étang présente des formations aquatiques intéressantes.</p> <p>On note la présence de stations à <i>Elatine hexandra</i>, <i>Naja marina</i> et <i>Epipactis helleborine</i>, espèces inscrites sur la liste des espèces végétales menacées dans le massif armoricain.</p> <p>On observe une artificialisation de l'étang dans sa partie nord au niveau du golf et la plantation de peupliers dans sa partie sud.</p>
530005965	00000346	ETANG DE LA RESSORTOIRE	<p>Cet étang est situé sur un petit vallon en amont de l'étang de Trémignon, Il présente des berges assez abruptes ne permettant pas l'expression de ceintures de végétation diversifiées.</p> <p>L'intérêt réside dans la présence de plusieurs espèces d'intérêt patrimonial notamment <i>Pilularia globulifera</i>, espèce protégée au niveau national, <i>Hottonia palustris</i> et <i>Epipactis helleborine</i>, espèces inscrites sur la liste des espèces végétales menacées dans le massif armoricain.</p> <p>On observe un entretien drastique de la végétation des berges et des abords de l'étang jouant un rôle négatif pour la conservation de la diversité floristique de l'étang.</p> <p>Cette ZNIEFF est en relation avec la ZNIEFF n°302 intitulés Etang de Trégnanton.</p>
530002040	00000302	ETANG DE TREMIGON	<p>Etang à forte dynamique naturelle conduisant à terme au stade marais.</p> <p>* Intérêt botanique : grande diversité floristique. Présence de 10 espèces déterminantes pour la Bretagne dont <i>Colenathus subtilis</i>, un des 37 taxons pour lesquels la région Bretagne a une forte responsabilité en matière de conservation.</p> <p>* Intérêt faunistique : Vanneau huppé et Courlis cendré sont deux espèces dont la nidification était donnée comme possible en 1982. Cette nidification n'a jamais été confirmée par la suite. Les rives boisées sont potentiellement très favorables aux chauvesouris.</p>
530005967	00000352	ETANG DE CHAORN	<p>Cet étang est situé en bordure du bois de Charon et du bois de Buzot, dans un secteur de source d'un petit affluent du ruisseau de Landal.</p> <p>Il présente des bordures tourbeuses, notamment des buttes de sphagnes en cours de fermeture par les ligneux où sont observés quelques pieds de <i>Drosera intermedia</i>, espèce protégée au niveau national. On recense aussi quelques herbiers aquatiques avec la présence d'une petite station de <i>Luronium natans</i>, espèce protégée au niveau national.</p> <p>Quelques orthoptères ont été contactés dont <i>Conocephalus dorsalis</i> au niveau de la prairie située au sud de l'étang.</p> <p>L'ensemble des habitats en bordure de l'étang sont en cours de fermeture.</p>

530006051	00000339	ETANG ET BOIS DU PLESSIX	<p>Le site est composé d'un étang en deux parties et d'un boisement dans un vallon. La forte diversité floristique est liée à la diversité et à la bonne conservation des milieux présents. On souligne notamment la présence d'<i>Equisetum telmateia</i> et <i>Ranunculus aquatilis</i>, espèces déterminantes en Bretagne.</p> <p>L'étang est un site de repos et de migration pour les anatidés (Fuligule morillon, Canard chipeau, sarcelles).</p> <p>Le boisement au sud du site peut être divisé en deux parties : la zone la plus au nord est une chênaie mixte relativement pauvre au niveau floristique et la zone la plus au sud est constituée d'une belle hêtraie-chênaie à houx et à Jacinthe des bois, sur les flancs de la vallée créée par le ruisseau.</p>
530002041	00000303	ETANG DE COMBURG – LAC TRANQUILLE	<p>Etang à forte dynamique naturelle conduisant à terme au stade marais. Intérêt botanique : diversité en espèces végétales.</p> <p>Présence de plantes rares et/ou protégées, <i>Damasomium alisma</i>, <i>Osmunda regalis</i>.</p> <p>Intérêt ornithologique : nidification du Grèbe huppé. Hivernage de canards plongeurs et de surface dont le Fuligule milouin (environ 150 individus).</p>
<b>APB – Arrêtés de protection de biotope</b>			
ID_MNHIN	Code international	NOM	DESCRIPTION INPN
FR380061	181632	MOULIN DE LA HIGOURDAIS	Il est créé une zone de protection de biotope à Chiroptères sur le territoire de la commune de Epiniac (Ille-et-Vilaine) dans le moulin de Higourdaïs.

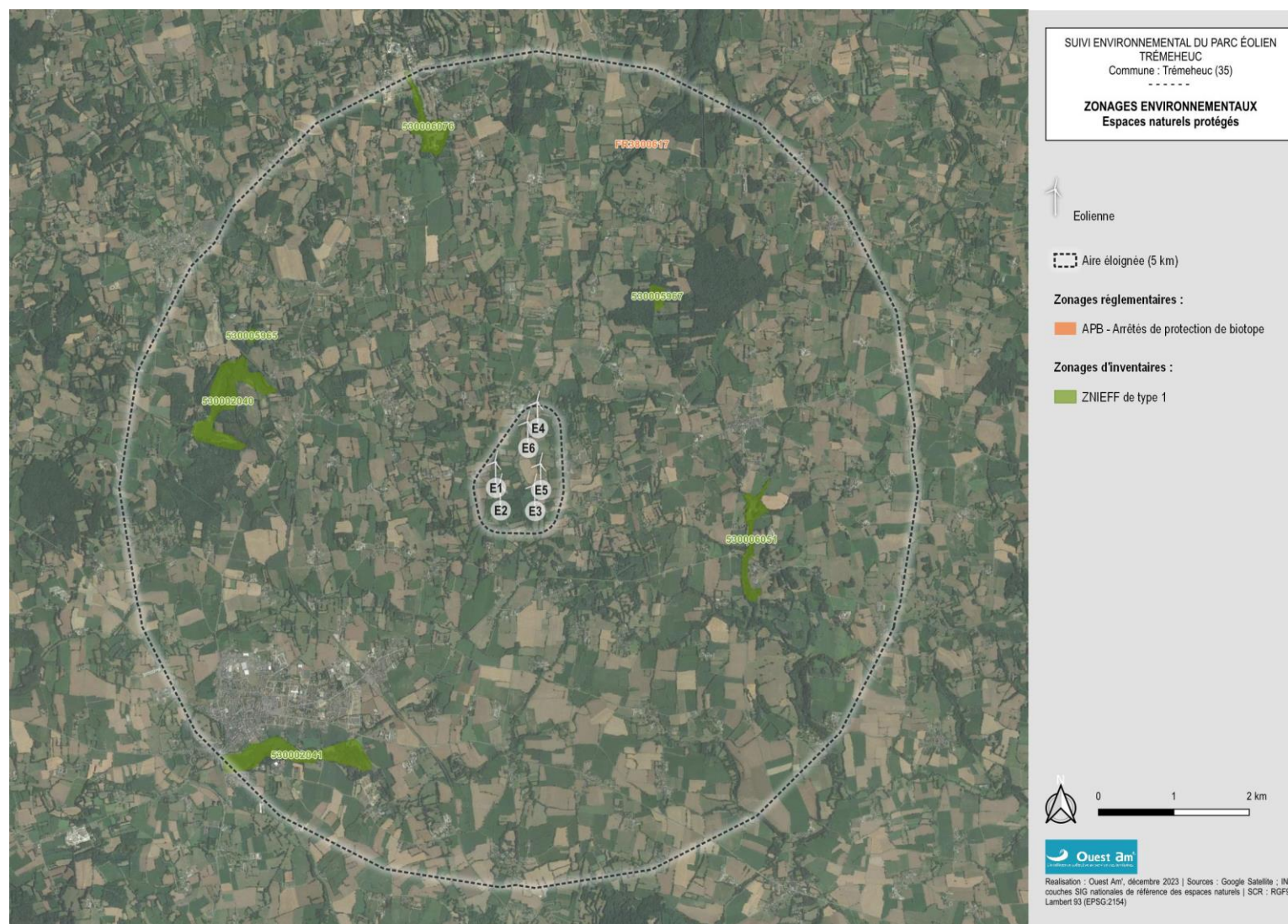


Figure 5 : carte du contexte environnemental du parc éolien

## 14 RESULTATS DES TESTS

### 14.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE

A partir des résultats des tests (Annexes 3 et 4), l'efficacité d'observation et la persistance ont été directement calculées ainsi que modélisées statistiquement avec GenEst. Les résultats sont présentés ci-dessous (Tableau 15).

**Tableau 15 : efficacité d'observation et persistance moyenne des cadavres**

	Huso et Jones	GenEst
<b>Efficacité d'observation (%)</b>	Chiroptères/Oiseaux : 76 / 49	59
<b>Persistance des cadavres (jours)</b>	3,38*	2,14**

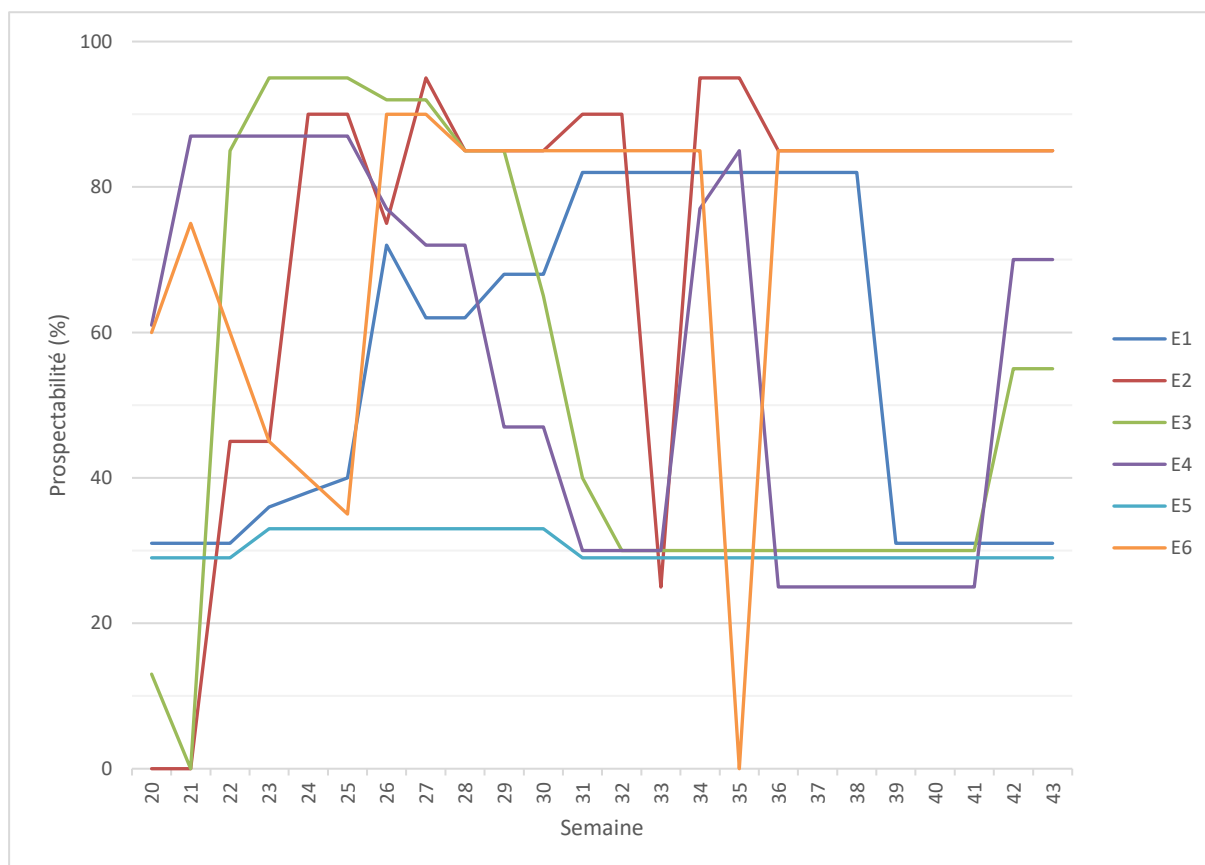
\*(t) : persistance moyenne

\*\*persistance médiane : temps au bout duquel 50% des cadavres ont disparu

### 14.2 PROSPECTABILITE

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 a varié au cours des recherches.

Le graphique suivant montre, pour chaque éolienne, la surface réellement prospectée lors de chaque passage (Figure 6).



**Figure 6 : évolution de la prospectabilité au cours du suivi**

Sur l'ensemble de ce suivi, la prospectabilité est moyenne avec 57% des surfaces prospectées (Tableau 16).

Tableau 16 : surface prospectée en fonction de l'éolienne

Eolienne	Surface prospectée (%)	Niveau de prospectabilité
E1	56	Moyen
E2	77	Bon
E3	74	Bon
E4	52	Moyen
E5	30	Mauvais
E6	74	Bon
Parc	57	Moyen

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.

## 15 MORTALITE DES CHIROPTERES

### 15.1 MORTALITE BRUTE

Au total, un cadavre de chiroptère a été découvert durant ce suivi de 24 passages sous les éoliennes du parc de Trémeheuc (Annexe 5). Le cadavre a été découvert pendant la période de migration des chiroptères (Tableau 17 et Annexe 9).

La mortalité par mois et par espèce (Figure 7) ainsi que la mortalité par éolienne est illustrée ci-dessous (Figure 8).

