



Vent d'Armor SAS

174 Quai de Jemmapes

75010 PARIS

**Suivi environnemental post
implantation d'éoliennes du
parc éolien de Gwerginiou,
commune de Bourbriac
(Côtes-d'Armor 22)**

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

NANTES
5 boulevard Ampère
44470 CARQUEFOU
Tél : 02 40 94 92 40
nantes@ouestam.fr

LA ROCHELLE
30 bis rue de la Belle Étoile
17138 PUILBOREAU
Tél : 07 84 17 13 33
larochelle@ouestam.fr

Rapport de l'étude environnementale

2024

Code. affaire : 23-0285

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, Sandra MESTER,
Camille-Amélie SAND

Cartographie : Florence BRETECHE et Valérie LE BIHAN

Relecture : Loïc BELLION et Brice NORMAND

Sommaire

INTRODUCTION	6
1 PREAMBULE	6
2 LOCALISATION DU PARC	7
METHODOLOGIE	8
3 HABITATS	8
4 SUIVI DE LA MORTALITE	8
4.1 PROSPECTIONS DE TERRAIN	8
4.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION	10
4.2.1 Prospectabilité et détectabilité	10
4.2.2 Tests d'efficacité et de persistance	11
4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES	13
4.3.1 Estimateurs Huso et Jones	13
4.3.2 Estimateur GenEst	14
5 PATRIMONIALITE, SENSIBILITE ET NIVEAU DE RISQUE POUR LES OISEAUX ET LES CHAUVES-SOURIS	15
6 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE	15
7 SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES	16
7.1 TRAVAIL DE TERRAIN	16
7.2 TRAITEMENT DES DONNEES	17
7.3 REFERENTIEL D'ACTIVITE EN NACELLE – OUEST AM'	18
8 SUIVI DE L'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE NICHEUSE	19
8.1 INVENTAIRE EN PERIODE DE NIDIFICATION (IPA)	21
8.2 METHODE BACI (BEFORE-AFTER-CONTROL-IMPACT)	21
9 LIMITES DE LA METHODE	22
9.1 MORTALITE	22
9.1.1 Site et protocole	22
9.1.2 Estimation de la mortalité	22
9.2 SUIVI ACOUSTIQUE	22
9.2.1 Site et protocole	22
9.2.2 Espèces et méthode acoustique	22
10 METHODE DE CALIBRAGE DES MESURES CORRECTIVES	23
11 MODELE DE REGULATION ACTUEL	25
RESULTATS	28
12 HABITATS DANS UN RAYON DE 300 M (PHOTOINTERPRETATION)	28
13 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX	30
14 RESULTATS DES TESTS	32
14.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE	32
14.2 PROSPECTABILITE	32
15 MORTALITE DES CHIROPTERES	33

15.1	MORTALITE BRUTE	33
15.2	MORTALITE ESTIMEE	33
16	MORTALITE DE L'AVIFAUNE	34
16.1	MORTALITE BRUTE	34
16.2	MORTALITE ESTIMEE	34
17	COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE	35
17.1	CHIROPTERES	35
17.2	AVIFAUNE	36
18	SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES	37
18.1	ESPECES RECENSEES SUR LE SITE ET ACTIVITE	37
18.2	ANALYSE DE L'ACTIVITE SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI	39
18.3	COMPARAISON AU REFERENTIEL D'ACTIVITE OUEST AM'	43
18.4	REPARTITION DE L'ACTIVITE DANS LE TEMPS	45
18.5	CORRELATION ENTRE ACTIVITE ET DONNEES METEOROLOGIQUES COMBINEES	47
19	SUIVI DE L'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE NICHEUSE	50
19.1	RESULTAT DES IPA	50
19.2	RESULTAT DE LA COMPARAISON BACI (BEFORE-AFTER-CONTROL-IMPACT)	54
19.3	SUIVI DE L'AUTOUR DES PALOMBES	55
19.4	SUIVI DU BRUANT JAUNE	55
19.5	CONCLUSION DU SUIVI DE L'AVIFAUNE	55
	CONCLUSION	56
20	CHIROPTERES	56
20.1	SIGNIFICATIVITE POUR LES CHIROPTERES	56
20.2	MESURES PROPOSEES POUR LES CHIROPTERES	56
21	OISEAUX	56
21.1	SIGNIFICATIVITE POUR LES OISEAUX	56
21.2	MESURES PROPOSEES POUR LES OISEAUX	57
22	NECESSITE DE REALISER UN SUIVI COMPLEMENTAIRE	57
	TABLE DES FIGURES	58
	TABLE DES TABLEAUX	60
	ANNEXES	61
	ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE	61
	ANNEXE 2 : METHODOLOGIE D'ESTIMATION DE LA PERSISTANCE MOYENNE DANS LES TESTS DE PERSISTANCE	65
	ANNEXE 3 : TABLEAU DES TESTS D'EFFICACITE D'OBSERVATION	67
	ANNEXE 4 : TABLEAU DES TESTS DE PERSISTANCE	68
	ANNEXE 5 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHIROPTERES	69
	ANNEXE 6 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES CHIROPTERES	70
	ANNEXE 7 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX	71
	ANNEXE 8 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES OISEAUX	72

ANNEXE 9 : TABLEAU DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES SUR L'ENSEMBLE DU SUIVI	73
ANNEXE 10 : TABLEAU DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES PAR MOIS	74
ANNEXE 11 : TABLEAU DE LA LISTE DES ESPECES INVENTORIEES EN PERIODE DE NIDIFICATION	76

INTRODUCTION

1 PREAMBULE

A la demande de la société **Vent d'Armor SAS**, un suivi environnemental du parc en exploitation de Gwerginiou situé sur la commune de Bourbriac dans le département des Côtes d'Armor (22) a été confié au bureau d'études OUEST AM' sur la période **de mars à octobre 2024**. Le parc est composé de 4 éoliennes Vestas V110-2.0MW (Tableau 1).

Tableau 1 : parc éolien de Gwerginiou

Commune(s)	Parc éolien	Mise en service	Phase du suivi	Éoliennes	Modèle	Hauteur du moyeu	Diamètre du rotor	Garde au sol
Bourbriac	Gwerginiou	Février-2024	N	E1, E2, E3, E4	Vestas V110-2.2MW	80 m	110 m	25 m

Le suivi environnemental est composé de cinq parties :

- suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux de la semaine 12 à la semaine 44 avec 33 passages de prospection,
- suivi d'activité de l'avifaune nicheuse et notamment du Bruant jaune et de l'Autour des palombes les semaines 10, 14, 18 et 23,
- 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 Gwerginiou est situé au sud de la commune de Bourbriac dans le département des Côtes d'Armor (22) en Bretagne (Figure 1).

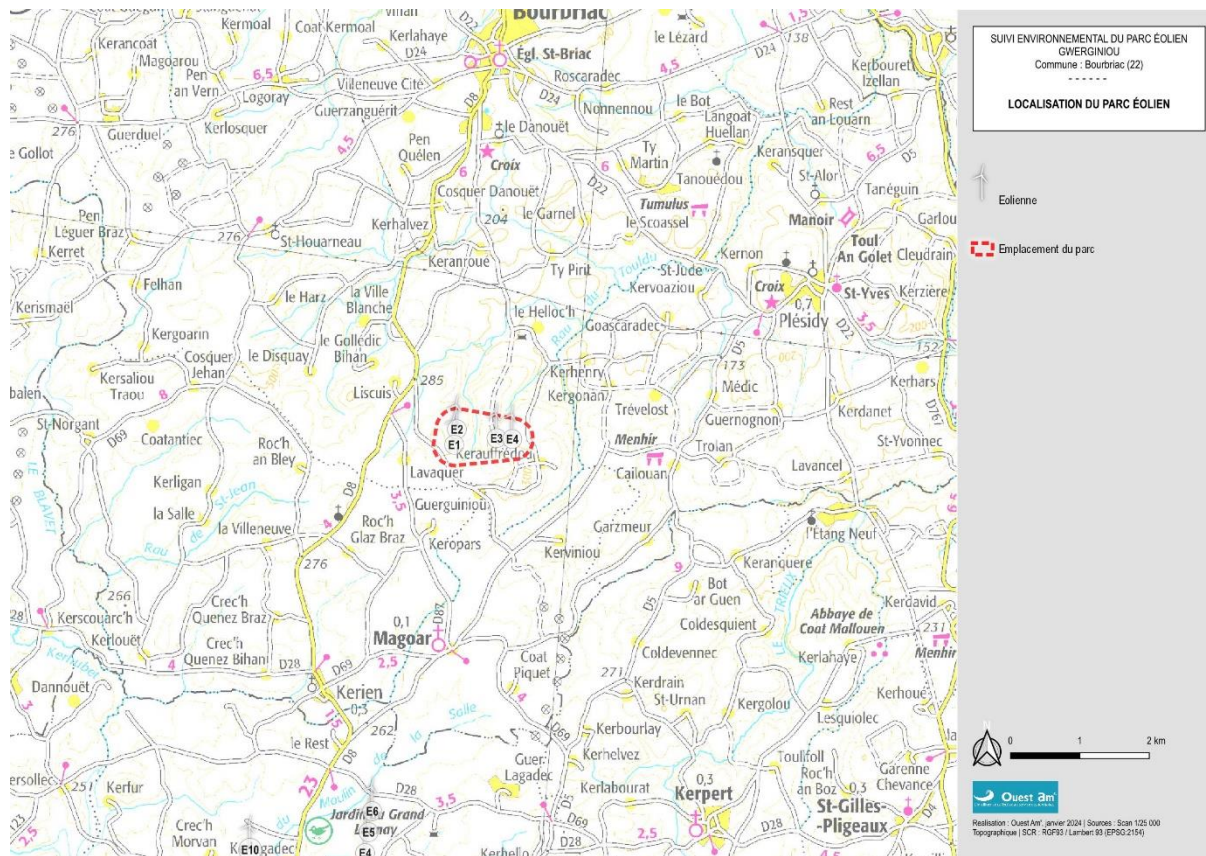


Figure 1 : carte de localisation du parc éolien de Gwerginiou

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 **110 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).

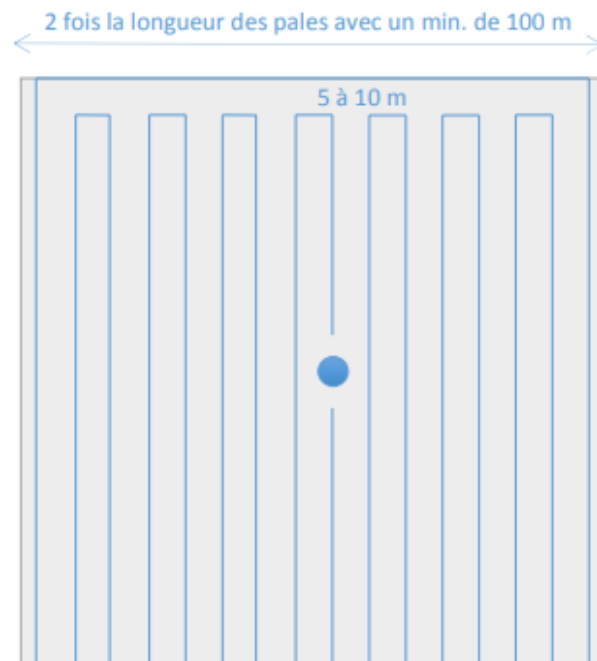


Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes

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 19 mars au 28 octobre 2024**. Au total, **33 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).

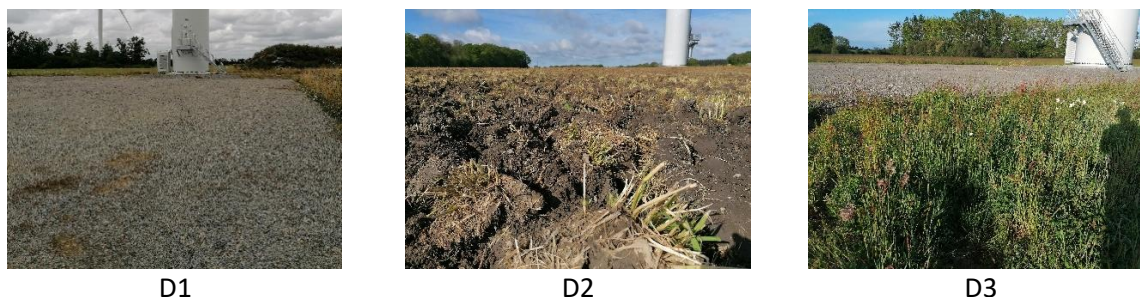


Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site)

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

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 comparaison (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	∞
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. Il couvre la période de suivi de mortalité (Tableau 9).

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

Installation	07/03/2024
Désinstallation	21/01/2025
Fonctionnement	Du 18/03/2024 au 03/11/2024
Eolienne(s) concernée(s)	E2
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^e 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	136

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	∞

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 SUIVI DE L'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE NICHEUSE

Un suivi de l'activité de l'avifaune nicheuse et notamment du Bruant jaune et de l'Autour des palombes a été mis en place de mars à juin à raison d'un passage (1/2 journée) par mois (Tableau 12 et Figure 4).

Tableau 12 : dates des suivis de l'avifaune et conditions météorologiques

Suivi de l'avifaune 2024			
Dates de sortie	Période du cycle biologique	Conditions météorologiques	Intervenants
7 mars 2024 (Autour des palombes/Bruant jaune)	Nidification	Partiellement nuageux, vent modéré, 7°C	Antoine Csutoros et Laura Mieli
3 avril 2024 (IPA)		Partiellement nuageux, vent modéré, 12°C	
3 mai 2024 (IPA)		Couvert, vent faible, 10°C	
5 juin 2024 (Autour des palombes/Bruant jaune)		Ensoleillé, vent faible, 14°C	



Figure 4 : cartographie de la méthodologie du suivi d'activité avifaune

8.1 INVENTAIRE EN PERIODE DE NIDIFICATION (IPA)

La méthode des IPA (Indices Ponctuels d'Abondance) a été utilisée pour les deux passages en avril et mai (conformément à l'étude d'impact). Les observations ont eu lieu essentiellement le matin jusqu'à midi afin d'observer le comportement des passereaux mais aussi des rapaces qui ont une activité plus tardive.

Les observations ont été réalisées à l'aide de jumelles et à l'ouïe lors des IPA. Concernant le suivi spécifique à l'Autour des palombes, trois points d'observations situés en hauteur ont été sélectionnés pour chercher l'espèce en vol ou posée au-dessus des boisements avec une longue vue. Une partie des boisements a été prospectée à pied afin de chercher la présence de nids ou d'individus.

Conformément à l'étude d'impact « La méthodologie employée pour inventorier les oiseaux nicheurs est de type Indice Ponctuel d'Abondance (IPA). Ainsi, 10 points d'écoute sont répartis dans l'AEI. Les points d'écoute sont répartis dans l'espace de manière à couvrir tous les grands types de milieux (Figure 4). À chaque point d'écoute, l'ornithologue reste immobile 10 minutes. Tous les individus vus ou entendus sont notés, quelles que soient leurs distances. Deux périodes sont privilégiées : avril pour les oiseaux précoces et mai-juin pour les oiseaux tardifs et les rapaces. »

Les observations sont transformées en valeur IPA (nombre de couples) (Tableau 13) :

Tableau 13 : équivalence des observations d'oiseaux en nombre de couples (valeur IPA) – Tableau extrait de l'étude d'impact

Type d'observation	Couple
Oiseaux simplement vus ou entendus criants	0.5
Mâles chantants	1
Oiseaux bâtissant	1
Groupes familiaux	1
Nids occupés	1

8.2 METHODE BACI (BEFORE-AFTER-CONTROL-IMPACT)

La richesse spécifique et la valeur IPA de chaque point d'écoute IPA de l'étude d'impact et du suivi de 2024 sont comparées avec la méthode BACI (Before After Control Impact). Les points d'écoute de l'étude d'impact ont été repris et les passages ont eu lieu les mêmes semaines.

Les points les plus éloignés des éoliennes ont été considérés comme étant des sites contrôles. Les points les plus proches des éoliennes ont été considérés comme étant des sites impactés. Une analyse ANOVA à deux facteurs avec interaction a été réalisée pour comparer les données.

9 LIMITES DE LA METHODE

9.1 MORTALITE

9.1.1 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.

9.1.2 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.

9.2 SUIVI ACOUSTIQUE

9.2.1 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.

9.2.2 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.

10 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>).

11 MODELE DE REGULATION ACTUEL

Une mesure de réduction (bridage) est en cours sur le parc de Gwerginiou :

- ✓ Toutes les éoliennes
- ✓ Du 01/04 au 31/10
- ✓ De 1h avant le coucher du soleil à 1h après le lever du soleil
- ✓ Température > 9°C
- ✓ Vitesse de vent < 7,5 m/s
- ✓ Absence de précipitation

ProBat Inspector est une application en ligne, accessible via www.probat.org, développée par la société allemande ÖkoFor GbR. Son objectif principal est de vérifier le bon fonctionnement des systèmes de bridage des éoliennes, en s'assurant que les périodes d'arrêt, définies selon certaines périodes, horaires et conditions météorologiques, sont bien respectées.

L'application analyse plusieurs données météorologiques collectées sur le site à intervalles de 10 minutes telles que la vitesse du vent, la température et les précipitations.

En combinant ces données avec la vitesse de rotation du rotor, il est possible d'évaluer si le bridage des éoliennes a correctement fonctionné pendant les périodes à risque, notamment lorsque les seuils de vitesse du vent et de température favorable aux chiroptères ont été atteints.

Une fois ces données traitées, ProBat Inspector génère une figure détaillée de l'état de fonctionnement de l'éolienne durant la période de bridage (Figure 5 et Figure 6) ainsi qu'un rapport détaillé des périodes de fonctionnement et d'arrêt de l'éolienne, permettant ainsi de vérifier que le bridage a correctement été appliqué.

L'analyse a été réalisée sur l'éolienne E1 et E2.

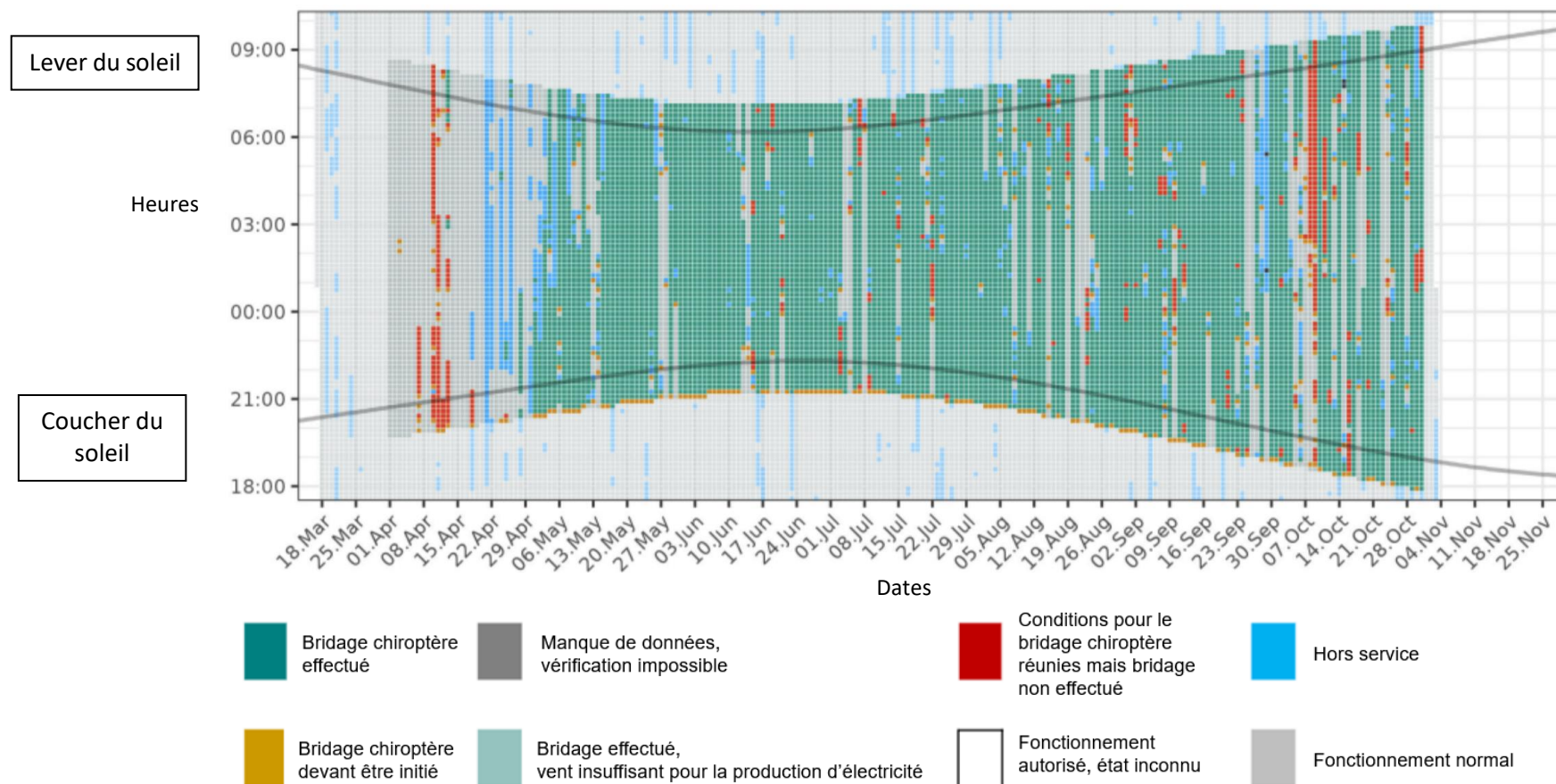


Figure 5 : vérification de l'arrêt de l'éolienne E1

Parmi les 10691 intervalles de 10 minutes durant lesquels l'éolienne E1 devait être bridée, elle a été effectivement arrêtée ou était déjà à l'arrêt dans 92,1 % des cas.
Le bridage n'a pas été fonctionnel pendant 4.9 % du temps.