Tableau 17 : informations concernant le cadavre trouvé

Date	Espèce	Sexe	Âge	État de l'individu	État du cadavre	Blessure apparente	Prédation	Cause présumée	Éolienne	Distance et orientation
12/08/24	Pipistrelle commune	Mâle	Adulte	Entier	Frais	Fractures	Non	Collision	E1	20m, O

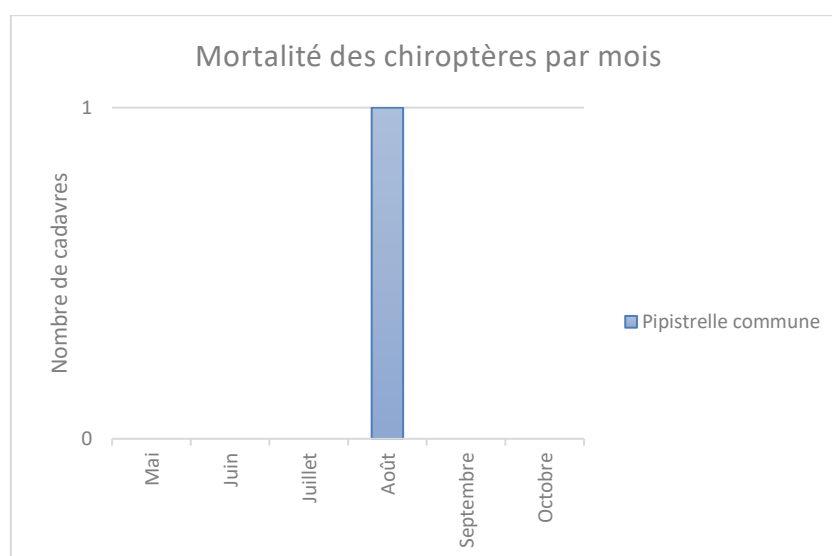


Figure 7 : mortalité des espèces de chiroptères découvertes par mois

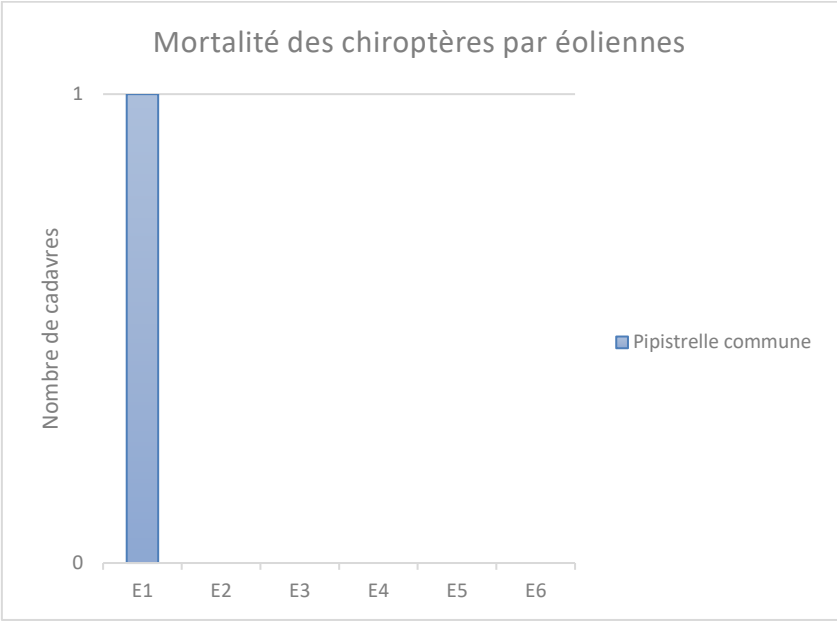


Figure 8 : mortalité des espèces de chiroptères découvertes par éolienne

### 15.2 CAUSES DE LA MORTALITE

Il est difficile, et même parfois impossible, d’être catégorique au sujet des raisons qui ont provoqué la mort des chauves-souris observées 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, alors qu’il n’empêche pas forcément la diagnose ostéodentaire ou même le sexage de l’individu collecté.

Dans notre cas, tous les individus sont morts par collision.

### 15.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

Les statuts de protection et de menace des espèces impactées sont rappelés ci-dessous (Tableau 18).

Tableau 18 : statuts de protection et de conservation des chiroptères impactés

Nom vernaculaire	Nom latin	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Bretagne (2015)	Responsabilité biologique Bretagne (2015)	Directive Habitat Faune Flore Annexe 2	Protection nationale	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité	Mortalité en Europe (Tobias Dürr) au 05/11/2024
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	NT	LC	Mineure		Art. 2	3	4	3,5	3642

LC : Préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé



## 15.4 MORTALITE ESTIMEE

L'estimation de la mortalité a été calculée à l'aide de 3 méthodes : Huso, Jones et GenEst, conformément aux exigences du protocole national d'avril 2018 (Tableau 19).

**Tableau 19 : estimation de la mortalité des chiroptères**

N° Éolienne	Mortalité observée	Estimation de la mortalité		
		N Jones	N Huso	N GenEst
E1	1	7,1	6,1	7,2 (IC 95% : 1,9 - 20,2)
E2	0	0	0	0
E3	0	0	0	0
E4	0	0	0	0
E5	0	0	0	0
E6	0	0	0	0
<b>Parc</b>	<b>1</b>	<b>7,1</b>	<b>6,1</b>	<b>7,1 (IC 95% : 1,8 - 20,6) *</b>

\*Médiane estimée pour l'ensemble des données de chiroptères, ajustée à la surface moyenne totale prospectée de toutes les éoliennes

**Le nombre de cas de mortalité estimé pour l'ensemble du parc se situe entre 6,1 et 7,1.**

Les différents paramètres utilisés dans le calcul de ces estimations sont détaillés en Annexe 6.

## 16 MORTALITE DE L'AVIFAUNE

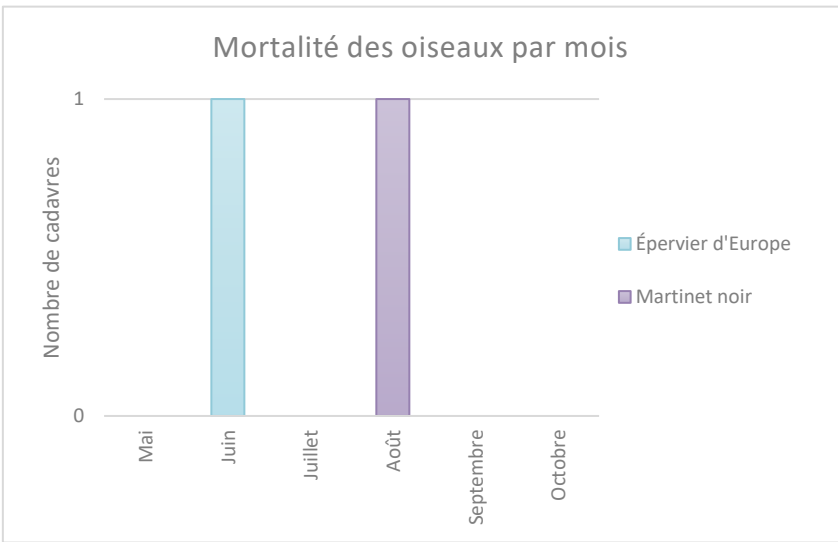
### 16.1 MORTALITE BRUTE

**Au total, deux cadavres d'oiseaux** ont été découverts sous les éoliennes du parc de Trémeheuc au cours des 24 passages réalisés lors de ce suivi (Annexe 7). Ils ont été trouvés en juin et en août (Tableau 20 et Annexe 10).

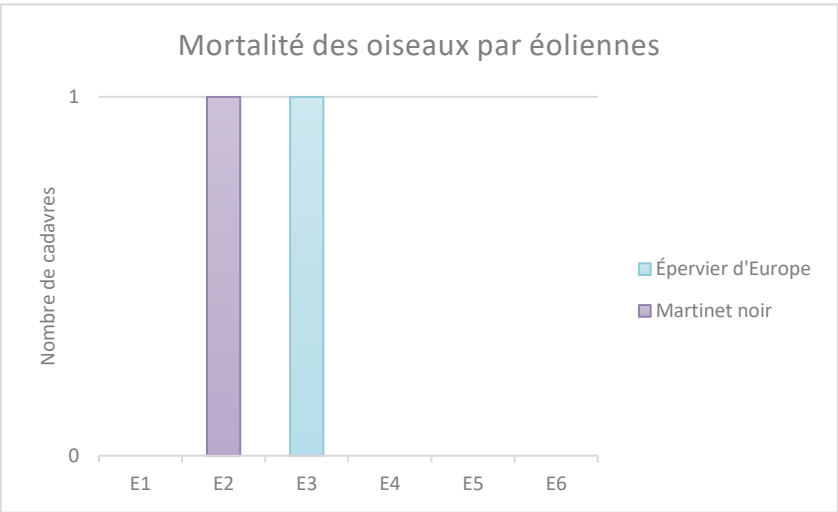
La mortalité par mois et par espèce (Figure 9) ainsi que la mortalité par éolienne (Figure 10) est illustrée ci-dessous.

**Tableau 20 : informations concernant les cadavres trouvés**

Date	Espèce	Sexe	Âge	État de l'individu	État du cadavre	Blessure visible	Prédation	Cause présumée	Éolienne	Distance et orientation
10/06/24	Epervier d'Europe	Femelle	2 <sup>ème</sup> année	Entier	Frais	Non	Non	Collision	E3	26m, SO
05/08/24	Martinet noir	Indéterminé	Juvenile	Fragment (morceau d'aile)	Sec	-	Non	Collision	E2	49m S



**Figure 9 : mortalité des espèces d'oiseaux découvertes par mois**



**Figure 10 : mortalité des espèces d'oiseaux découvertes par éolienne**



## 16.2 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, tous les individus sont morts par collision avec les pâles.

## 16.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

Les statuts de protection et de menace des espèces impactées sont rappelés ci-dessous (Tableau 21).

**Tableau 21 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés**

Nom vernaculaire	Nom scientifique	LR FR nicheurs (2016)	LR Bretagne nicheurs (2021)	Resp. biologique régionale (nicheurs)	Indice de conservation (nicheurs)	Indice de sensibilité (nicheurs)	Niveau de risque (nicheurs)	LR FR de passage (2011)	LR Bretagne de passage (2015)	Resp. biologique régionale (de passage)	Indice de conservation (de passage)	Indice de sensibilité (de passage)	Niveau de risque (de passage)	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Mortalité en Europe (Tobias Dürr) au 29/10/2024
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	LC	LC	Élevée	2	3	2,5	NA	NA	Pas évaluée	1	3	2		art. 3	121
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	NT	LC	Mineure	3	3	3	-	DD	Modérée	3	3	3		art. 3	788

LC : Préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé

## 16.4 MORTALITE ESTIMEE

L'estimation de la mortalité a été calculée à l'aide de 3 méthodes : Huso, Jones et GenEst, conformément aux exigences du protocole national d'avril 2018 (Tableau 22).

**Tableau 22 : estimation de la mortalité des oiseaux**

N° Éolienne	Mortalité observée	Estimation de la mortalité		
		N Jones	N Huso	N GenEst
E1	0	0	0	0
E2	1	8,1	7,1	4,4 (IC 95% : 1,8 – 20,2)
E3	1	13,1	11,1	5,7 (IC 95% : 1,9 – 17,4)
E4	0	0	0	0
E5	0	0	0	0
E6	0	0	0	0
<b>Parc</b>	<b>2</b>	<b>21,1</b>	<b>18,1</b>	<b>10,7 (IC 95% : 3,5 – 26,1)*</b>

\*Médiane estimée pour l'ensemble des données d'oiseaux, ajustée à la surface moyenne totale prospectée de toutes les éoliennes

**Le nombre de cas de mortalité estimé pour l'ensemble du parc se situe entre 10,7 et 21,1.**

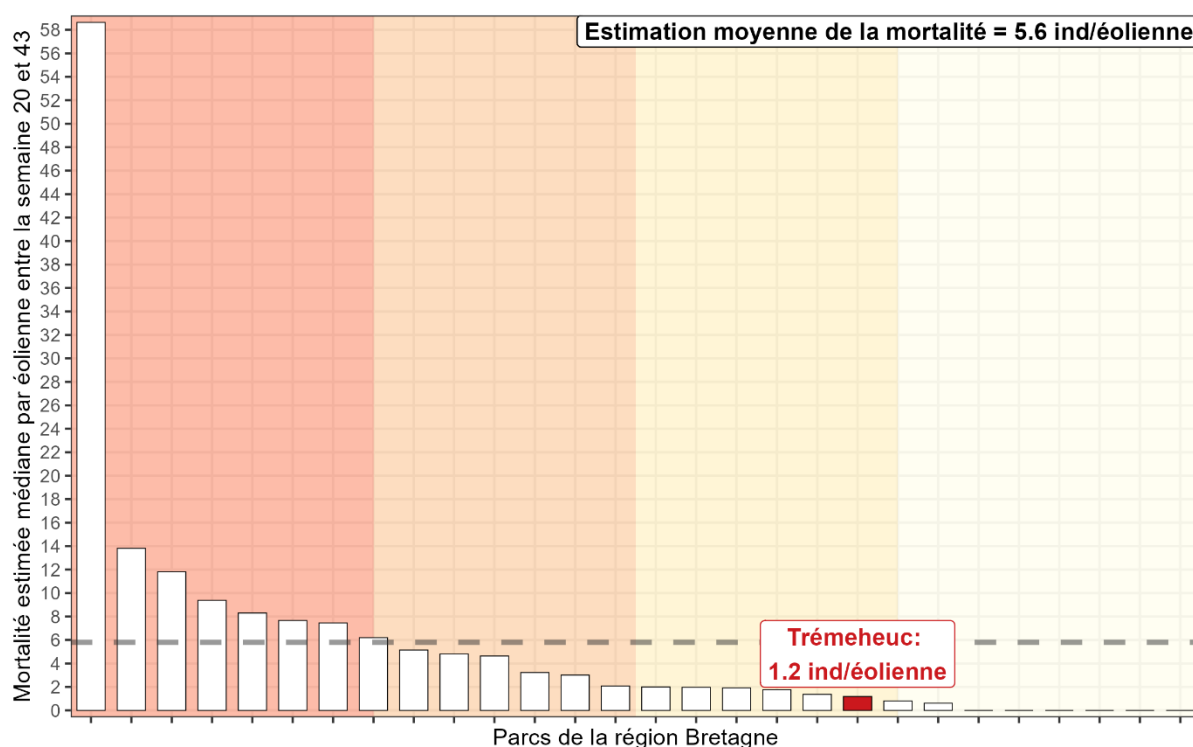
Les différents paramètres utilisés dans le calcul de ces estimations sont détaillés en Annexe 8.

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

### 17.1 CHIROPTERES

Selon la méthode Ouest Am', avec une moyenne de 1,2 individus/éolienne, la mortalité constatée pour les chauves-souris sur le parc de Trémeheuc est **modérée et non significative pour le nombre d'individus estimé, puisqu'elle se situe au-dessous de la moyenne et entre le premier et le troisième quartile des estimations de mortalité des parcs de la région** (Figure 11).

Aucune espèce ayant de classement de patrimonialité « Vulnérable » ou de niveau supérieur n'a été recensée.