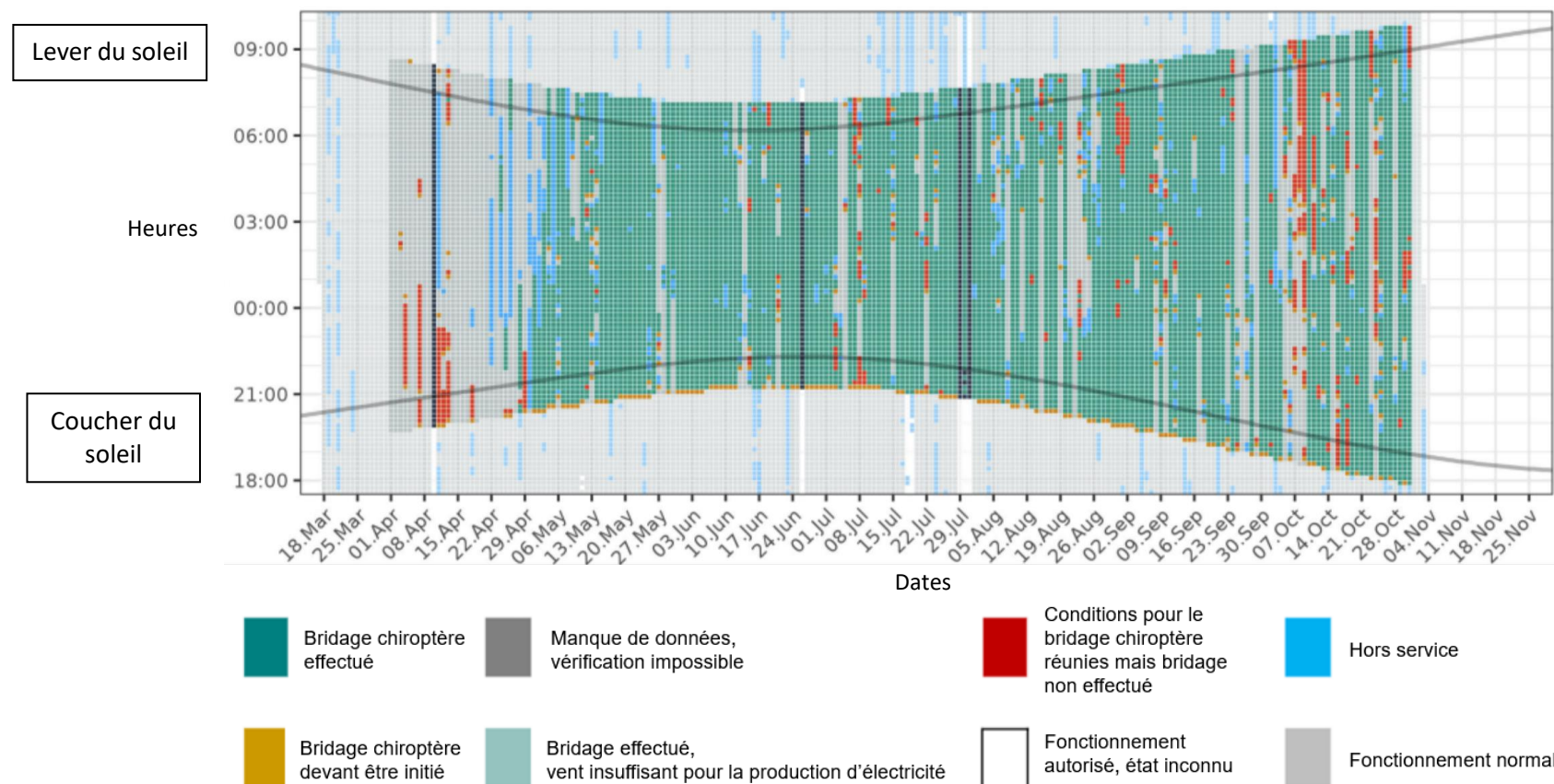


Figure 6 : vérification de l'arrêt de l'éolienne E2

Parmi les 10671 intervalles de 10 minutes durant lesquels l'éolienne E2 devait être bridée, elle a été effectivement arrêtée ou était déjà à l'arrêt dans 88,9 % des cas.

Le bridage n'a pas été fonctionnel pendant 5.4 % du temps.

Dans 2.5 % des intervalles de 10 minutes, il n'a pas été possible de vérifier la bonne application du bridage ni le fonctionnement de l'éolienne en raison d'un manque d'informations dans les fichiers récoltés.

RESULTATS

12 HABITATS DANS UN RAYON DE 300 M (PHOTOINTERPRETATION)

La carte ci-après (Figure 7) montre principalement la présence de zones de culture et de forêt de conifères. Des patchs de lande à ajoncs se trouvent dans la forêt de conifères et aux abords. Ils entourent notamment l'éolienne E4 et E5.

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

Les oiseaux peuvent utiliser les zones de cultures pour des haltes migratoires, comme zone d'alimentation voire de reproduction pour certains oiseaux de plaine. Les forêts et les patchs de landes à ajoncs peuvent servir de zone de nidification pour les espèces sédentaires.

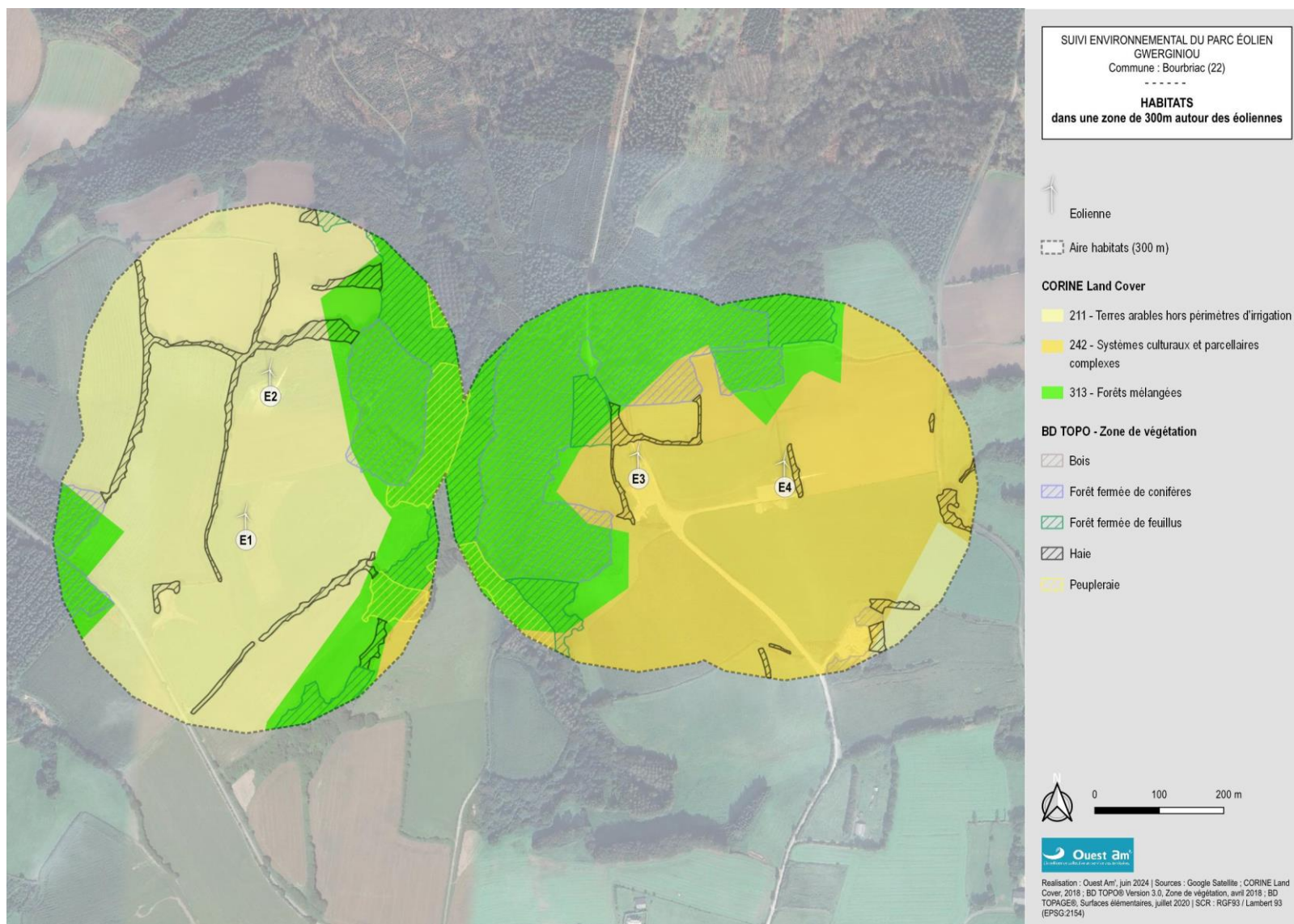


Figure 7 : carte des habitats à proximité des aires de prospection

13 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX

Les zonages environnementaux sont décrits ci-dessous (Tableau 14 et Figure 8).

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

NATURA 2000			
ID_MNHN	ID_ORG	NOM DISTANCE (la + proche)	DESCRIPTION INPN
FR5300007		TETES DE BASSIN DU BLAVET ET DE L'HYERES 3,8 km	<p>Le site est constitué d'un très important ensemble de milieux naturels de qualité caractéristiques du centre de la Bretagne : vallées boisées, landes (Locarn), landes tourbeuses (Crec'h an Bars), tourbières (Corong), bas-marais rocheux, étang, (Saint-Norgant), chaos granitique à hyménophylles.</p> <p>D'un point de vue ornithologique, dans les landes et prairies humides ont été observés le Courlis, l'Engoulevent d'Europe, la Fauvette pitchou, l'Alouette lulu, Pic noir, la Chevêche d'Athéna....</p> <p>Espèces d'intérêt communautaire particulières :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grand rhinolophe, Barbastelle, Murin de Bechstein, dont la présence de boisements feuillus, bocage, cavité et anciennes ardoisières, ponts constituent des territoires de gîtes et de chasse.
ZNIEFF 1			
ID_MNHN	ID_ORG	NOM DISTANCE (la + proche)	DESCRIPTION INPN
530120017	00000720	RUISSEAUX DU TOULAN DOUR ET DU TOULDU 1,6 km	<p>Fond de vallée de ruisseaux du centre-ouest bretagne, tronçons de référence pour la zone à truite.</p> <p>Intérêt piscicole : Peuplement caractéristique de la zone à truite comprenant 6 espèces dont 4 déterminantes, l'anguille, le chabot, une très bonne population de truite fario et une population exceptionnelle de lamproie de planer (45 individus/100 m²). Zone de frayères à truite.</p> <p>Intérêt mammalogique : Présence de la loutre.</p> <p>Intérêt floristique : La zone présente une station de <i>Alnetea-glutinosa</i> avec une strate herbacée riche (27 espèces). Présence de quelques pieds de <i>Listera ovata</i>. Faible richesse floristique (69 taxons). Végétation de cours d'eau à renoncules eutrophisée. Ripisylve bien développée, dominée par des saules</p>
530120008	00000716	RUISSEAU DU MOULIN DE LA SALLE 3,9 km	<p>Zone humide du centre bretagne.</p> <p>Intérêt piscicole : Peuplement caractéristique de la zone à truite comprenant deux espèces déterminantes, la truite fario et le chabot.</p> <p>Intérêt floristique : Forte diversité d'habitats (12) et richesse spécifique élevée (85 espèces). 6 habitats sont en habitats déterminants avec des groupements de prairie oligotrophe tourbeuse, de tourbière de pente, d'aulnaie-saulaie, de mégaphorbiaie et d'ourlet nitrophile. Cours d'eau typique des petits cours d'eau à truites avec des radiers à <i>Oenanthe</i>. De petits groupements à <i>Carex rostrata</i> en bordure de ce cours d'eau sont à signaler dans la zone de pêche. Belles populations d'<i>Apium inundatum</i>. A l'amont de la zone, groupement de <i>Nuphar lutea</i>, et à l'aval étang tourbeux du Moulin de la Salle.</p>

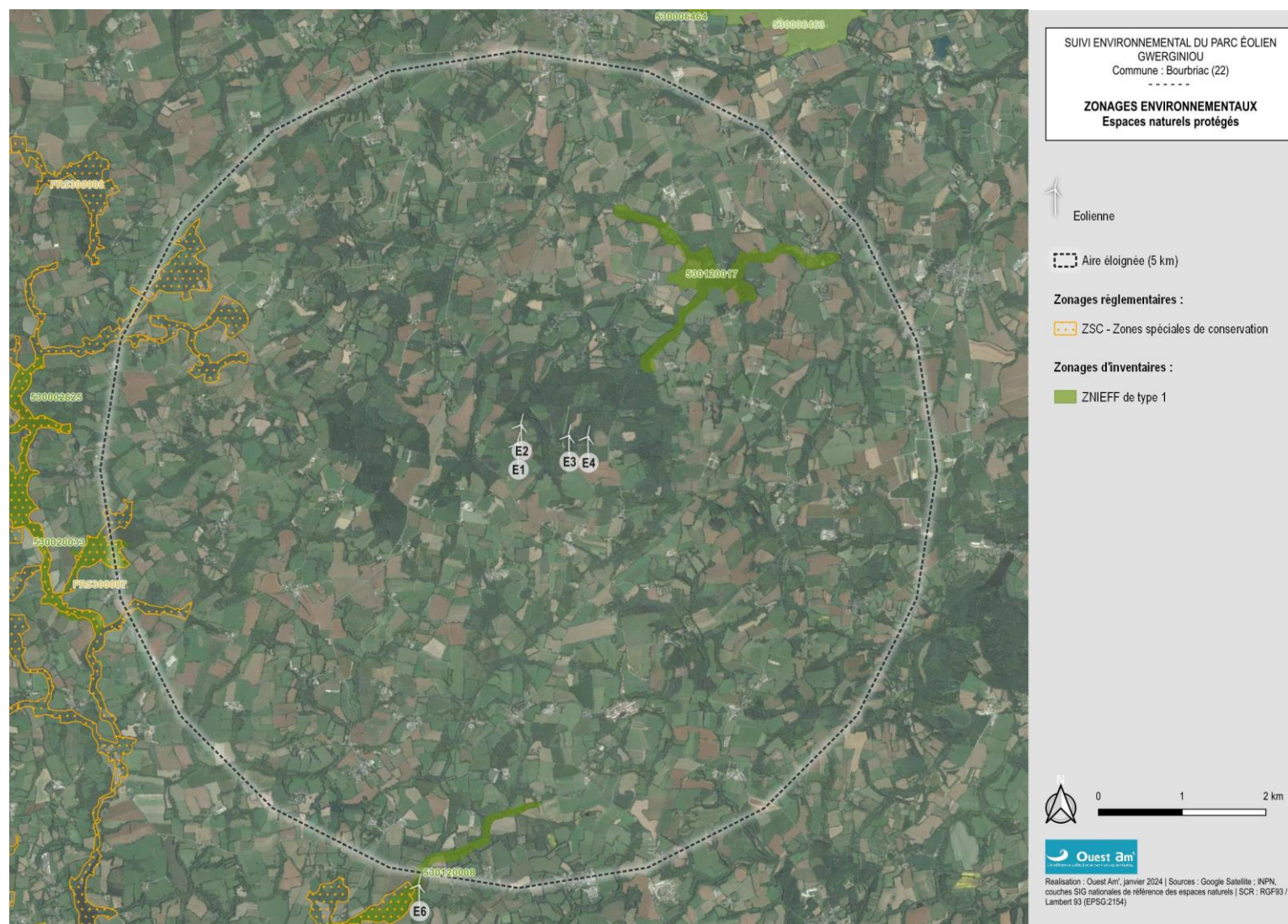


Figure 8 : carte du contexte environnemental du parc éolien

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
Efficacité d'observation (%)	Chiroptères/Oiseaux : 70/ 42	50
Persistance des cadavres (jours)	4,93*	3,32**

*(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 9).

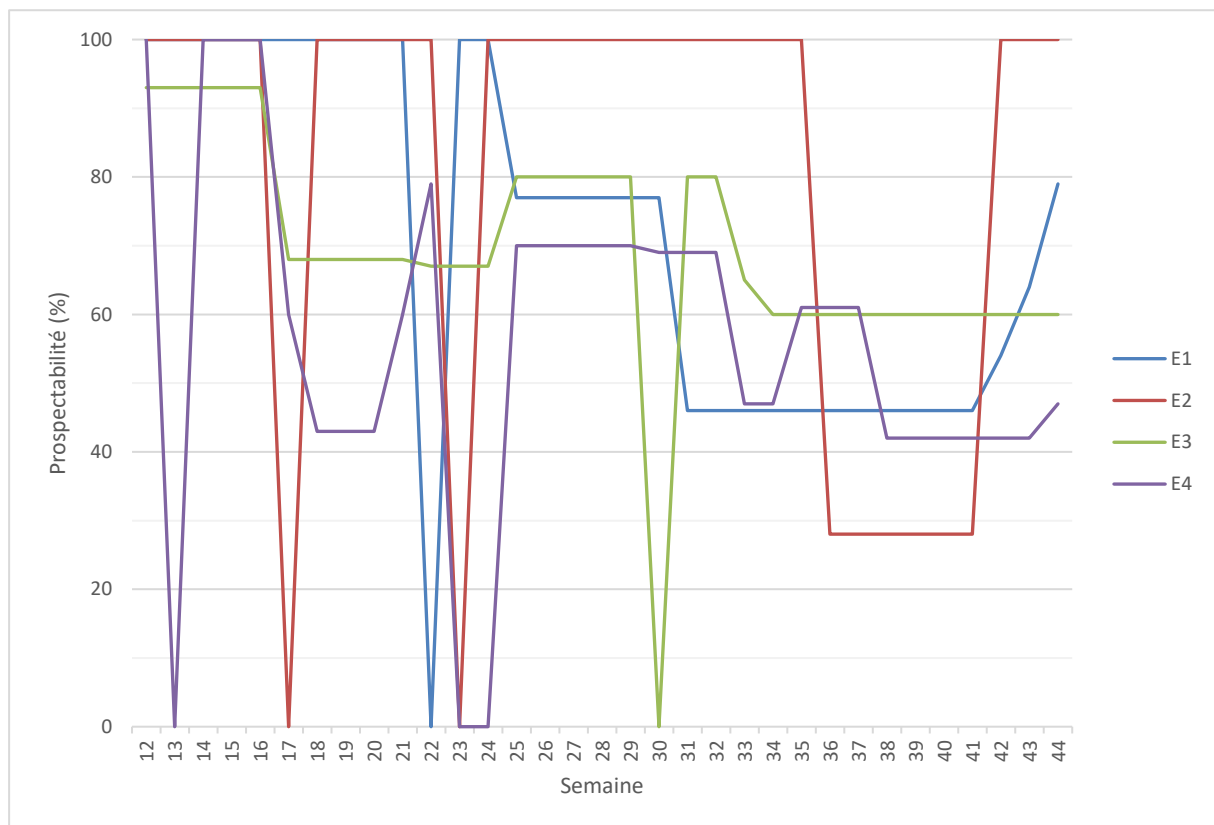


Figure 9 : évolution de la prospectabilité au cours du suivi

Sur l'ensemble de ce suivi, la **prospectabilité est moyenne avec 70% des surfaces prospectées** (Tableau 16).

Tableau 16 : surface prospectée en fonction de l'éolienne

Eolienne	Surface prospectée (%)	Niveau de prospectabilité
E1	72	Bon
E2	81	Bon
E3	69	Moyen
E4	56	Moyen
Parc	70	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

Aucun cadavre de chiroptère n'a été découvert durant ce suivi de 33 passages sous les éoliennes du parc de Gwerginiou (Annexe 5).

15.2 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 17).

Tableau 17 : estimation de la mortalité des chiroptères

N° Éolienne	Mortalité observée	Estimation de la mortalité		
		N Jones	N Huso	N GenEst
E1	0	0	0	0
E2	0	0	0	0
E3	0	0	0	0
E4	0	0	0	0
Parc	0	0	0	0

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

Aucun cadavre n'ayant été trouvé, les estimations de la mortalité sont nulles.

16 MORTALITE DE L'AVIFAUNE

16.1 MORTALITE BRUTE

Aucun cadavre d'oiseau n'a été découvert sous les éoliennes du parc de Gwerginiou au cours des 33 passages réalisés lors de ce suivi (Annexe 7).

16.2 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 18).

Tableau 18 : 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	0	0	0	0
E3	0	0	0	0
E4	0	0	0	0
Parc	0	0	0	0

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

Aucun cadavre n'ayant été trouvé, les estimations de la mortalité sont nulles.

17 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE

17.1 CHIROPTERES

Selon la méthode Ouest Am', avec une moyenne de 0 individus/éolienne, la mortalité constatée pour les chauves-souris sur le parc de Gwerginiou est **très faible et non significative pour le nombre d'individus estimé, puisqu'elle se situe en dessous de la moyenne des estimations de mortalité des parcs de la région et qu'aucun cadavre n'a été trouvé** (Figure 10).

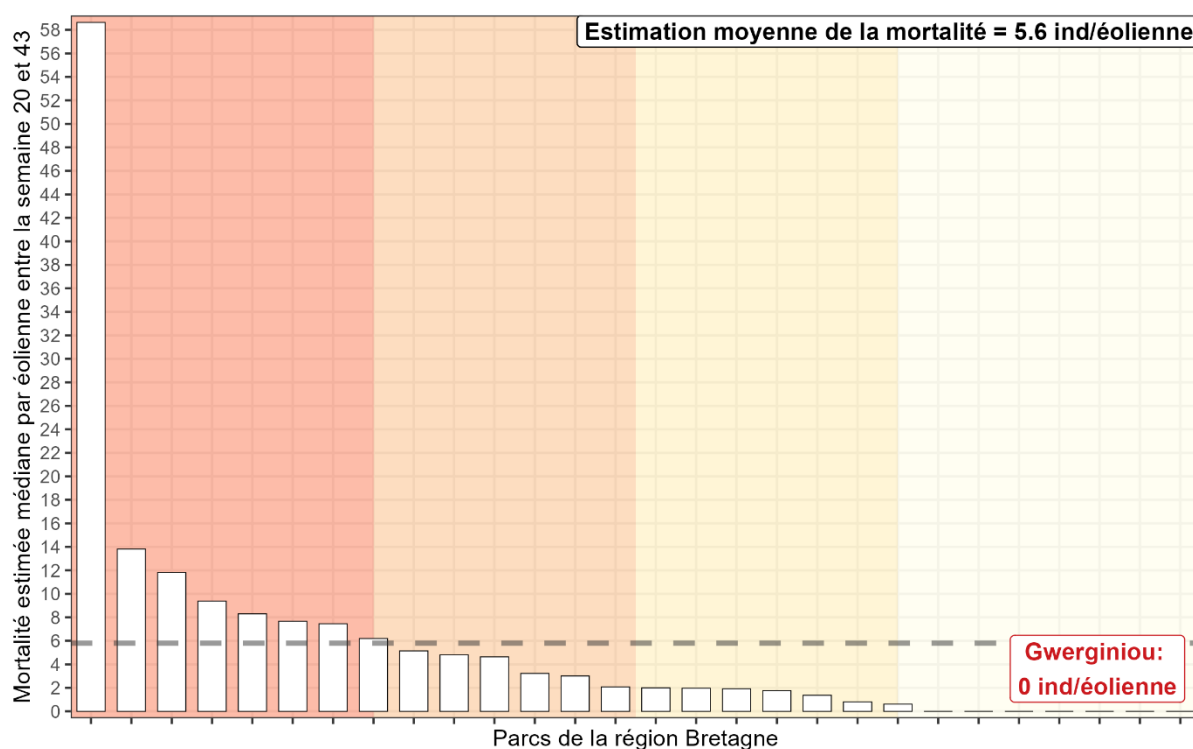


Figure 10 : diagramme en barres représentant la mortalité estimée médiane des chiroptères par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)

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 0 individus/éolienne, la mortalité constatée pour les oiseaux sur le parc de Gwerginiou est **très faible et non significative pour le nombre d'individus estimé, puisqu'elle se situe en dessous de la moyenne des estimations de mortalité des parcs de la région et qu'aucun cadavre n'a été trouvé** (Figure 11).