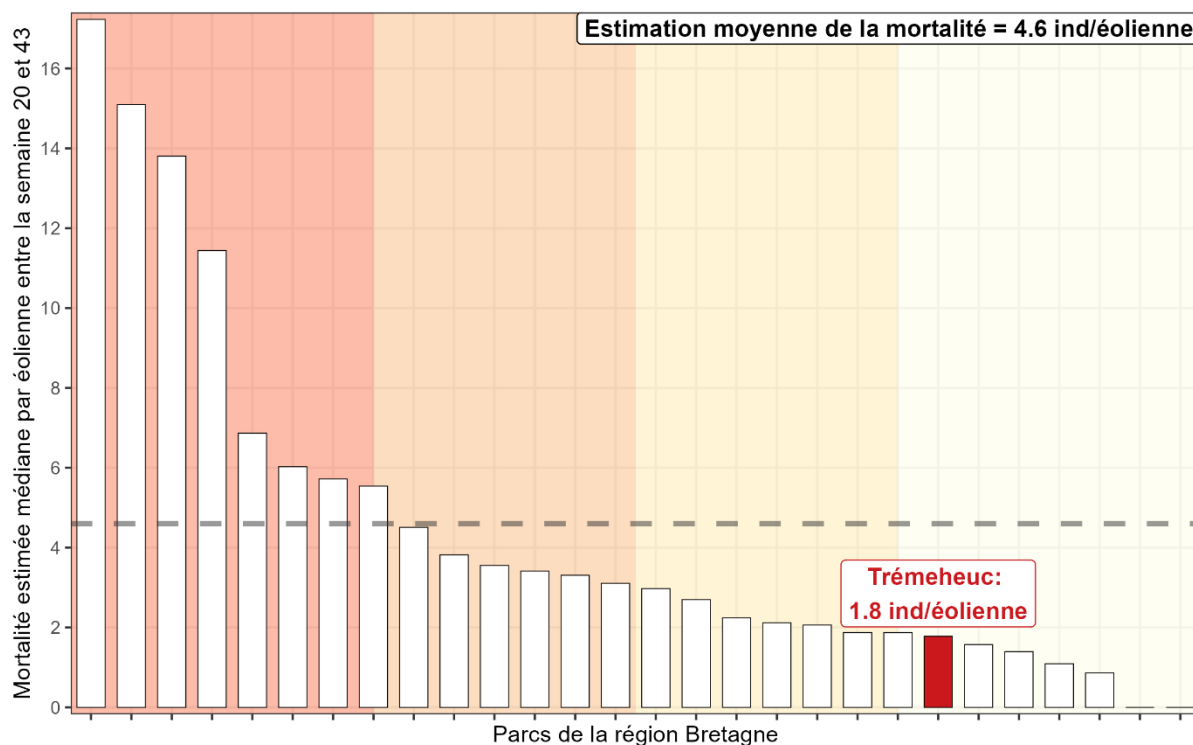
**Figure 11 : diagramme en barres représentant la mortalité estimée médiane des chiroptères par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)**

La barre horizontale pointillée représente la mortalité moyenne estimée des sites. Les couleurs en fond de graphique divisent les parcs en quartile en fonction de la mortalité estimée

## 17.2 AVIFAUNE

Selon la méthode Ouest Am', avec une moyenne de 1,8 individus/éolienne, la mortalité constatée pour les oiseaux sur le parc de Trémeheuc est **faible et non significative pour le nombre d'individus estimé, puisqu'elle se situe en-dessous de la moyenne et du premier quartile des estimations de mortalité des parcs de la région** (Figure 12).

Aucune espèce ayant de classement de patrimonialité « Vulnérable » ou de niveau supérieur n'a été recensée.



**Figure 12 : diagramme en barres représentant la mortalité estimée médiane des oiseaux par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de référence de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)**

La barre horizontale pointillée représente la mortalité moyenne estimée des sites. Les couleurs en fond de graphique divisent les parcs en quartile en fonction de la mortalité estimée

## 18 SUIVI D'ACTIVITE DES CHIROPTERES

### 18.1 ESPECES RECENSEES SUR LE SITE ET ACTIVITE

Le suivi acoustique a mis en évidence la présence d'au moins **6 espèces de chiroptères** (Figure 13). Parmi ces espèces, la **Pipistrelle commune** représente l'essentiel de l'activité (3 427 secondes). La **Noctule de Leisler** arrive au second rang (354 secondes) suivie par la **Pipistrelle de Kuhl** (244 secondes).

La **Noctule commune** et la **Pipistrelle de Nathusius** ont une activité plus faible (76 et 64 secondes cumulées, respectivement). L'**Oreillard roux** a une activité très faible avec seulement 2 secondes d'activité.

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

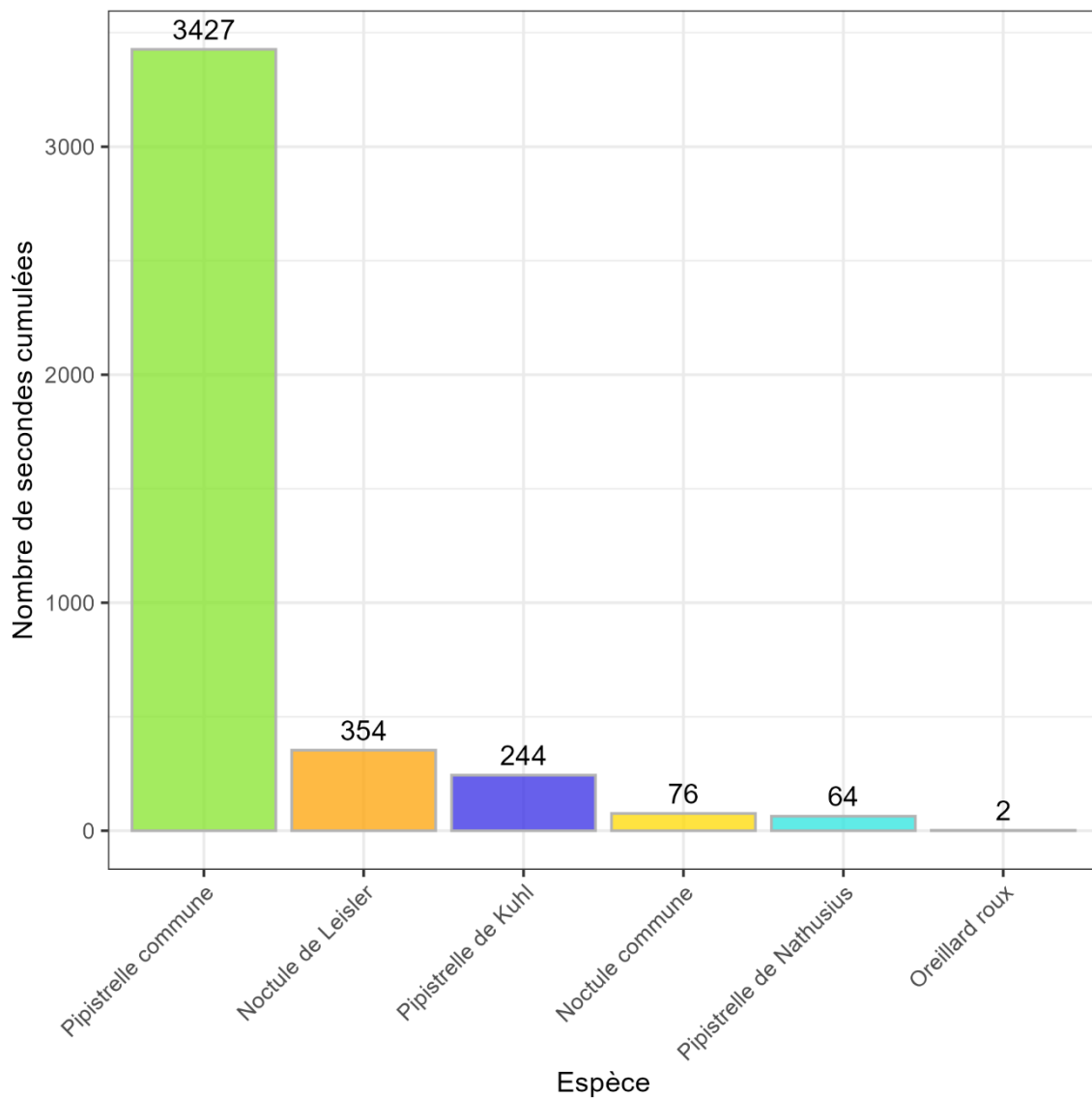
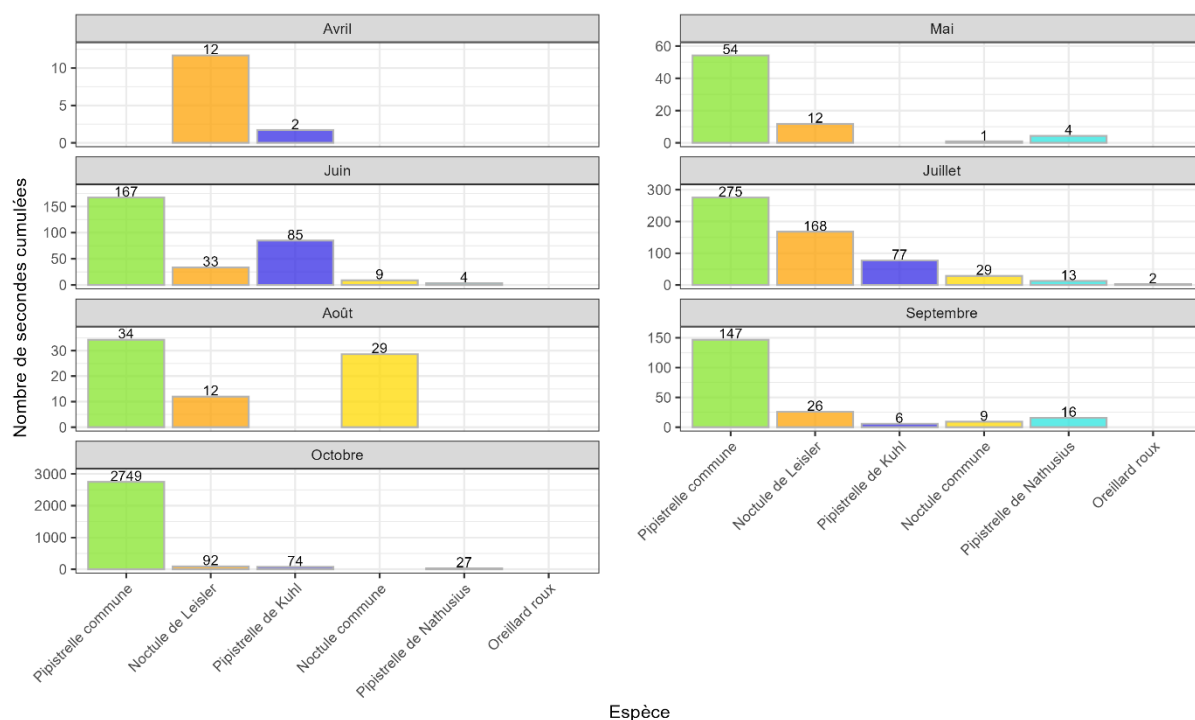


Figure 13 : activité en secondes cumulées par espèce sur l'ensemble du suivi

L'activité par mois montre qu'octobre représente l'essentiel de l'activité (Figure 14).



**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

Les données d'activité sur l'ensemble du suivi ainsi que par mois sont détaillées en annexes (Annexes 11 et 12).

Les espèces recensées ont toutes à minima un statut NT sur liste rouge nationale et/ou régionale à part la **Pipistrelle de Kuhl** et l'**Oreillard roux**. Seule la **Noctule commune** a un statut VU au niveau national (Tableau 23).

**Tableau 23 : 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
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	VU	NT	Modérée		Art. 2	4	4	4
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	NT	NT	Modérée		Art. 2	3	4	3,5
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</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

LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : vulnérable

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

L'activité est hétérogène sur toute la période d'enregistrement (Figure 15). L'activité est nulle jusqu'à la semaine 14 puis reste faible jusqu'à la semaine 23. L'activité enregistrée est plus forte entre les semaines 28 et 31 (période de dispersion des jeunes de l'année). L'activité est nulle entre les semaines 33 et 34. Enfin, deux pics d'activité sont observés en fin d'année, aux semaines 40 et 42, en particulier pour la **Pipistrelle commune**.

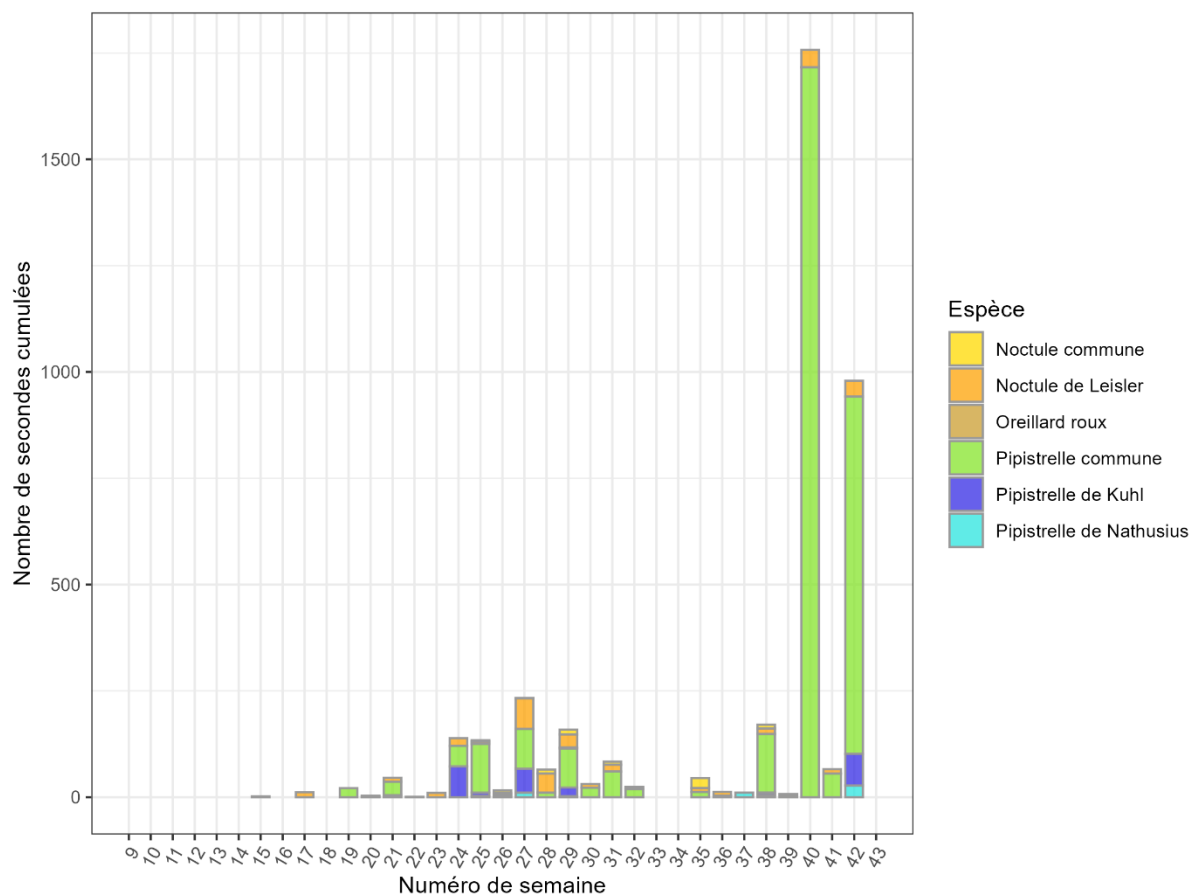


Figure 15 : activité par semaine sur l'ensemble du suivi

Sur l'ensemble de la période d'enregistrement, les chauves-souris ont été actives à partir de 19h30 jusqu'à 6h30 avec une activité concentrée en début de nuit (20h30 à 00h30) (Figure 16).