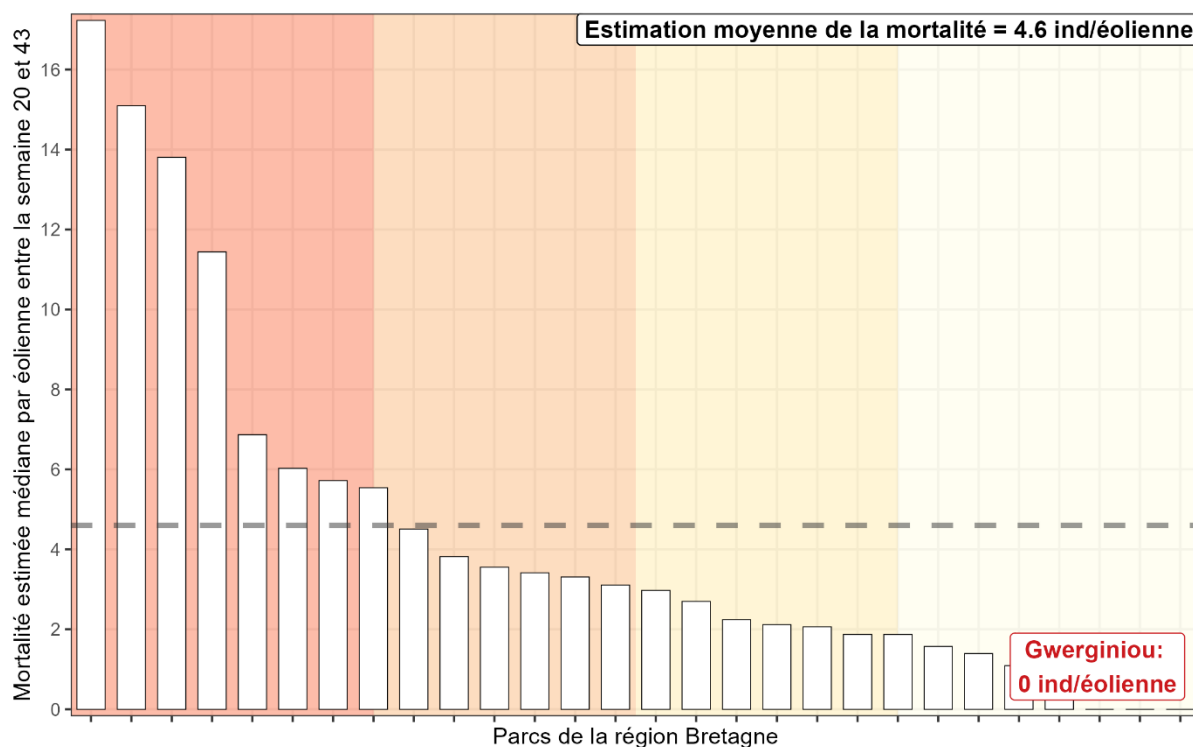


Figure 11 : diagramme en barres représentant la mortalité estimée médiane des oiseaux par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)

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 DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES

18.1 ESPECES RECENSEES SUR LE SITE ET ACTIVITE

Le suivi acoustique a mis en évidence la présence d'au moins **5 espèces de chiroptères** (Figure 12). Parmi ces espèces, la **Pipistrelle commune** représente l'essentiel de l'activité (3 169 secondes). La **Pipistrelle de Kuhl** arrive au second rang (479 secondes) suivie par la **Pipistrelle de Nathusius** (308 secondes), la **Noctule commune** (298 secondes) et la **Noctule de Leisler** (189 secondes).

10 secondes cumulées correspondent à des espèces indéterminées.

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

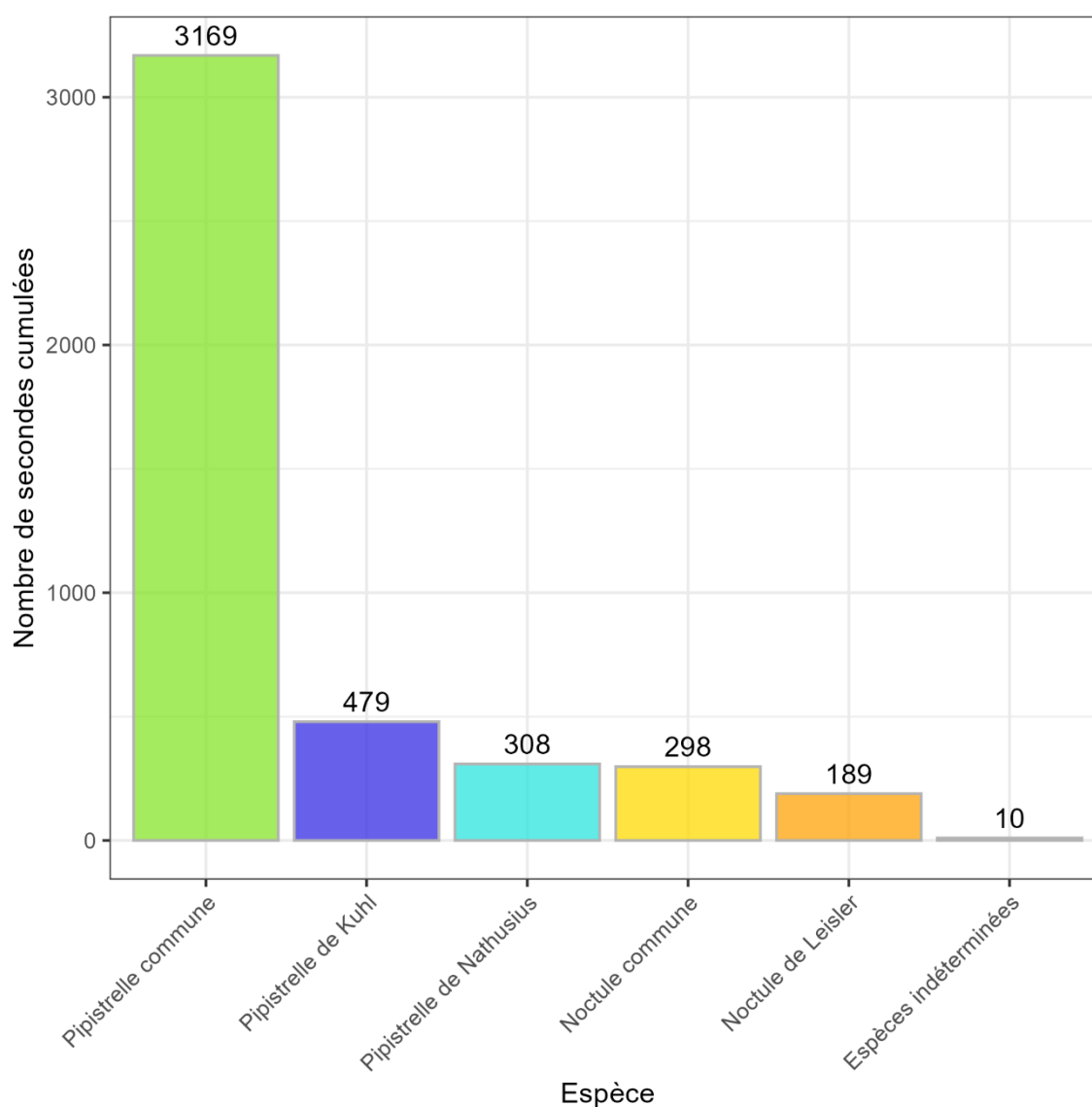


Figure 12 : activité en secondes cumulées par espèce sur l'ensemble du suivi

L'activité par mois montre que juin et octobre représentent l'essentiel de l'activité (Figure 13).

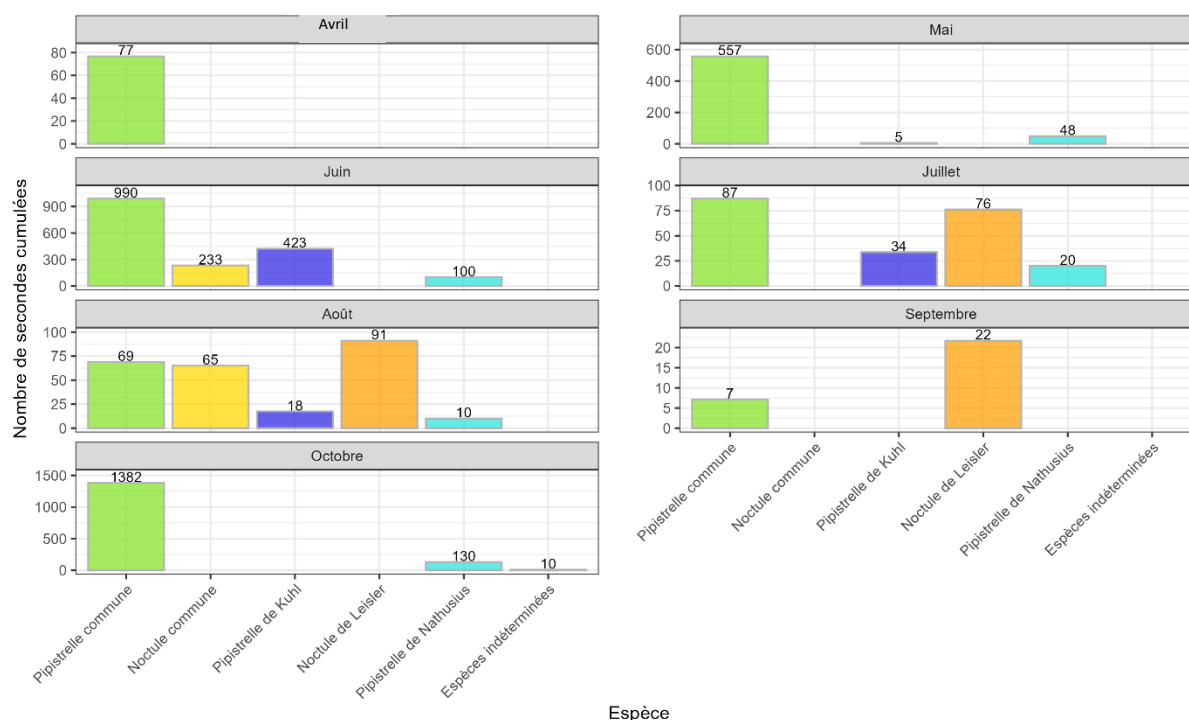


Figure 13 : activité en secondes cumulées par espèce et par mois
Les échelles des graphiques sont libres pour permettre une meilleure visualisation de l'activité

Les données d'activité sur l'ensemble du suivi ainsi que par mois sont détaillées en annexes (Annexes 9 et 10).

Les espèces recensées ont toutes à minima un statut NT sur liste rouge nationale et/ou régionale à part la **Pipistrelle de Kuhl**. Seule la **Noctule commune** a un statut VU au niveau national (Tableau 19).

Tableau 19 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées

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
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
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 14). L'activité est nulle jusqu'à la semaine 18 où l'on observe un pic d'activité semaine 19 pour la **Pipistrelle commune**. L'activité est ensuite faible jusqu'à la semaine 24, où l'on observe un nouveau pic d'activité semaine 25 pour la **Pipistrelle commune**, la **Pipistrelle de Kuhl** et la **Noctule de Leisler**. L'activité est de nouveau faible entre les semaines 26 et 41, les semaines 42 et 43 montrent le retour d'une activité plus forte pour la **Pipistrelle commune** et la **Pipistrelle de Nathusius**. L'activité cesse à la semaine 44.

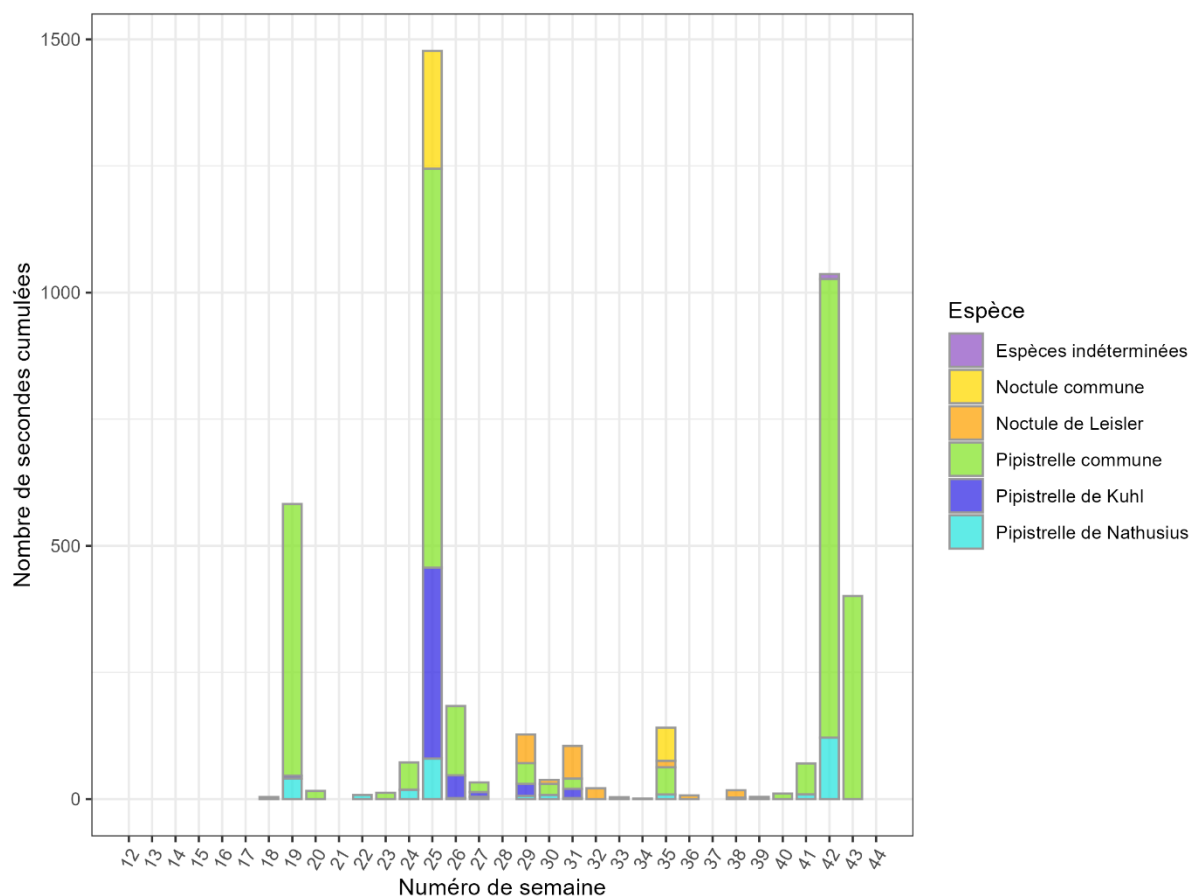


Figure 14 : activité par semaine sur l'ensemble du suivi

Sur l'ensemble de la période d'enregistrement, les chauves-souris ont été actives à partir de 19h30 jusqu'à 6h avec une activité concentrée en début (19h30 à 00h30) et milieu de nuit (2h à 3h) (Figure 15).

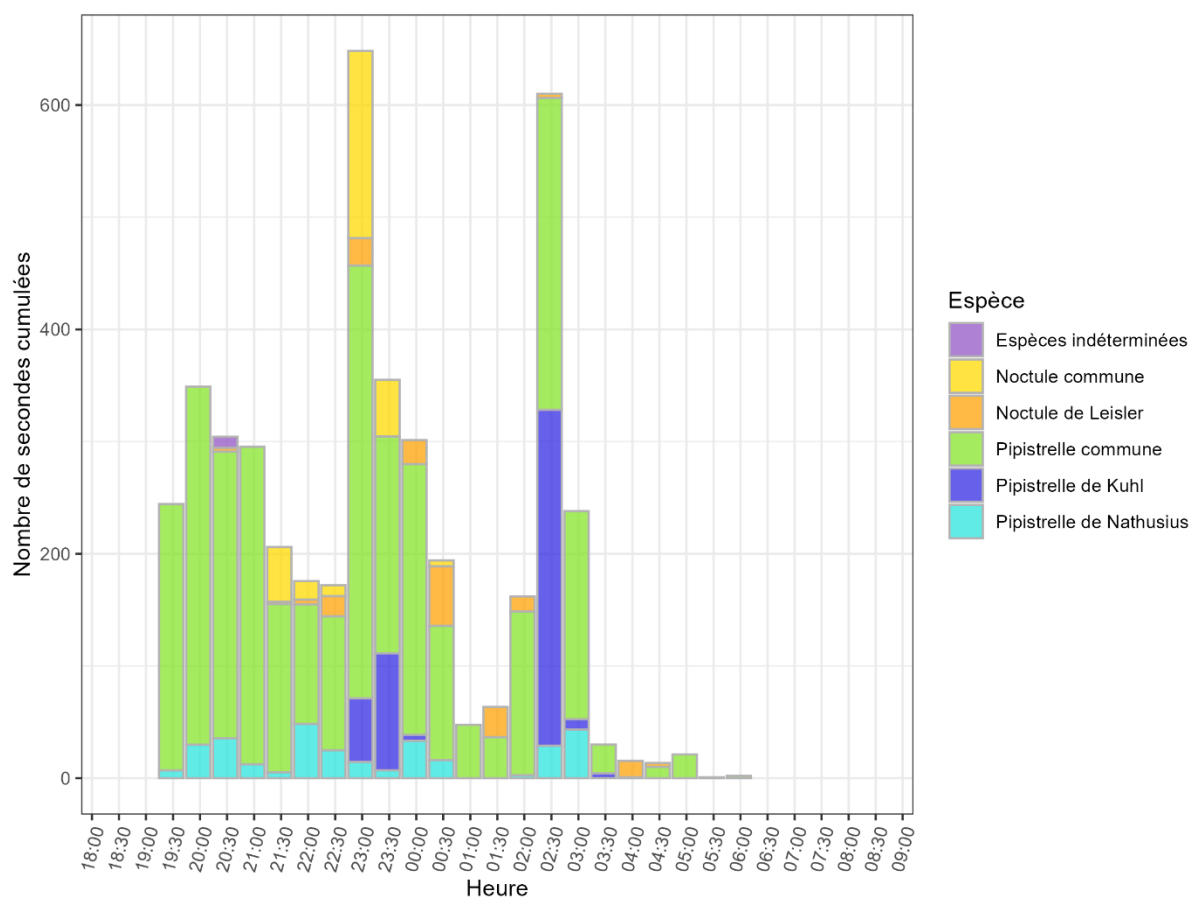


Figure 15 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrement

L'activité horaire détaillée met en évidence que celle-ci est plus marquée en début de nuit sur l'ensemble du suivi. En mai, juin et juillet, elle est également marquée en milieu de nuit (Figure 16).

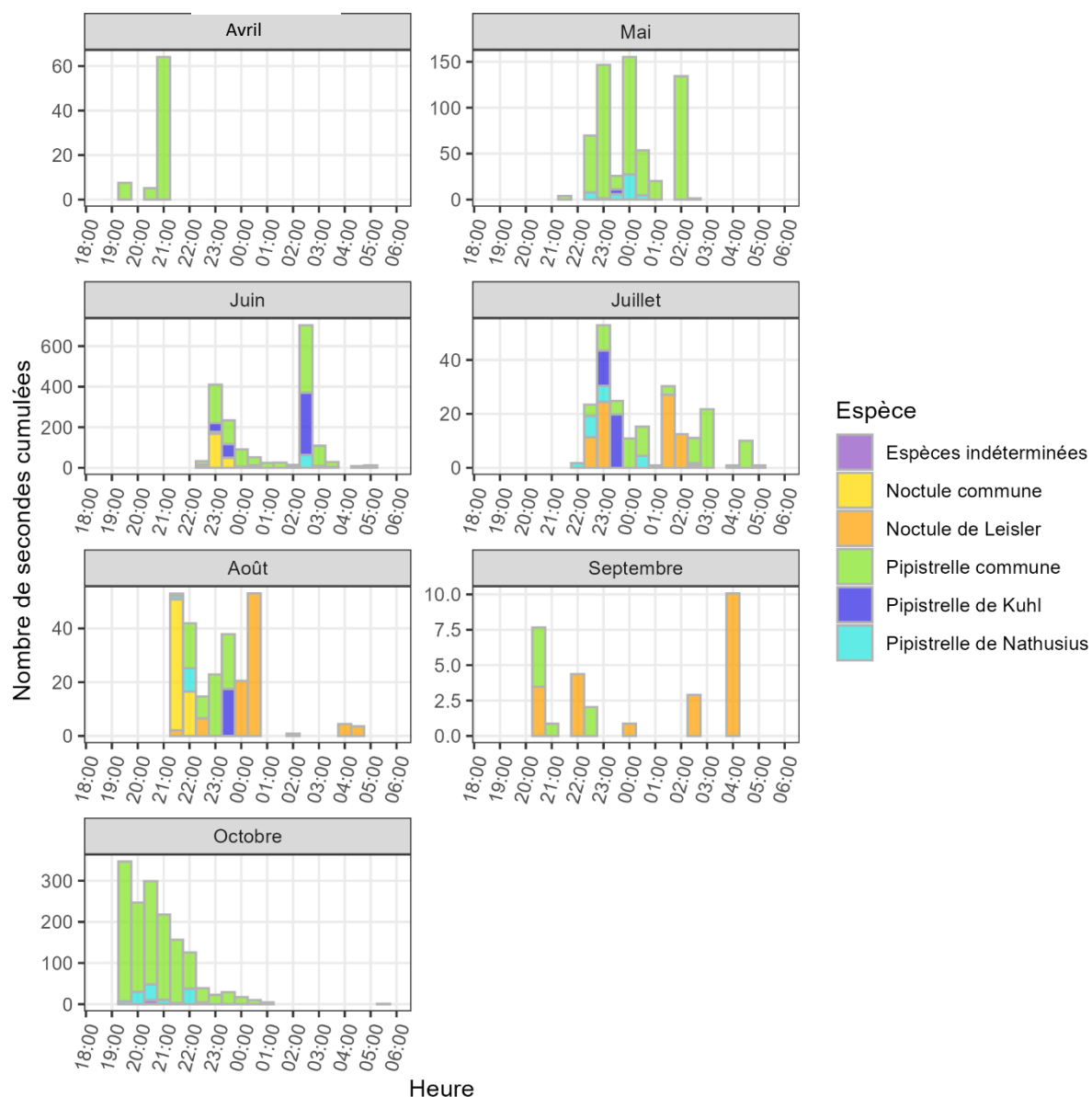


Figure 16 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle variable)