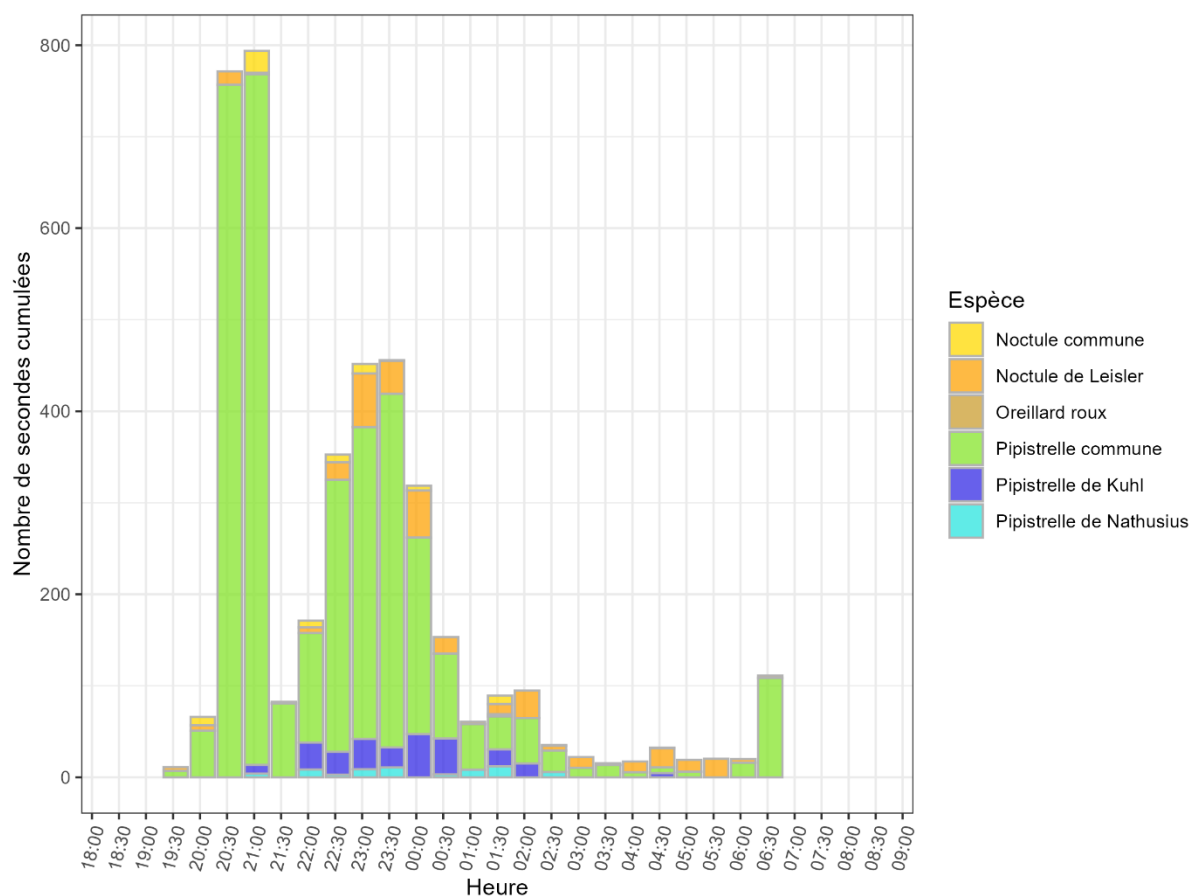


Figure 16 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrement

L'activité horaire détaillée met en évidence que celle-ci est plus marquée en début de nuit sur l'ensemble du suivi (Figure 17).

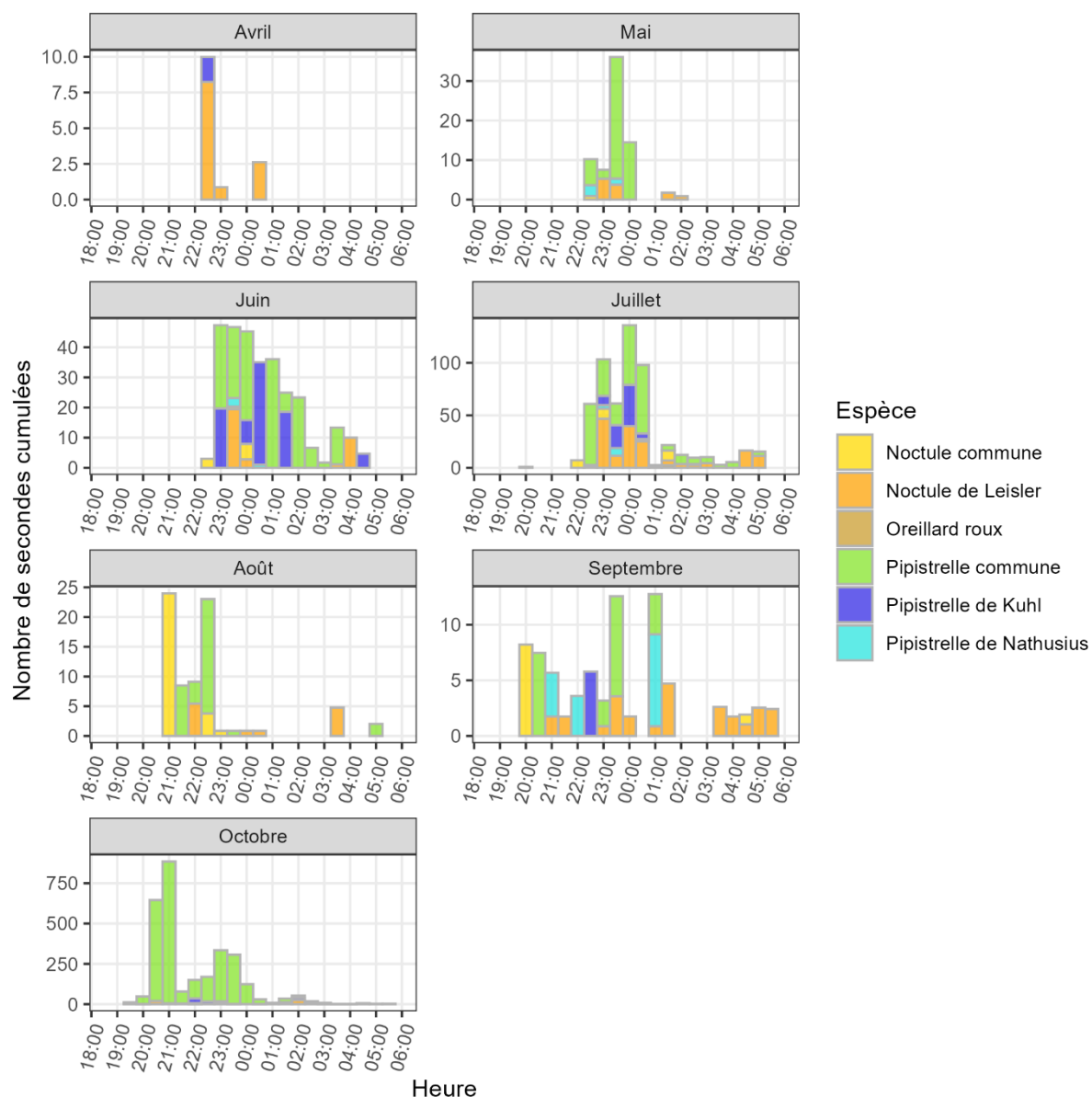


Figure 17 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle variable)



L'activité exprimée avec une échelle fixe montre qu'octobre représente l'essentiel de l'activité horaire annuelle exprimée en lien avec l'activité de la **Pipistrelle commune** (Figure 18).

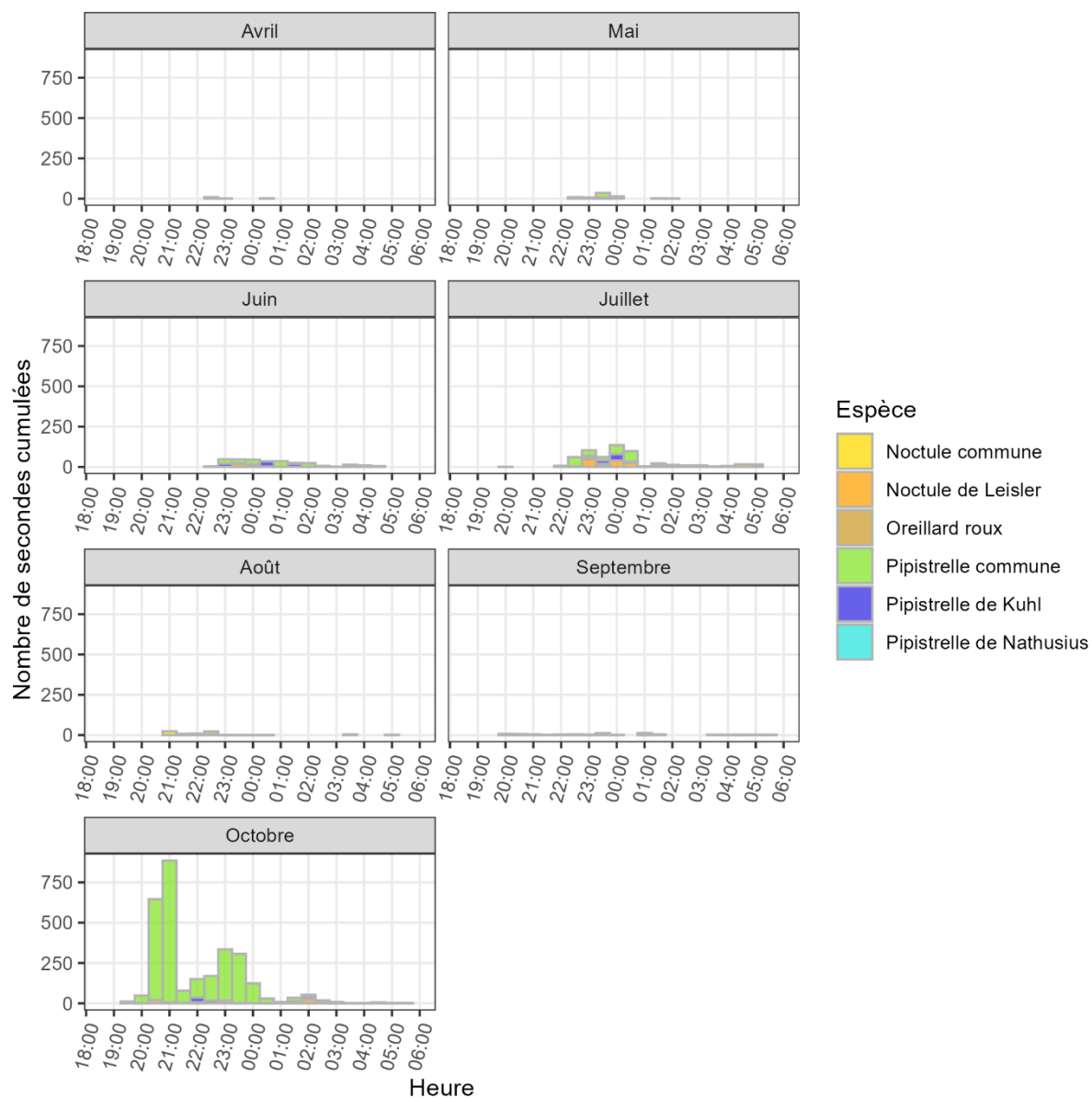
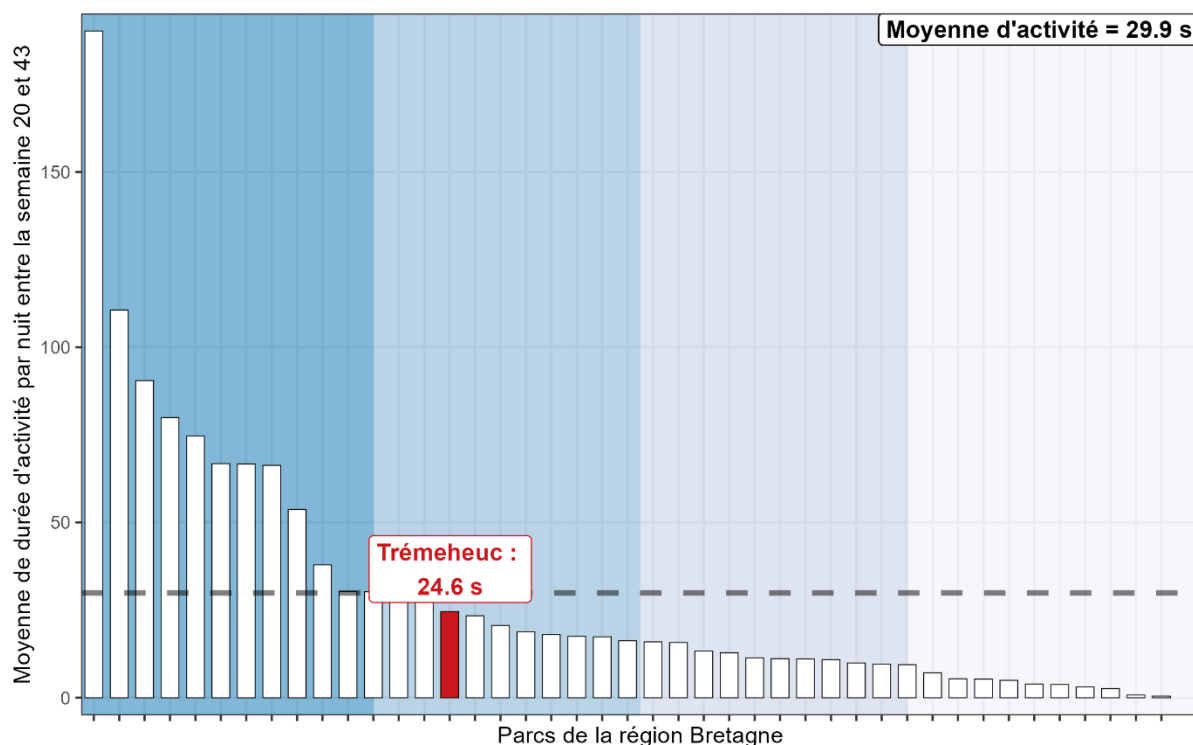


Figure 18 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle fixe)

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

En comparant l'activité moyenne du site à celles des sites de référence suivis par Ouest Am' entre 2020 et 2023, les niveaux d'activité peuvent être évalués pour l'ensemble des chiroptères et par espèce.