L'activité exprimée avec une échelle fixe montre que juin et octobre représentent l'essentiel de l'activité horaire annuelle exprimée en lien avec l'activité principale de la **Pipistrelle commune** (Figure 17).

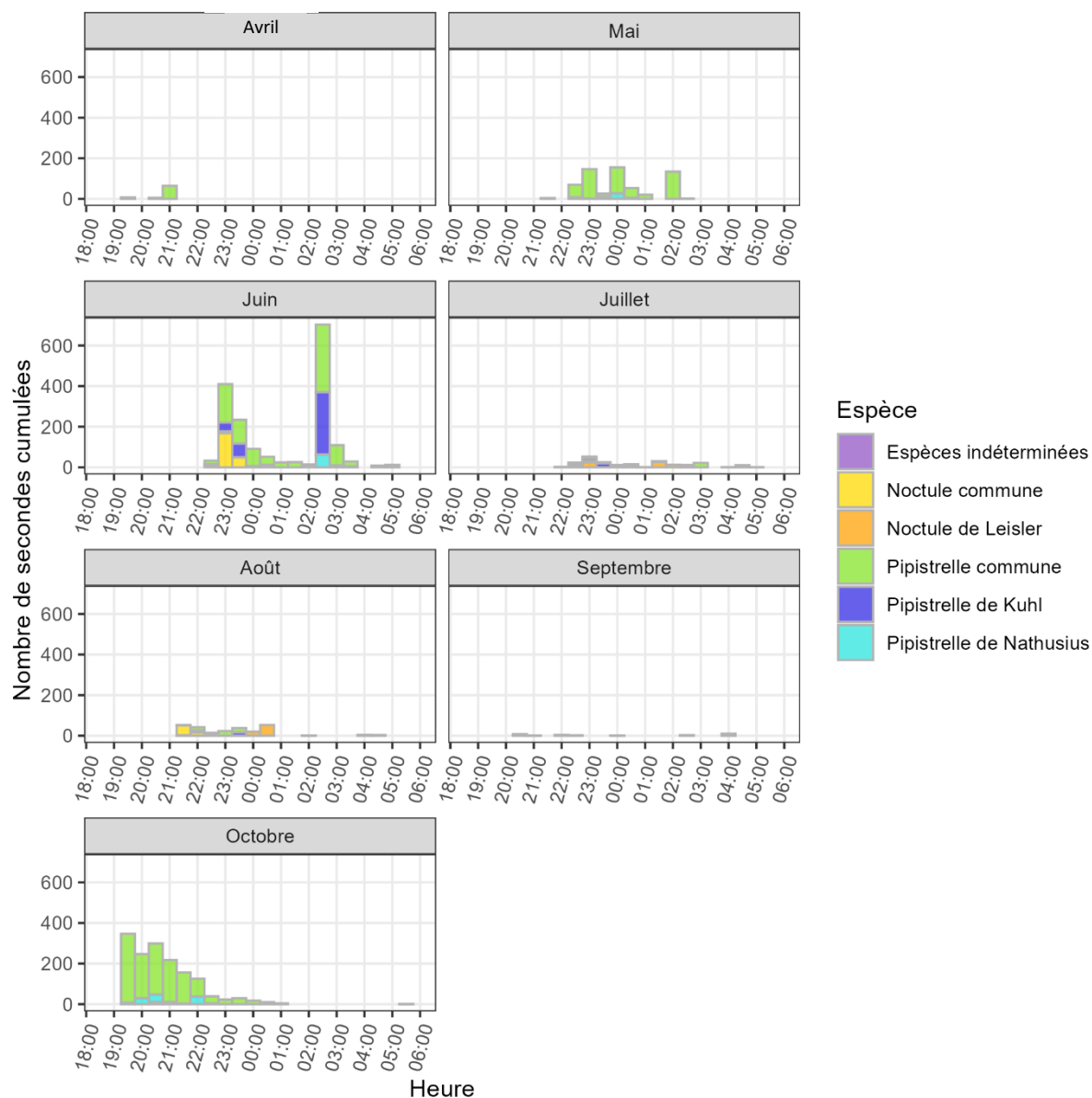


Figure 17 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle fixe)

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 22,5 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 18).

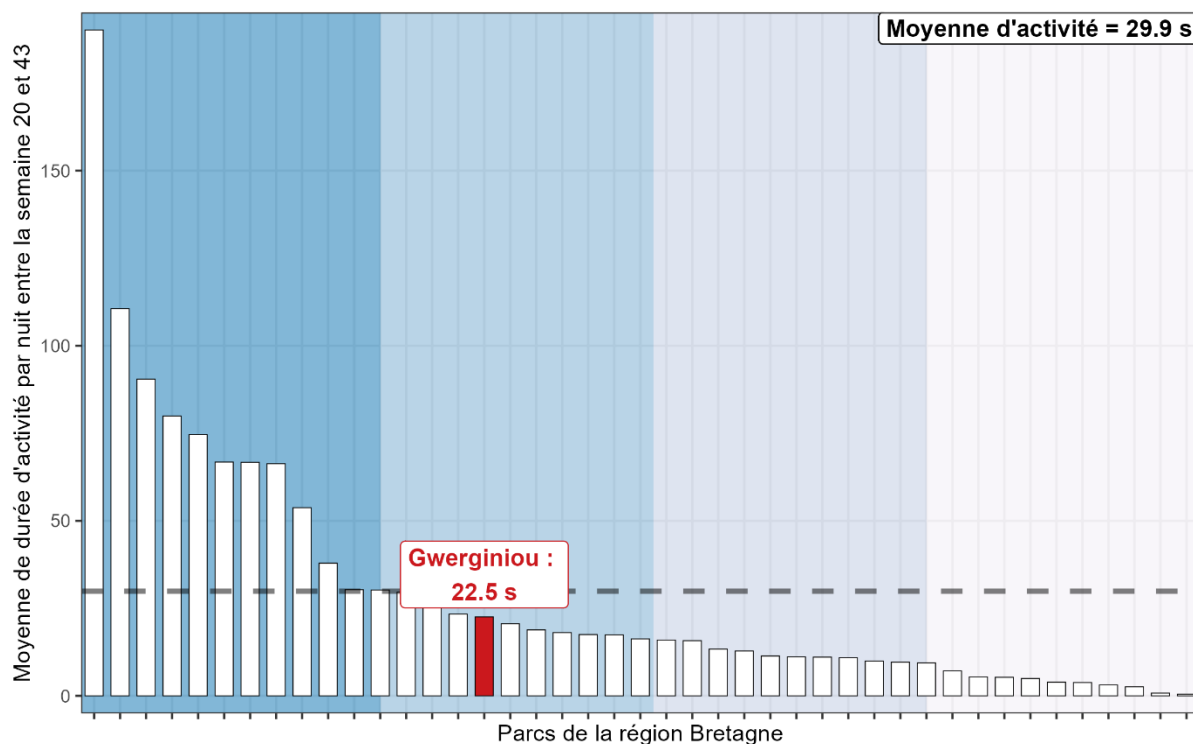


Figure 18 : diagramme en barres représentant l'activité acoustique moyenne des chiroptères, enregistrée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de référence de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)

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

Toutes les espèces enregistrées sur le site présentent une activité significative par rapport aux sites de référence, avec un minimum supérieur à 54 % (Figure 19).

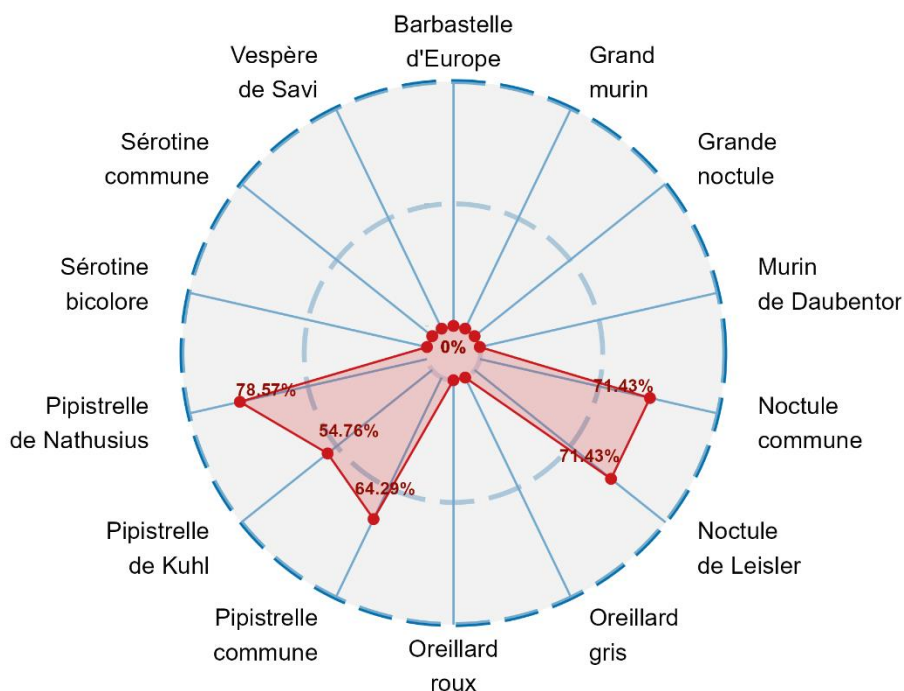


Figure 19 : graphique en radar représentant le quantile d'activité de chaque espèce par rapport aux sites de référence

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 mi-juin et mi-octobre (Figure 20) et correspond à l'essentiel de l'activité de la **Pipistrelle commune** et dans une moindre mesure de la **Pipistrelle de Nathusius** (juin et octobre) et de la **Pipistrelle de Kuhl** et de la **Noctule commune** en juin. L'activité de la **Noctule de Leisler** est surtout concentrée en juillet et août. L'activité est également marquée en mai pour la **Pipistrelle commune** (Figure 21).