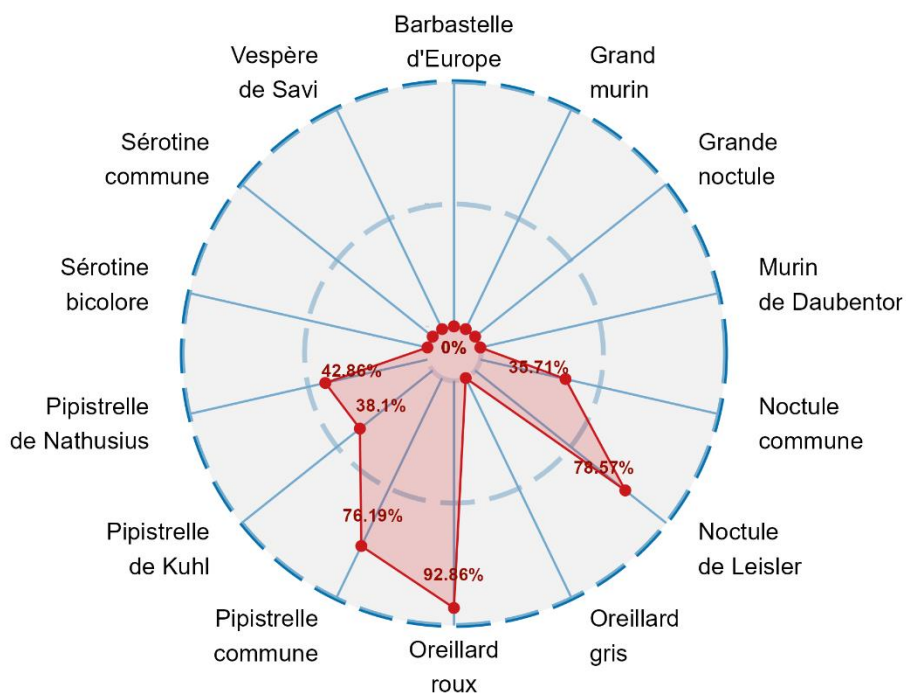
Avec une moyenne de 24,6 s, l'activité globale des chiroptères peut être considérée comme modérée, puisqu'elle se situe en dessous de la moyenne d'activité et entre le premier quartile et le troisième quartile des sites de référence (Figure 19). Ceci s'explique en particulier par l'activité de la Pipistrelle commune à l'automne.



**Figure 19 : diagramme en barres représentant l'activité acoustique moyenne des chiroptères, enregistrée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de référence de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)**

*La barre horizontale pointillée représente la moyenne d'activité des sites. Les couleurs en fond de graphique divisent les parcs en quartile en fonction de l'activité moyenne enregistrée*

Les espèces avec les activités les plus notables au regard de l'ensemble des sites du référentiel sont celles de l'**Oreillard roux**, la **Noctule de Leisler** et la **Pipistrelle commune** ; leur activité est respectivement supérieure à 92, 78 et 78% des sites de référence (Figure 20).



**Figure 20 : graphique en radar représentant le quantile d'activité de chaque espèce par rapport aux sites de référence**

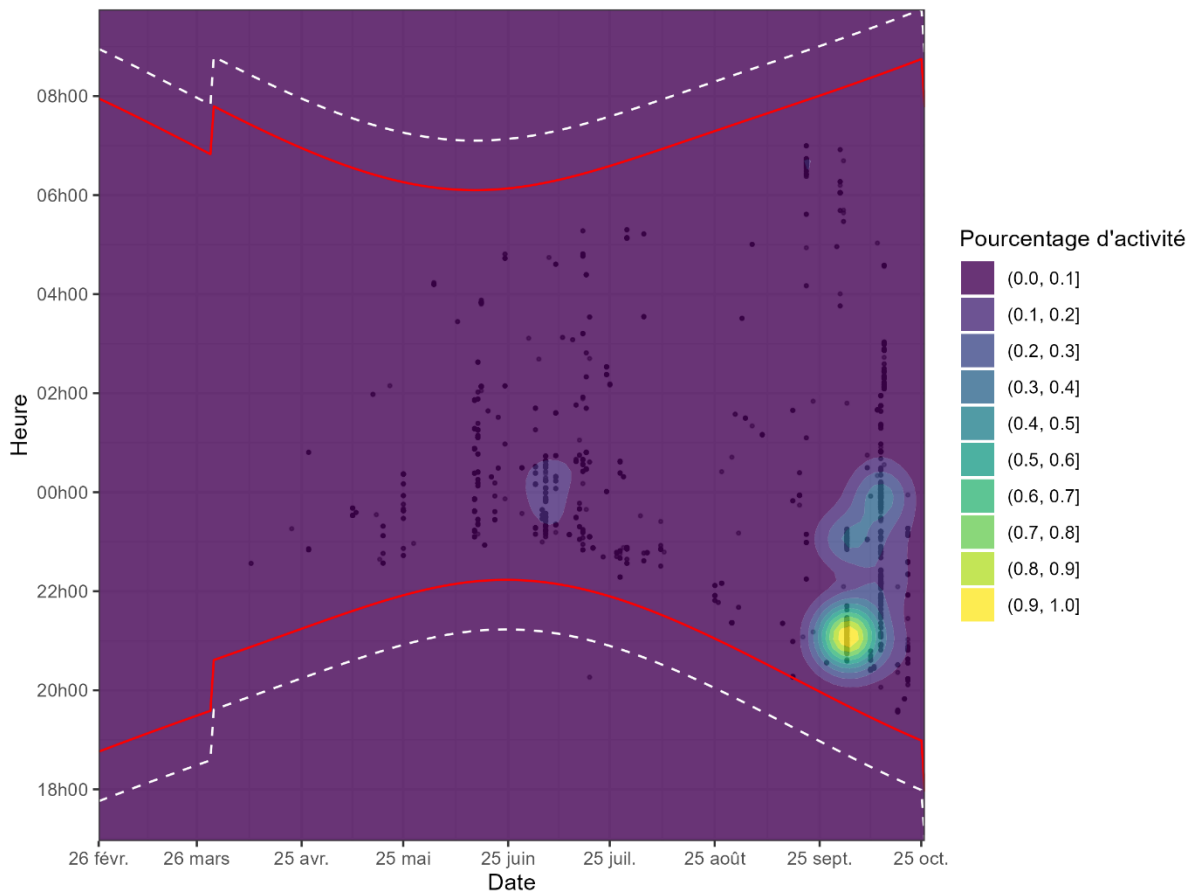
*Le pourcentage indiqué en rouge indique la proportion des sites de référence où l'activité de l'espèce est inférieure ou égale à la moyenne d'activité observée sur le site spécifique. A titre d'exemple, une valeur de 75% indique que l'activité de l'espèce sur ce site est supérieure à 75% des sites de référence*

## 18.4 REPARTITION DE L'ACTIVITE DANS LE TEMPS

Il apparaît que la majorité de l'activité est enregistrée en septembre (Figure 21) et correspond pour l'essentiel à l'activité de la **Pipistrelle commune**, et dans une moindre mesure de la **Noctule de Leisler**, de la **Pipistrelle de Kuhl** et de la **Pipistrelle de Nathusius**. L'activité de la **Pipistrelle de Kuhl**, de la **Pipistrelle de Nathusius** et de la **Noctule de Leisler** apparaît principalement concentrée en juin, tandis que l'activité de la **Noctule commune** apparaît concentrée en juin, juillet et août (Figure 22).

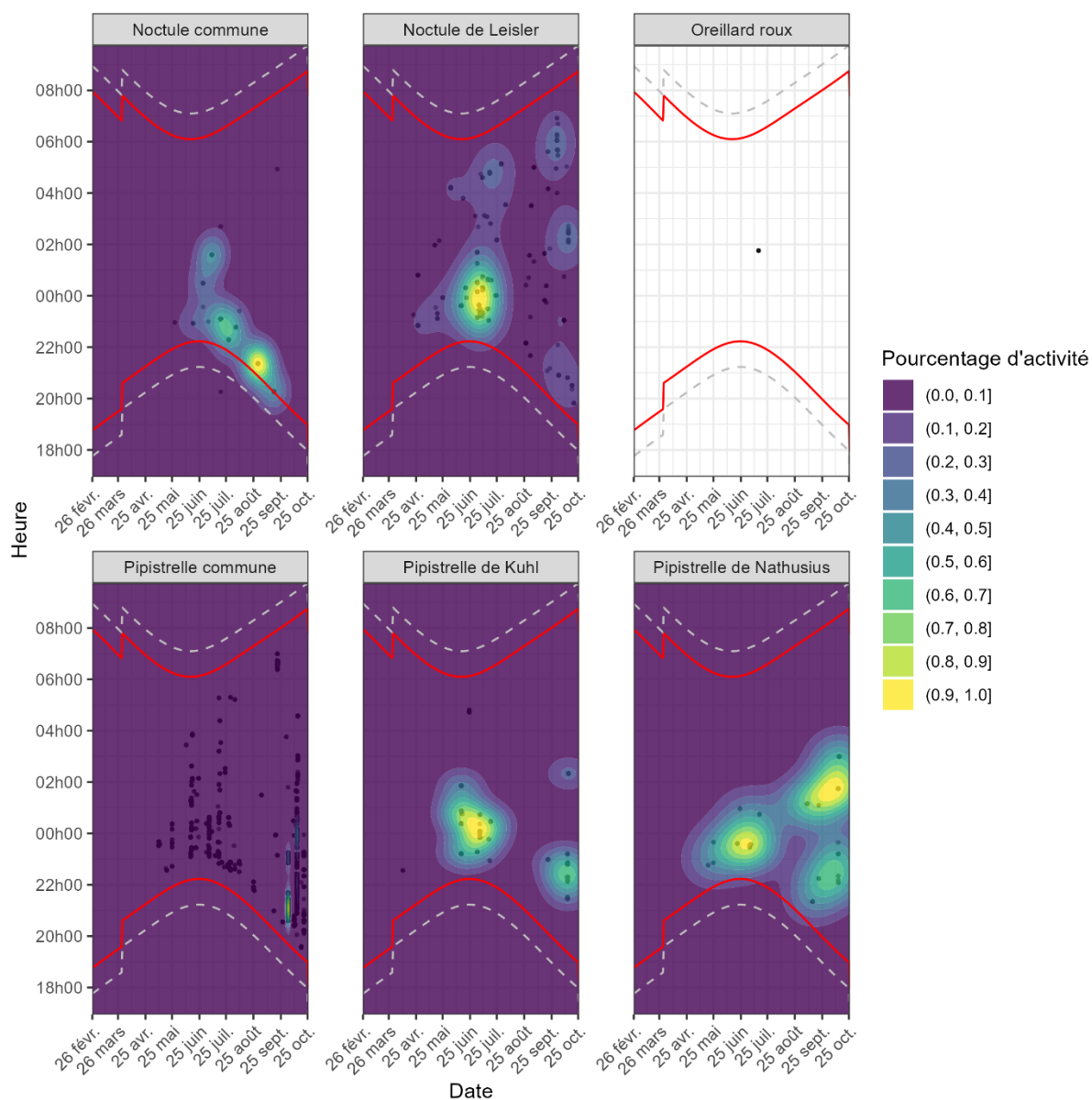
L'**Oreillard roux** apparaît de manière anecdotique en juillet.

L'activité apparaît plus marquée en début de nuit pour la majorité des espèces.



**Figure 21 : 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.

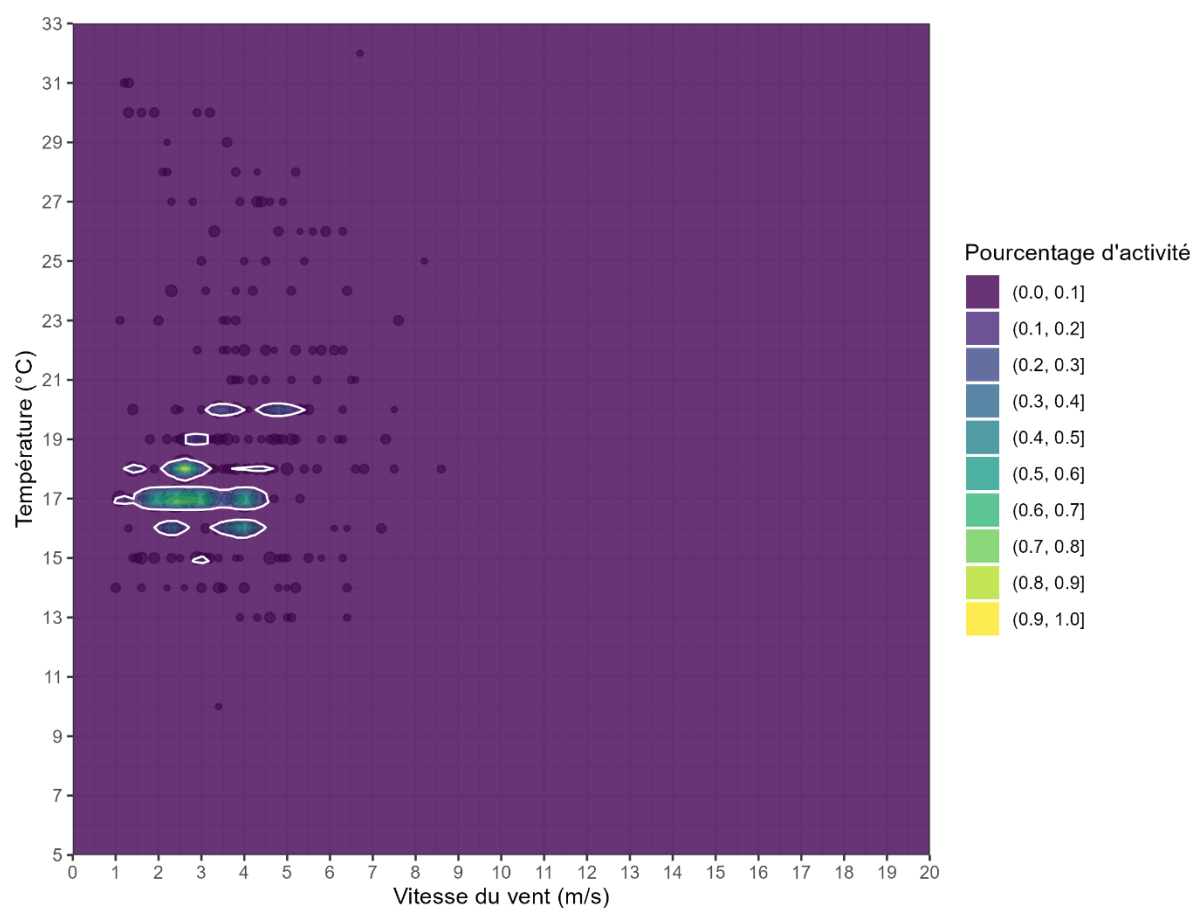


**Figure 22 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) du mois (abscisse) et par espèce**

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

## 18.5 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 (Figure 23).

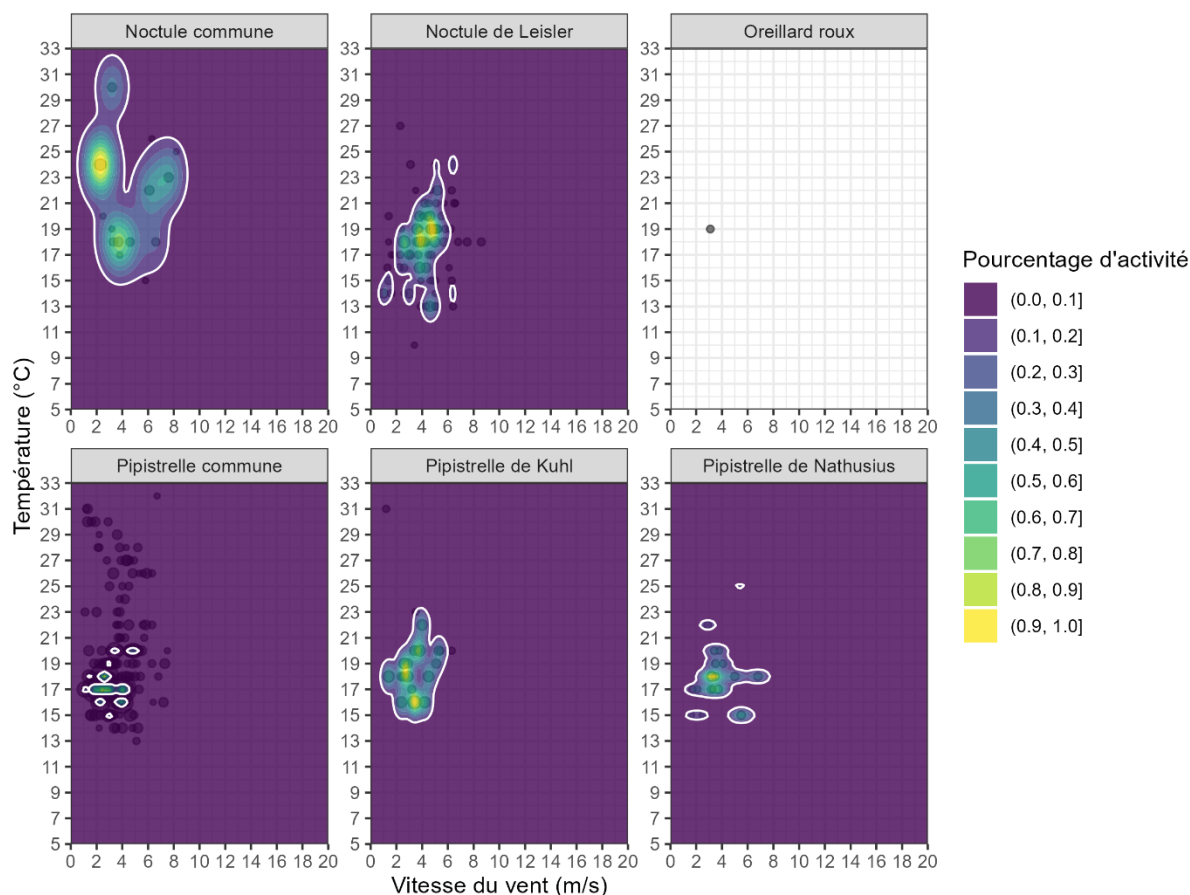


**Figure 23 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température**  
Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité

Ces valeurs sont reprises ci-dessous en les détaillant par espèce et par mois (Figure 24 et Figure 25).

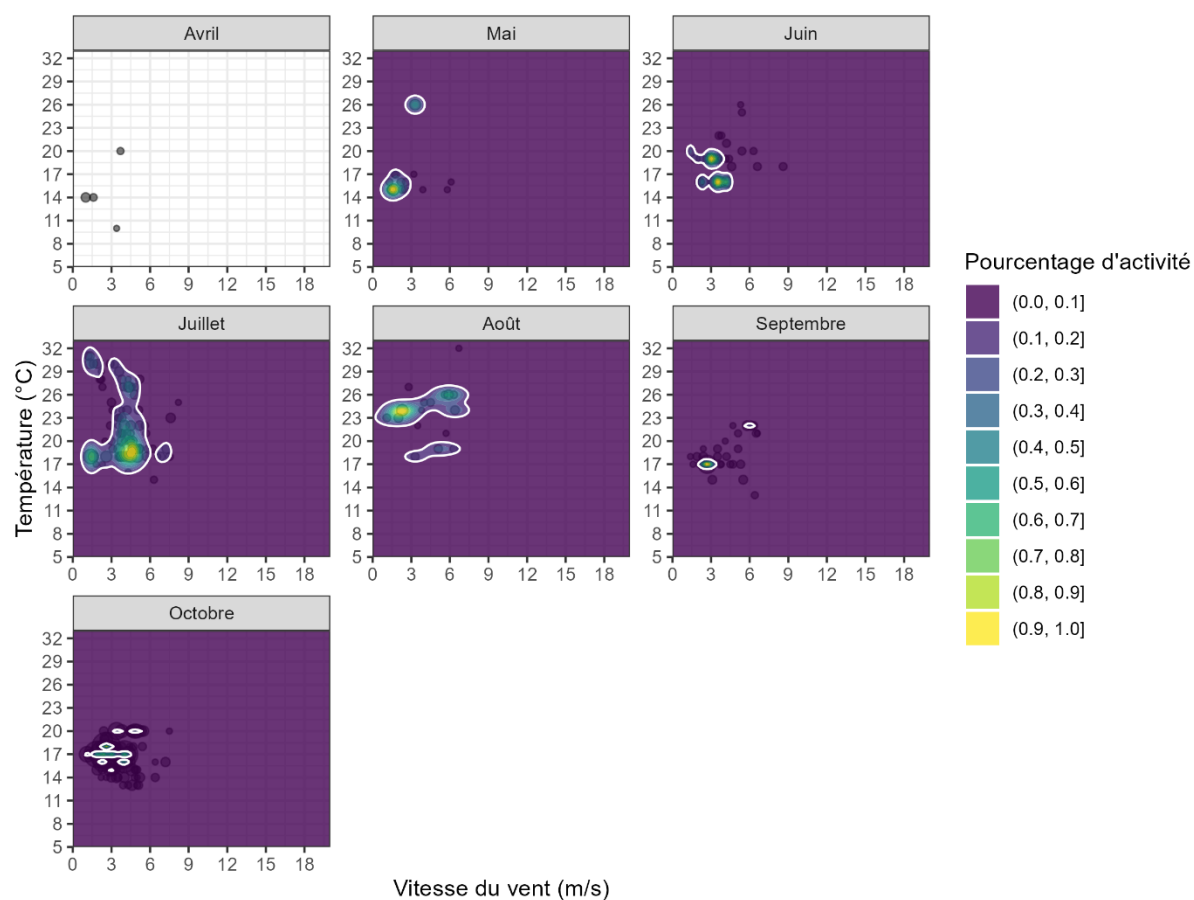
Elles montrent que les différentes espèces sont principalement actives sur des plages de valeurs en température et vitesse de vent relativement similaires (entre 15 et 25 °C et entre 0 et 8 m/s).

La **Noctule de Leisler** est cependant active dès 13°C et la **Noctule commune** montre une activité importante jusqu'à 30 °C.



**Figure 24 : 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 25 : 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

## 19 CHIROPTERES

### 19.1 SIGNIFICATIVITE POUR LES CHIROPTERES

**Concernant les chiroptères**, la mortalité est inférieure à la moyenne régionale. **L'impact est modéré et non significatif pour le nombre d'individus impactés.**

**Aucune espèce ayant de classement de patrimonialité « Vulnérable » ou de niveau supérieur n'a été recensée.**

Les niveaux d'activité enregistrés sont « modérés » toutes espèces confondues.

### 19.2 MESURES PROPOSEES POUR LES CHIROPTERES

Pour ces raisons, le bridage précédemment proposé suite au suivi réalisé en 2023 et conforté avec les données du suivi de 2024 doit mis en place en 2025 :

- ✓ Toutes les éoliennes
- ✓ Du 1<sup>er</sup> juin au 31 octobre
- ✓ Du coucher au lever du soleil sauf en octobre
- ✓ En absence de pluviométrie
- ✓ Selon les vitesses de vent et températures suivantes, calculées par mois pour préserver a minima 90% de l'activité enregistrée :

Mois	Vitesse de vent	Température	Horaires
Juin	≤4,5 m/s	≥15°C	Coucher au lever du soleil
Juillet	≤4,5 m/s	≥15°C	Coucher au lever du soleil
Août	≤4,5 m/s	≥15°C	Coucher au lever du soleil
Septembre	≤4,5 m/s	≥15°C	Coucher au lever du soleil
Octobre	≤ 4,5 m/s	≥12°C	Coucher du soleil jusqu'à 5h du matin

**Le bridage proposé couvre plus de 90% de l'activité des chiroptères.**

## 20 OISEAUX

---

### 20.1 SIGNIFICATIVITE POUR LES OISEAUX

---

**Concernant les oiseaux**, la mortalité est inférieure à la moyenne régionale. **L'impact est faible et non significatif pour le nombre d'individus impactés.**

**Aucune espèce ayant de classement de patrimonialité « Vulnérable » ou de niveau supérieur n'a été recensée.**

### 20.2 MESURES PROPOSEES POUR LES OISEAUX

---

Au regard de la mortalité d'un Epervier d'Europe et d'un Martinet noir (données brutes), nous proposons d'améliorer les habitats de chasse de ces espèces.

Afin d'améliorer les habitats de chasse, plusieurs solutions sont envisagées :

- ✓ Plantation de haie (à plus de 200m des éoliennes) soit en création de nouvelles haies soit en complément de haies existantes.
- ✓ Installation de nichoirs à plus de 500 m des éoliennes, adaptés pour chacune des deux espèces et aux emplacements adaptés (à définir avec le bureau d'études ou une association ornithologique locale). 1 nichoir à Epervier d'Europe, 2 nichoirs à Martinets noirs sur une colonie existante ou 6 en cas de « création » d'une colonie.

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : carte de localisation du parc éolien de Trémeheuc .....	6
Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes .....	7
Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site) .	10
Figure 4 : état de fonctionnement de l'éolienne E1 .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 5 : carte des habitats à proximité des aires de prospection .....	24
Figure 6 : carte du contexte environnemental du parc éolien.....	27
Figure 7 : évolution de la prospectabilité au cours du suivi .....	28
Figure 8 : mortalité des espèces de chiroptères découvertes par mois.....	29
Figure 9 : mortalité des espèces de chiroptères découvertes par éolienne .....	30
Figure 10 : mortalité des espèces d'oiseaux découvertes par mois.....	32
Figure 11 : mortalité des espèces d'oiseaux découvertes par éolienne .....	32
Figure 12 : diagramme en barre représentant la mortalité estimée médiane des chiroptères par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge) .....	34
Figure 13 : diagramme en barre représentant la mortalité estimée médiane des oiseaux par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de référence de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge) .....	35
Figure 14 : activité en secondes cumulées par espèce sur l'ensemble du suivi.....	36
Figure 15 : activité en secondes cumulées par espèce et par mois .....	37
Figure 16 : activité par semaine sur l'ensemble du suivi.....	38
Figure 17 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrement.....	39
Figure 18 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle variable) .....	40
Figure 19 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle fixe) .....	41
Figure 20 : diagramme en barre représentant l'activité acoustique moyenne des chiroptères, enregistrée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de référence de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge).....	42
Figure 21 : graphique en radar représentant le quantile d'activité de chaque espèce par rapport aux sites de référence .....	43
Figure 22 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).....	44

---

Figure 23 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) du mois (abscisse) et par espèce ....	45
Figure 24 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température.....	46
Figure 25 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température pour chaque espèce .....	47
Figure 26 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température par mois.....	48

## TABLE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : parc éolien de Trémeheuc .....	5
Tableau 2 : classes de niveau de prospectabilité .....	9
Tableau 3 : classes de niveaux d'efficacité de recherche .....	10
Tableau 4 : classes de niveaux de persistance .....	11
Tableau 5 : formules d'estimation de la mortalité .....	12
Tableau 6 : nombre de rapports de suivi de mortalité utilisés pour l'étude de la comparaison de la mortalité .....	14
Tableau 7 : seuils de significativité .....	15
Tableau 8 : classes de niveaux de mortalité .....	15
Tableau 9 : suivi de l'activité des chiroptères à l'aide du GSM-Batcorder .....	16
Tableau 10 : nombre d'années d'enregistrement utilisées pour le référentiel .....	17
Tableau 11 : classes de niveaux d'activité .....	18
Tableau 12 : nombre de cadavres constaté et estimé pour l'ensemble du parc lors du suivi de mortalité précédent .....	21
Tableau 13 : rappel des conclusions du suivi précédent .....	21
Tableau 14 : zonages environnementaux dans un rayon de 5 km autour du parc .....	25
Tableau 15 : efficacité d'observation et persistance moyenne des cadavres .....	28
Tableau 16 : surface prospectée en fonction de l'éolienne .....	29
Tableau 17 : informations concernant le cadavre trouvé .....	29
Tableau 18 : statuts de protection et de conservation des chiroptères impactés .....	30
Tableau 19 : estimation de la mortalité des chiroptères .....	31
Tableau 20 : informations concernant les cadavres trouvés .....	32
Tableau 21 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés .....	33
Tableau 22 : estimation de la mortalité des oiseaux .....	33
Tableau 23 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées .....	37

# Annexes

## ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

E1			Déteçtabilité			Prospectabilité	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	20	14/05/24	12	19	0	31	69
2	21	21/05/24	12	19	0	31	69
3	22	27/05/24	12	19	0	31	69
4	23	06/06/24	12	19	5	36	64
5	24	10/06/24	12	19	7	38	62
6	25	17/06/24	12	19	9	40	60
7	26	28/06/24	12	50	10	72	28
8	27	03/07/24	12	40	10	62	38
9	28	08/07/24	12	40	10	62	38
10	29	16/07/24	12	30	26	68	32
11	30	23/07/24	12	30	26	68	32
12	31	31/07/24	12	58	12	82	18
13	32	05/08/24	12	58	12	82	18
14	33	12/08/24	12	58	12	82	18
15	34	20/08/24	12	58	12	82	18
16	35	26/08/24	12	58	12	82	18
17	36	06/09/24	12	58	12	82	18
18	37	09/09/24	12	58	12	82	18
19	38	16/09/24	12	58	12	82	18
20	39	26/09/24	12	19	0	31	69
21	40	30/09/24	12	19	0	31	69
22	41	11/10/24	12	19	0	31	69
23	42	17/10/24	12	19	0	31	69
24	43	25/10/24	12	19	0	31	69

E2			Détectabilité			Prospectabilité	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspective
1	20	14/05/24	0	0	0	0	100
2	21	21/05/24	0	0	0	0	100
3	22	27/05/24	15	10	20	45	55
4	23	06/06/24	15	10	20	45	55
5	24	10/06/24	10	65	15	90	10
6	25	17/06/24	10	65	15	90	10
7	26	28/06/24	10	50	15	75	25
8	27	03/07/24	10	70	15	95	5
9	28	08/07/24	10	75	0	85	15
10	29	16/07/24	10	60	15	85	15
11	30	23/07/24	10	60	15	85	15
12	31	31/07/24	10	45	35	90	10
13	32	05/08/24	10	65	15	90	10
14	33	12/08/24	10	10	5	25	75
15	34	20/08/24	10	70	15	95	5
16	35	26/08/24	10	70	15	95	5
17	36	06/09/24	10	60	15	85	15
18	37	09/09/24	10	60	15	85	15
19	38	16/09/24	10	10	65	85	15
20	39	26/09/24	10	10	65	85	15
21	40	30/09/24	10	10	65	85	15
22	41	11/10/24	10	10	65	85	15
23	42	17/10/24	10	10	65	85	15
24	43	25/10/24	10	10	65	85	15

E3			Déteçtabilité			Prospectabilité	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspective
1	20	14/05/24	0	5	8	13	87
2	21	21/05/24	0	0	0	0	100
3	22	27/05/24	60	15	10	85	15
4	23	06/06/24	70	15	10	95	5
5	24	10/06/24	70	15	10	95	5
6	25	17/06/24	70	15	10	95	5
7	26	28/06/24	10	75	7	92	8
8	27	03/07/24	10	75	7	92	8
9	28	08/07/24	10	75	0	85	15
10	29	16/07/24	10	60	15	85	15
11	30	23/07/24	10	40	15	65	35
12	31	31/07/24	10	5	25	40	60
13	32	05/08/24	10	5	15	30	70
14	33	12/08/24	10	5	15	30	70
15	34	20/08/24	10	5	15	30	70
16	35	26/08/24	10	5	15	30	70
17	36	06/09/24	10	5	15	30	70
18	37	09/09/24	10	5	15	30	70
19	38	16/09/24	10	5	15	30	70
20	39	26/09/24	10	5	15	30	70
21	40	30/09/24	10	5	15	30	70
22	41	11/10/24	10	5	15	30	70
23	42	17/10/24	10	30	15	55	45
24	43	25/10/24	10	30	15	55	45



E4			Déteçtabilité			Prospectabilité	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	20	14/05/24	14	47	0	61	39
2	21	21/05/24	75	10	2	87	13
3	22	27/05/24	75	10	2	87	13
4	23	06/06/24	75	10	2	87	13
5	24	10/06/24	75	10	2	87	13
6	25	17/06/24	75	10	2	87	13
7	26	28/06/24	25	40	12	77	23
8	27	03/07/24	15	5	52	72	28
9	28	08/07/24	15	5	52	72	28
10	29	16/07/24	15	5	27	47	53
11	30	23/07/24	15	5	27	47	53
12	31	31/07/24	15	5	10	30	70
13	32	05/08/24	15	5	10	30	70
14	33	12/08/24	15	5	10	30	70
15	34	20/08/24	25	40	12	77	23
16	35	26/08/24	25	48	12	85	15
17	36	06/09/24	15	10	0	25	75
18	37	09/09/24	15	10	0	25	75
19	38	16/09/24	15	10	0	25	75
20	39	26/09/24	15	10	0	25	75
21	40	30/09/24	15	10	0	25	75
22	41	11/10/24	15	10	0	25	75
23	42	17/10/24	15	55	0	70	30
24	43	25/10/24	15	55	0	70	30

E5			Déteçtabilité			Prospectabilité	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspective
1	20	14/05/24	13	15	1	29	71
2	21	21/05/24	13	14	2	29	71
3	22	27/05/24	13	14	2	29	71
4	23	06/06/24	17	14	2	33	67
5	24	10/06/24	17	14	2	33	67
6	25	17/06/24	17	14	2	33	67
7	26	28/06/24	17	14	2	33	67
8	27	03/07/24	17	14	2	33	67
9	28	08/07/24	17	14	2	33	67
10	29	16/07/24	17	14	2	33	67
11	30	23/07/24	17	14	2	33	67
12	31	31/07/24	17	10	2	29	71
13	32	05/08/24	17	10	2	29	71
14	33	12/08/24	17	10	2	29	71
15	34	20/08/24	17	10	2	29	71
16	35	26/08/24	17	10	2	29	71
17	36	06/09/24	17	10	2	29	71
18	37	09/09/24	17	10	2	29	71
19	38	16/09/24	17	10	2	29	71
20	39	26/09/24	17	10	2	29	71
21	40	30/09/24	17	10	2	29	71
22	41	11/10/24	17	10	2	29	71
23	42	17/10/24	17	10	2	29	71
24	43	25/10/24	17	10	2	29	71

E6			Déteçtabilité			Prospectabilité	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspective
1	20	14/05/24	10	30	20	60	40
2	21	21/05/24	10	30	35	75	25
3	22	27/05/24	10	10	40	60	40
4	23	06/06/24	10	5	30	45	55
5	24	10/06/24	10	5	25	40	60
6	25	17/06/24	10	5	20	35	65
7	26	28/06/24	75	5	10	90	10
8	27	03/07/24	15	60	15	90	10
9	28	08/07/24	10	60	15	85	15
10	29	16/07/24	10	60	15	85	15
11	30	23/07/24	10	60	15	85	15
12	31	31/07/24	10	40	35	85	15
13	32	05/08/24	10	60	15	85	15
14	33	12/08/24	10	60	15	85	15
15	34	20/08/24	10	60	15	85	15
16	35	26/08/24	0	0	0	0	100
17	36	06/09/24	10	10	65	85	15
18	37	09/09/24	10	10	65	85	15
19	38	16/09/24	10	60	15	85	15
20	39	26/09/24	10	60	15	85	15
21	40	30/09/24	10	60	15	85	15
22	41	11/10/24	10	60	15	85	15
23	42	17/10/24	10	10	65	85	15
24	43	25/10/24	10	10	65	85	15

## ANNEXE 2 : METHODOLOGIE D'ESTIMATION DE LA PERSISTANCE MOYENNE DANS LES TESTS DE PERSISTANCE

### Note méthodologique : Estimation de la persistance moyenne dans les tests de persistance

Auteur : **RAVACHE Andréas** - Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation (CESCO), Muséum national d'Histoire naturelle, Centre National de la Recherche Scientifique, Sorbonne Université, Paris, France

Contact : andreas.ravache@mnhn.fr

Les formules d'estimation de mortalité proposées par le [protocole national de 2015](#), révisé en [2018](#), intègrent un paramètre de persistance moyenne (t) estimée par le biais de tests de persistance. Cependant, le calcul de ce paramètre n'est pas explicité dans le protocole. Ce document vise à décrire et illustrer le calcul de ce paramètre en se basant sur de la littérature scientifique.

Nous nous baserons pour cela sur un exemple fictif de test de persistance réalisé avec 10 cadavres (**Tableau 1**). **J0** représente la date de dépose du cadavre le 1er janvier. Dans le cadre de cet exemple, des visites ont été réalisées à J1 (le lendemain de la dépose du cadavre), puis à J3, J6, J10 et J14. Le test de persistance a pris fin à J14, la présence des cadavres n'est plus suivie après cette date et les cadavres restant ont été retirés. Les croix (X) représentent la présence observée du cadavre le jour de la visite, les tirets (-) représentent l'absence d'observation du cadavre à cette date. Les cadavres « Carc3 » et « Carc5 » ont disparus entre le jour de la dépose et le jour de la première visite. Le cadavre « Carc7 » était toujours présent à la fin du test de persistance.

Tableau 1 : Exemple fictif de suivi de persistance

	J0 01/01	J1 02/01	J3 04/01	J6 07/01	J10 11/01	J14 15/01
Carc1	X	X	X	X	-	-
Carc2	X	X	X	X	-	-
Carc3	X	-	-	-	-	-
Carc4	X	X	-	-	-	-
Carc5	X	-	-	-	-	-
Carc6	X	X	X	-	-	-
Carc7	X	X	X	X	X	X
Carc8	X	X	-	-	-	-
Carc9	X	X	X	-	-	-
Carc10	X	X	X	X	X	-

La meilleure façon d'estimer la persistance moyenne (paramètre t des formules d'estimation), afin de l'intégrer dans les estimateurs proposés par le protocole national français de suivi de mortalité sur les parcs éoliens terrestres, serait de calculer le temps passé entre le début du test (J0) et la médiane entre le jour de dernière présence observée et le jour de première absence observée d'un cadavre lors des visites, puis de moyenner cette valeur entre cadavres. Ce calcul est illustré dans le **Tableau 2** et expliqué ci-après.

Prenons l'exemple de « Carc1 » : le cadavre a été déposé le 01/01 (J0), il était toujours présent lors de la visite réalisée le 07/01 (J6), mais il avait disparu lors de la visite suivante le 11/01 (J10). Ainsi sa disparition est contenue dans un intervalle compris entre 6 (intervalle gauche) et 10 jours (intervalle droit) après le début du test. On parle de données censurées par intervalles (interval-censored en anglais). Puisqu'on ne

sait pas quand cet évènement a eu lieu exactement durant cet intervalle, on estime son temps de persistance par la médiane entre ces deux intervalles, soit 8 jours.

Si le cadavre a disparu entre le début du test et la première visite réalisée le lendemain (« Carc3 » et « Carc5 » dans cet exemple), alors sa persistance estimée est de 0,5 jours. Si le cadavre est toujours présent à la fin du test (« Carc7 » dans cet exemple), on ne peut pas estimer correctement son temps de persistance. On parle alors de donnée censurée à droite : l'évènement étudié n'a pas eu lieu durant la période de suivi, il est compris dans un intervalle compris entre la fin du test (14 jours) et l'infini (Inf). Ce type de données requiert des analyses de survie plus complexes afin d'estimer efficacement la probabilité de persistance au cours du temps. Pour le calcul du temps de persistance moyen, on utilisera dans ce cas l'intervalle de gauche, même si ces résultats ne sont pas exacts, car il est impossible de calculer la médiane entre un nombre fini et l'infini. Ainsi, la persistance estimée de « Carc7 » sera de 14 jours. Une fois la persistance estimée pour chaque cadavre, il ne reste qu'à moyenner ces valeurs afin d'estimer la persistance moyenne des cadavres dans notre test de persistance. Ici on la calculera de la façon suivante :  $t = (8 + 8 + 0,5 + 2 + 0,5 + 4,5 + 14 + 2 + 4,5 + 12) / 10 = 5,6$  jours.

Tableau 2: Exemple de calcul de la persistance estimée de chaque cadavre et de la persistance moyenne estimée (t) pour notre exemple fictif

	Date de Dernière Présence	Date de Première Absence	Intervalle gauche	Intervalle droit	Persistance estimée du cadavre
Carc1	07/01	11/01	6	10	8
Carc2	07/01	11/01	6	10	8
Carc3	01/01	02/01	0	1	0.5
Carc4	02/01	04/01	1	3	2
Carc5	01/01	02/01	0	1	0,5
Carc6	04/01	07/01	3	6	4,5
Carc7	15/01	NA	14	Inf	14
Carc8	02/01	04/01	1	3	2
Carc9	04/01	07/01	3	6	4,5
Carc10	11/01	15/01	10	14	12
Persistance moyenne (t) :					5.6 jours

Cette méthode de calcul de persistance moyenne (t) à partir des données issues de tests de persistance semble produire les estimations de mortalité les plus précises et les moins biaisées lors de leur intégration dans les formules d'estimation de mortalité (telle que la formule d'Huso). La robustesse de cette méthode de calcul a été testée dans plusieurs scénarios combinant des intervalles de suivis de persistance, de recherche de cadavre, et de nombre de carcasses observées. Cependant, elle est sensible au nombre de données censurées, c'est-à-dire à la proportion de cadavres toujours présents à la fin du test de persistance. L'estimateur [GenEst](#), utilisant des analyses de survie paramétriques, permet une meilleure estimation de la persistance, et produit des estimations de mortalité plus robustes à partir des mêmes données.

Pour en apprendre plus au sujet de l'estimation de la persistance lors des suivis de mortalité, de la sensibilité des différents estimateurs à la méthodologie d'estimation de la persistance ou pour trouver des recommandations sur ces estimations, un article scientifique traitant ces sujets, paru en 2024 dans la revue Biological Conservation, est disponible gratuitement [ici](#).

Ravache, A., Barré, K., Normand, B., Goislot, C., Besnard, A., Kerbirou, C., **2024**. Monitoring carcass persistence in windfarms: Recommendations for estimating mortality. *Biological Conservation*. 292, 110509.

### ANNEXE 3 : TABLEAU DES TESTS D'EFFICACITE D'OBSERVATION

Date	Numéro du cadavre	Efficacité	Délectabilité
27/05/2024	1	1	D1
27/05/2024	2	1	D1
27/05/2024	3	0	D1
27/05/2024	4	0	D1
27/05/2024	5	1	D2
27/05/2024	6	1	D2
27/05/2024	7	1	D2
27/05/2024	8	1	D2
27/05/2024	9	1	D3
27/05/2024	10	0	D3
27/05/2024	11	0	D3
27/05/2024	12	1	D1
27/05/2024	13	1	D2
27/05/2024	14	0	D2
27/05/2024	15	0	D3
30/09/2024	1	1	D1
30/09/2024	2	1	D2
30/09/2024	3	1	D2
30/09/2024	4	1	D3
30/09/2024	5	1	D1
30/09/2024	6	0	D1
30/09/2024	7	0	D1
30/09/2024	8	0	D1
30/09/2024	9	0	D1
30/09/2024	10	0	D1
30/09/2024	11	1	D2
30/09/2024	12	1	D2
30/09/2024	13	1	D2
30/09/2024	14	1	D2
30/09/2024	15	0	D2
30/09/2024	16	0	D2
30/09/2024	17	1	D3

**ANNEXE 4 : TABLEAU DES TESTS DE PERSISTANCE**

Test	Saison	N° éolienne	N° Cadavre	Date de dépôt	Date de dernière présence	Date de première absence	Persistance médiane (censurée à droite)	Persistance moyenne d'un cadavre
1	Printemps	E6	1	04/06/2024	04/06/2024	05/06/2024	0,5	3,38
1	Printemps	E6	2	04/06/2024	04/06/2024	05/06/2024	0,5	
1	Printemps	E6	3	04/06/2024	05/06/2024	07/06/2024	2	
1	Printemps	E6	4	04/06/2024	07/06/2024	11/06/2024	5	
1	Printemps	E6	5	04/06/2024	07/06/2024	11/06/2024	5	
1	Printemps	E4	6	04/06/2024	04/06/2024	05/06/2024	0,5	
1	Printemps	E4	7	04/06/2024	11/06/2024	14/06/2024	8,5	
1	Printemps	E4	8	04/06/2024	07/06/2024	11/06/2024	5	
1	Printemps	E4	9	04/06/2024	05/06/2024	07/06/2024	2	
1	Printemps	E4	10	04/06/2024	04/06/2024	05/06/2024	0,5	
1	Printemps	E1	11	04/06/2024	07/06/2024	11/06/2024	5	
1	Printemps	E1	12	04/06/2024	11/06/2024	14/06/2024	8,5	
1	Printemps	E1	13	04/06/2024	07/06/2024	11/06/2024	5	
1	Printemps	E1	14	04/06/2024	07/06/2024	11/06/2024	5	
1	Printemps	E1	15	04/06/2024	04/06/2024	05/06/2024	0,5	
2	Automne	E2	1	04/09/2024	09/09/2024	13/09/2024	7	
2	Automne	E2	2	04/09/2024	09/09/2024	13/09/2024	7	
2	Automne	E2	3	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E2	4	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E2	5	04/09/2024	04/09/2024	05/09/2024	0,5	
2	Automne	E3	6	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E3	7	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E3	8	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E3	9	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E3	10	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E5	11	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E5	12	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E5	13	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E5	14	04/09/2024	05/09/2024	09/09/2024	3	
2	Automne	E5	15	04/09/2024	04/09/2024	05/09/2024	0,5	

ANNEXE 5 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHIROPTERES

Passage	Semaine	Date	E1	E2	E3	E4	E5	E6
1	20	14/05/24	-	-	-	-	-	-
2	21	21/05/24	-	-	-	-	-	-
3	22	27/05/24	-	-	-	-	-	-
4	23	06/06/24	-	-	-	-	-	-
5	24	10/06/24	-	-	-	-	-	-
6	25	17/06/24	-	-	-	-	-	-
7	26	28/06/24	-	-	-	-	-	-
8	27	03/07/24	-	-	-	-	-	-
9	28	08/07/24	-	-	-	-	-	-
10	29	16/07/24	-	-	-	-	-	-
11	30	23/07/24	-	-	-	-	-	-
12	31	31/07/24	-	-	-	-	-	-
13	32	05/08/24	-	-	-	-	-	-
14	33	12/08/24	1 Pipistrelle commune	-	-	-	-	-
15	34	20/08/24	-	-	-	-	-	-
16	35	26/08/24	-	-	-	-	-	-
17	36	06/09/24	-	-	-	-	-	-
18	37	09/09/24	-	-	-	-	-	-
19	38	16/09/24	-	-	-	-	-	-
20	39	26/09/24	-	-	-	-	-	-
21	40	30/09/24	-	-	-	-	-	-
22	41	11/10/24	-	-	-	-	-	-
23	42	17/10/24	-	-	-	-	-	-
24	43	25/10/24	-	-	-	-	-	-



ANNEXE 6 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES CHIROPTERES

N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Coefficient correcteur surfacique	Intervalle entre les passages	Persistence moyenne d'un cadavre (jours)	Taux de persistance		Intervalle effectif	Coefficient correcteur de l'intervalle	Taux de détection	Persistence médiane d'un cadavre (jours)	Nombre de cadavres estimé		
	Na	Nb	d		A	I	t	p Jones	p Huso	$\hat{t}$	$\hat{e}$			N Jones	N Huso	N GenEst
E1	1	0	0,84	0,56	1,78	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	7,1	6,1	7,2
E2	0	0	0,77	0,74	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
E3	0	0	0,74	0,52	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
E4	0	0	0,71	0,56	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
E5	0	0	0,75	0,30	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
E6	0	0	0,75	0,74	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
Parc	1	0	0,84	0,56	1,78	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	7,1	6,1	7,1


**ANNEXE 7 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX**

Passage	Semaine	Date	E1	E2	E3	E4	E5	E6
1	20	14/05/24	-	-	-	-	-	-
2	21	21/05/24	-	-	-	-	-	-
3	22	27/05/24	-	-	-	-	-	-
4	23	06/06/24	-	-	-	-	-	-
5	24	10/06/24	-	-	1 Epervier d'Europe	-	-	-
6	25	17/06/24	-	-	-	-	-	-
7	26	28/06/24	-	-	-	-	-	-
8	27	03/07/24	-	-	-	-	-	-
9	28	08/07/24	-	-	-	-	-	-
10	29	16/07/24	-	-	-	-	-	-
11	30	23/07/24	-	-	-	-	-	-
12	31	31/07/24	-	-	-	-	-	-
13	32	05/08/24	-	1 Martinet noir	-	-	-	-
14	33	12/08/24	-	-	-	-	-	-
15	34	20/08/24	-	-	-	-	-	-
16	35	26/08/24	-	-	-	-	-	-
17	36	06/09/24	-	-	-	-	-	-
18	37	09/09/24	-	-	-	-	-	-
19	38	16/09/24	-	-	-	-	-	-
20	39	26/09/24	-	-	-	-	-	-
21	40	30/09/24	-	-	-	-	-	-
22	41	11/10/24	-	-	-	-	-	-
23	42	17/10/24	-	-	-	-	-	-
24	43	25/10/24	-	-	-	-	-	-


ANNEXE 8 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES OISEAUX

N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Coefficient correcteur surfacique	Intervalle entre les passages	Persistence moyenne d'un cadavre (jours)	Taux de persistance		Intervalle effectif	Coefficient correcteur de l'intervalle	Taux de détection	Persistence médiane d'un cadavre (jours)	Nombre de cadavres estimé		
	Na	Nb	d		A	I	t	p Jones	p Huso	î	ê			N Jones	N Huso	N GenEst
E1	0	0	0,53	0,56	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
E2	1	0	0,54	0,74	1,36	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	8,1	7,1	4,4
E3	1	0	0,47	0,52	1,92	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	13,1	11,1	5,7
E4	0	0	0,43	0,56	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
E5	0	0	0,43	0,30	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
E6	0	0	0,52	0,74	0,00	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	0	0	0
Parc	2	0	0,49	0,57	1,75	7,13	3,38	0,35	0,42	6,77	0,95	0,59	2,14	21,1	18,1	10,7



ANNEXE 9 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES CHIROPTERES

FICHE CADAVRE_INCIDENT n°		24-0037_240812_PIPPIP_E1_AC	
<b>PARC EOLIEN CONCERNE</b>			
Nom du parc éolien : Tréméheuc		Code étude : AF-24-0037	
Commune : Tréméheuc		Département : 35	
Exploitant : VSB		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE	
Eolienne concernée : E1	Date de découverte : 12/08/2024	Heure de découverte : 11H55	
<b>DECOUVREUR</b>	<b>FONCTION</b>	<b>METHODE D'INVENTAIRE</b>	<b>BUREAU D'ETUDES</b>
CSUTOROS Antoine	Chargé d'étude faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'
<b>SITUATION DU CADAVRE</b>			
Latitude : 48,26251 Longitude : -1,42278 Distance au mât de l'éolienne : 20 m Orientation par rapport à l'éolienne : Ouest Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) : blé et paille récoltés, 10 cm de hauteur, peu de végétation			
<b>ESPECE</b>			
Nom français : <b>Pipistrelle commune</b>			
Nom scientifique : <i>Pipistrellus pipistrellus</i>			
Âge	<input checked="" type="checkbox"/> Adulte <input type="checkbox"/> Immature <input type="checkbox"/> Juv. <input type="checkbox"/> Indéterminé		
Sexe	<input checked="" type="checkbox"/> Mâle <input type="checkbox"/> Femelle <input type="checkbox"/> Indéterminé		
Statut national	<input checked="" type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> NT <input type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> DD		
Statut régional	<input checked="" type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> NT <input type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> DD		
Individu	<input checked="" type="checkbox"/> Mort (cadavre entier) <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Fragment(s) <input checked="" type="checkbox"/> Blessure apparente		
Commentaire si blessure ou fragment : fractures			
Etat	<input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> décomposition <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Décomposé		
	<input 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>			

ANNEXE 10 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES OISEAUX

FICHE CADAVRE_INCIDENT n°		24-0037_240610_ACCNIS_E3_NN	
<b>PARC EOLIEN CONCERNE</b>			
Nom du parc éolien : Tréméheuc		Code étude : AF-24-0037	
Commune : Tréméheuc		Département : 35	
Exploitant : VSB		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE	
Eolienne concernée : E3	Date de découverte : 10/06/2024	Heure de découverte : 11H23	
<b>DECOUVREUR</b>	<b>FONCTION</b>	<b>METHODE D'INVENTAIRE</b>	<b>BUREAU D'ETUDES</b>
NEVEU Nina	Technicienne faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'
<b>SITUATION DU CADAVRE</b>			
Latitude : 48.4375 Longitude : -1.70012 Distance au mât de l'éolienne : 26 m Orientation par rapport à l'éolienne : Sud-Ouest Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) : plateforme			
<b>ESPECE</b>			
Nom français : <b>Epervier d'Europe</b> Nom scientifique : <b>Accipiter nisus</b>			
Âge	<input type="checkbox"/> Adulte <input type="checkbox"/> Immature <input checked="" type="checkbox"/> Juv. 2A <input type="checkbox"/> Indéterminé		
Sexe	<input type="checkbox"/> Mâle <input checked="" type="checkbox"/> Femelle <input type="checkbox"/> Indéterminé		
<b>Statut national</b>	<input checked="" type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> NT <input type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> DD		
<b>Statut régional</b>	<input checked="" type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> NT <input type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> DD		
<b>Individu</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Mort (cadavre entier) <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Fragment(s) <input type="checkbox"/> Blessure apparente		
<b>Commentaire si blessure ou fragment :</b>			
<b>Etat</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> décomposition <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Décomposé		
	<input type="checkbox"/> Prédaté		
<b>Cause présumée incident :</b>	<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>			



FICHE CADAVRE_INCIDENT n°		24-0037_240805_APUAPU_E2_AC	
<b>PARC EOLIEN CONCERNE</b>			
Nom du parc éolien : Tréméheuc		Code étude : AF-24-0037	
Commune : Tréméheuc		Département : 35	
Exploitant : VSB		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE	
Eolienne concernée : E2	Date de découverte : 05/08/2024	Heure de découverte : 12H44	
<b>DECOUVREUR</b>	<b>FONCTION</b>	<b>METHODE D'INVENTAIRE</b>	<b>BUREAU D'ETUDES</b>
CSUTOROS Antoine	Chargé d'étude faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'
<b>SITUATION DU CADAVRE</b>			
Latitude : 48,26139 Longitude : -1,42225 Distance au mât de l'éolienne : 49 m Orientation par rapport à l'éolienne : Sud Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) : prairie semée fauchée, 5 cm de hauteur, végétation dense			
<b>ESPECE</b>			
Nom français :		<b>Martinet noir</b>	
Nom scientifique :		<i>Apus apus</i>	
Âge	<input type="checkbox"/> Adulte <input type="checkbox"/> Immature <input checked="" type="checkbox"/> Juv. <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 checked="" type="checkbox"/> NT <input type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> DD		
<b>Statut régional</b>	<input checked="" type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> NT <input type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> CR <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> DD		
<b>Individu</b>	<input type="checkbox"/> Mort (cadavre entier) <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Fragment(s) <input type="checkbox"/> Blessure apparente		
Commentaire si blessure ou fragment : morceau d'aile			
Etat	<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> décomposition <input checked="" type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Décomposé		
	<input 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>			

**ANNEXE 11 : TABLEAU DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI**

Espèces	Nombre de nuits enregistrées	Nombre de nuits avec activité	Activité totale (secondes cumulées)	Moyenne d'activité par nuit (secondes cumulées/nuit)	Nombre de contacts
Noctule commune	245	13	76,245	0,31120408	39
Noctule de Leisler	245	47	353,537	1,44300816	242
Oreillard roux	245	1	2,44	0,00995918	2
Pipistrelle commune	245	50	3426,765	13,9867959	1362
Pipistrelle de Kuhl	245	11	243,723	0,99478776	90
Pipistrelle de Nathusius	245	11	64,025	0,26132653	36
Toutes especes confondues	245	81	4166,735	17,0070816	1771

ANNEXE 12 : TABLEAU DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES PAR MOIS

Mois	Espèces	Nombre de nuits enregistrées	Nombre de nuits avec activité	Activité totale (secondes cumulées)	Moyenne d'activité par nuit (secondes cumulées/nuit)	Nombre de contacts
Février	Noctule commune	4	0	0	0	0
Février	Noctule de Leisler	4	0	0	0	0
Février	Oreillard roux	4	0	0	0	0
Février	Pipistrelle commune	4	0	0	0	0
Février	Pipistrelle de Kuhl	4	0	0	0	0
Février	Pipistrelle de Nathusius	4	0	0	0	0
Février	Toutes especes confondues	4	0	0	0	0
Mars	Noctule commune	31	0	0	0	0
Mars	Noctule de Leisler	31	0	0	0	0
Mars	Oreillard roux	31	0	0	0	0
Mars	Pipistrelle commune	31	0	0	0	0
Mars	Pipistrelle de Kuhl	31	0	0	0	0
Mars	Pipistrelle de Nathusius	31	0	0	0	0
Mars	Toutes especes confondues	31	0	0	0	0
Avril	Noctule commune	30	0	0	0	0
Avril	Noctule de Leisler	30	2	11,739	0,3913	9
Avril	Oreillard roux	30	0	0	0	0
Avril	Pipistrelle commune	30	0	0	0	0
Avril	Pipistrelle de Kuhl	30	1	1,744	0,05813333	2
Avril	Pipistrelle de Nathusius	30	0	0	0	0
Avril	Toutes especes confondues	30	3	13,483	0,44943333	11
Mai	Noctule commune	31	1	0,872	0,02812903	1
Mai	Noctule de Leisler	31	5	11,665	0,37629032	10
Mai	Oreillard roux	31	0	0	0	0
Mai	Pipistrelle commune	31	5	54,171	1,74745161	21
Mai	Pipistrelle de Kuhl	31	0	0	0	0
Mai	Pipistrelle de Nathusius	31	2	4,271	0,13777419	3
Mai	Toutes especes confondues	31	9	70,979	2,28964516	35
Juin	Noctule commune	30	2	9,005	0,30016667	5
Juin	Noctule de Leisler	30	5	33,346	1,11153333	16
Juin	Oreillard roux	30	0	0	0	0
Juin	Pipistrelle commune	30	8	167,095	5,56983333	78
Juin	Pipistrelle de Kuhl	30	3	84,794	2,82646667	27
Juin	Pipistrelle de Nathusius	30	2	3,824	0,12746667	3
Juin	Toutes especes confondues	30	12	298,064	9,93546667	129
Juillet	Noctule commune	31	5	28,638	0,92380645	18



Juillet	Noctule de Leisler	31	14	167,688	5,40929032	115
Juillet	Oreillard roux	31	1	2,44	0,07870968	2
Juillet	Pipistrelle commune	31	14	275,351	8,88229032	130
Juillet	Pipistrelle de Kuhl	31	5	76,867	2,47958065	25
Juillet	Pipistrelle de Nathusius	31	3	12,835	0,41403226	7
Juillet	Toutes especes confondues	31	20	563,819	18,1877097	297
Août	Noctule commune	31	3	28,635	0,92370968	10
Août	Noctule de Leisler	31	3	11,984	0,38658065	10
Août	Oreillard roux	31	0	0	0	0
Août	Pipistrelle commune	31	6	34,311	1,10680645	19
Août	Pipistrelle de Kuhl	31	0	0	0	0
Août	Pipistrelle de Nathusius	31	0	0	0	0
Août	Toutes especes confondues	31	9	74,93	2,41709677	39
Septembre	Noctule commune	30	2	9,095	0,30316667	5
Septembre	Noctule de Leisler	30	9	25,663	0,85543333	24
Septembre	Oreillard roux	30	0	0	0	0
Septembre	Pipistrelle commune	30	6	146,773	4,89243333	77
Septembre	Pipistrelle de Kuhl	30	1	5,783	0,19276667	2
Septembre	Pipistrelle de Nathusius	30	3	15,802	0,52673333	8
Septembre	Toutes especes confondues	30	14	203,116	6,77053333	116
Octobre	Noctule commune	27	0	0	0	0
Octobre	Noctule de Leisler	27	9	91,452	3,38711111	58
Octobre	Oreillard roux	27	0	0	0	0
Octobre	Pipistrelle commune	27	11	2749,064	101,817185	1037
Octobre	Pipistrelle de Kuhl	27	1	74,535	2,76055556	34
Octobre	Pipistrelle de Nathusius	27	1	27,293	1,01085185	15
Octobre	Toutes especes confondues	27	14	2942,344	108,975704	1144