L'activité apparaît marquée en début de nuit, et dans une moindre mesure en milieu de nuit, pour toutes les espèces.

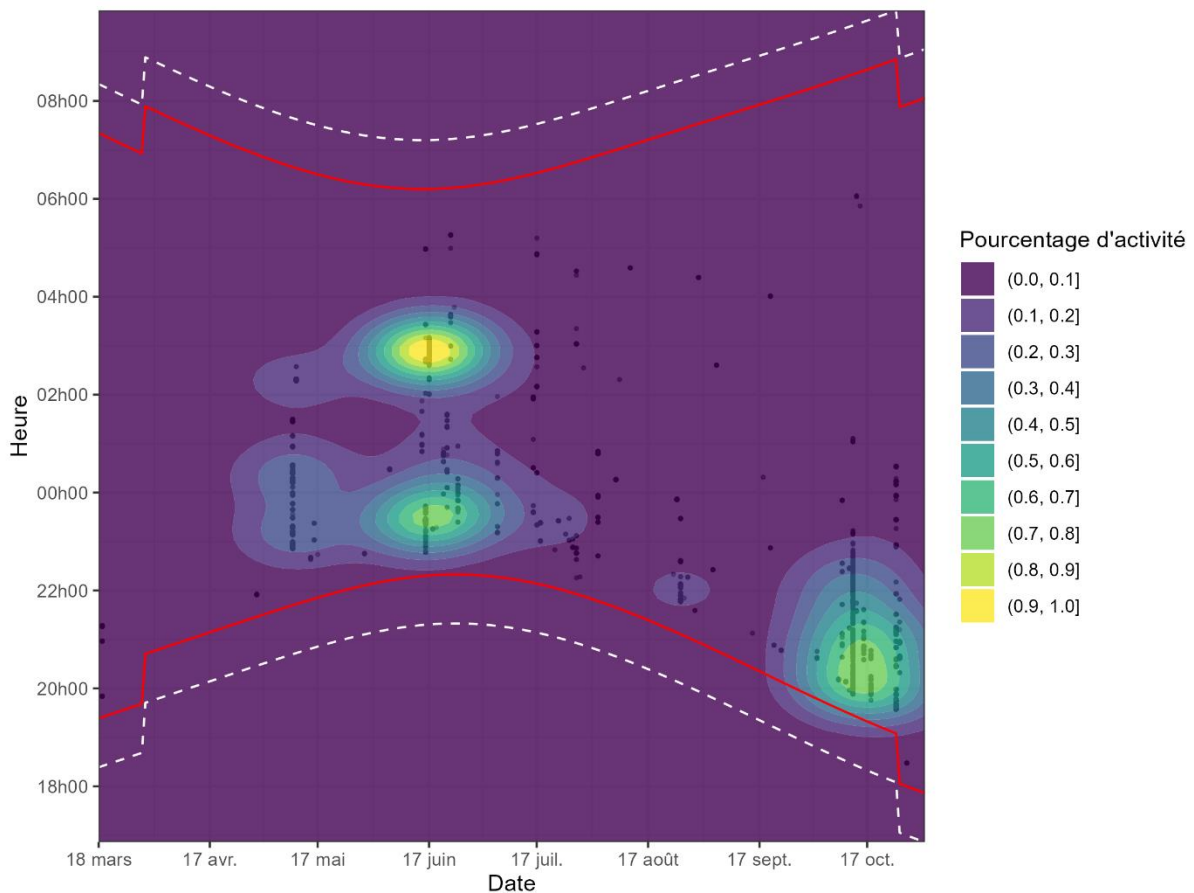


Figure 20 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse)

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

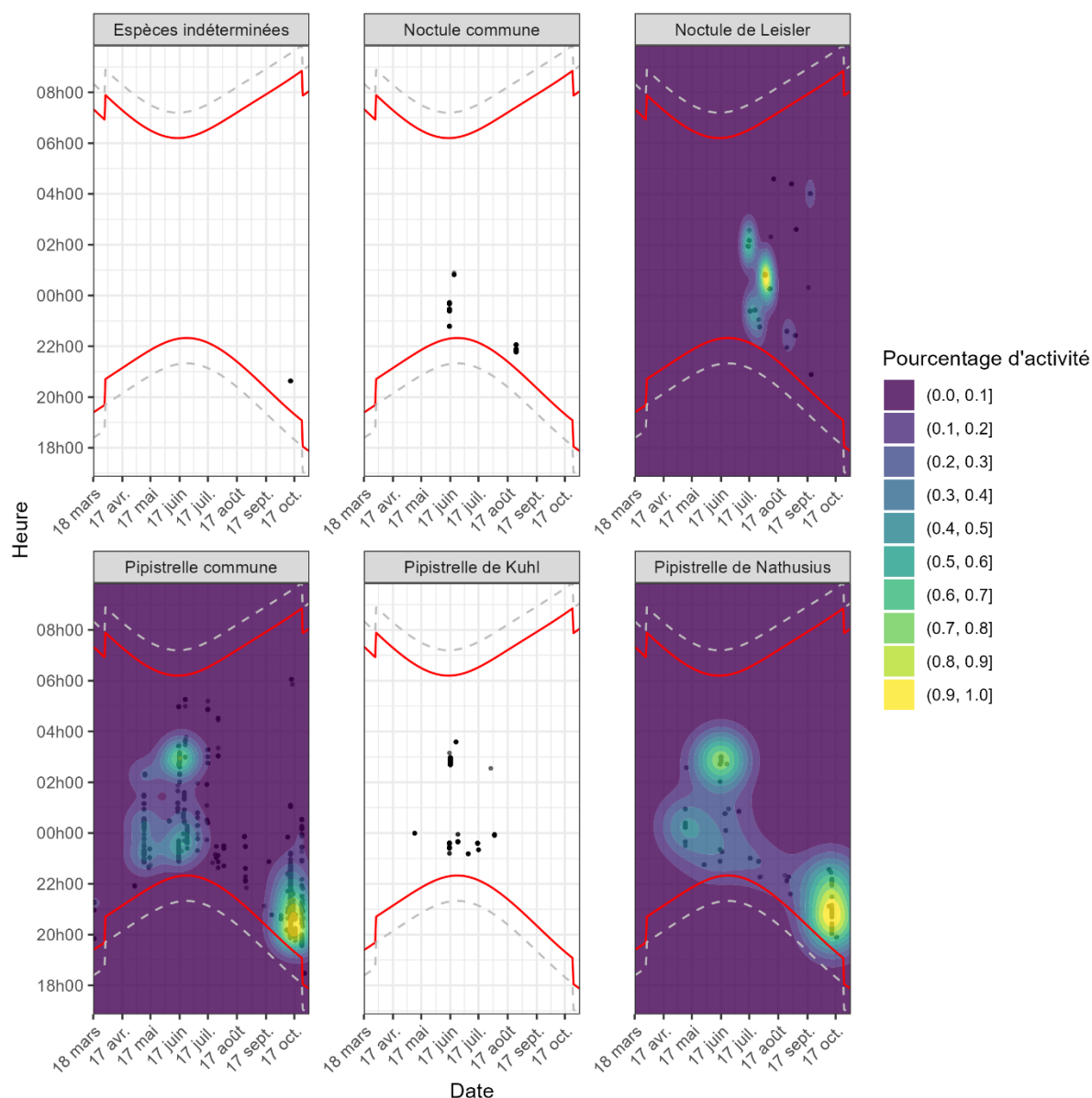


Figure 21 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) du mois (abscisse) et par espèce
Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité

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 22).

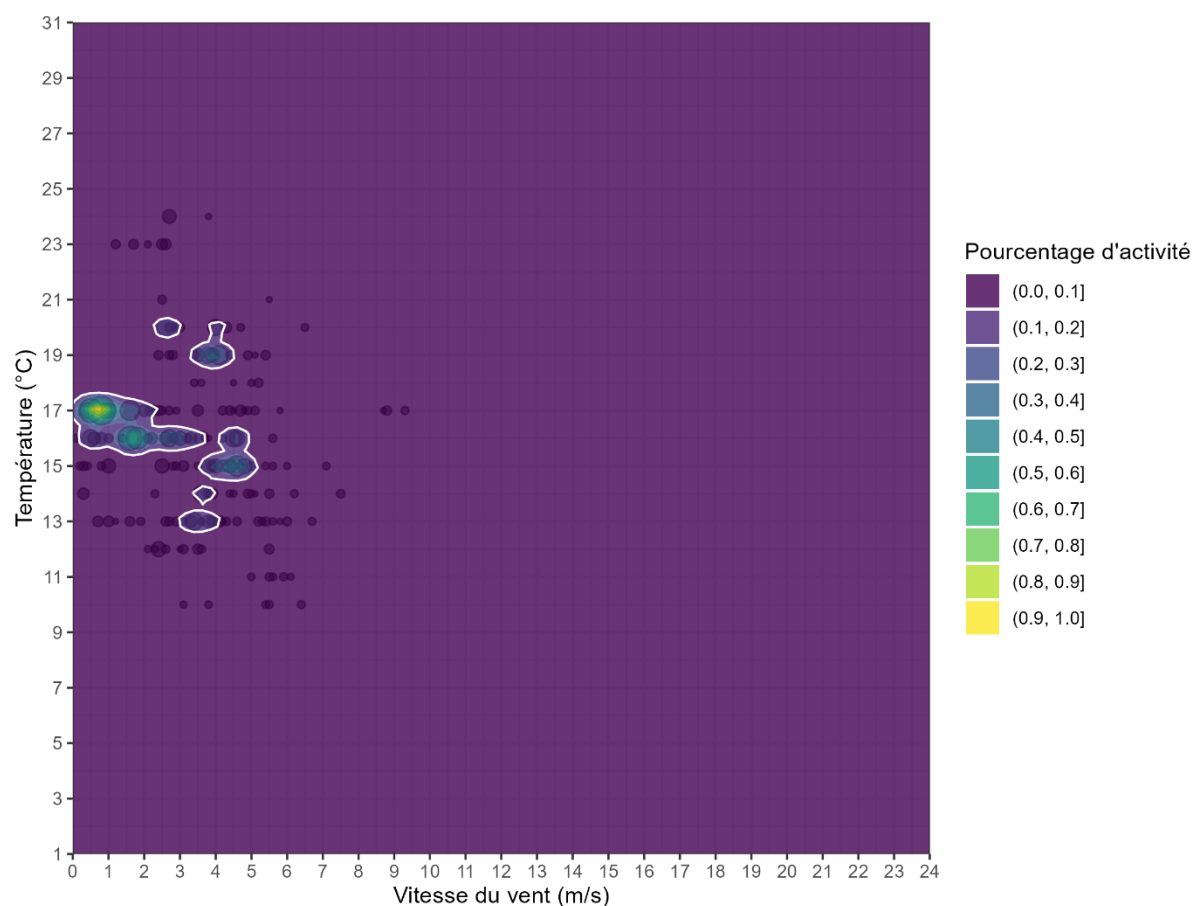


Figure 22 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température
Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité

Ces valeurs sont reprises ci-dessous en les détaillant par espèce et par mois (Figure 23 et Figure 24). Elles montrent que les différentes espèces sont principalement actives sur des plages de valeurs en température et vitesse de vent relativement similaires (entre 12 et 23 °C et entre 0 et 8 m/s).

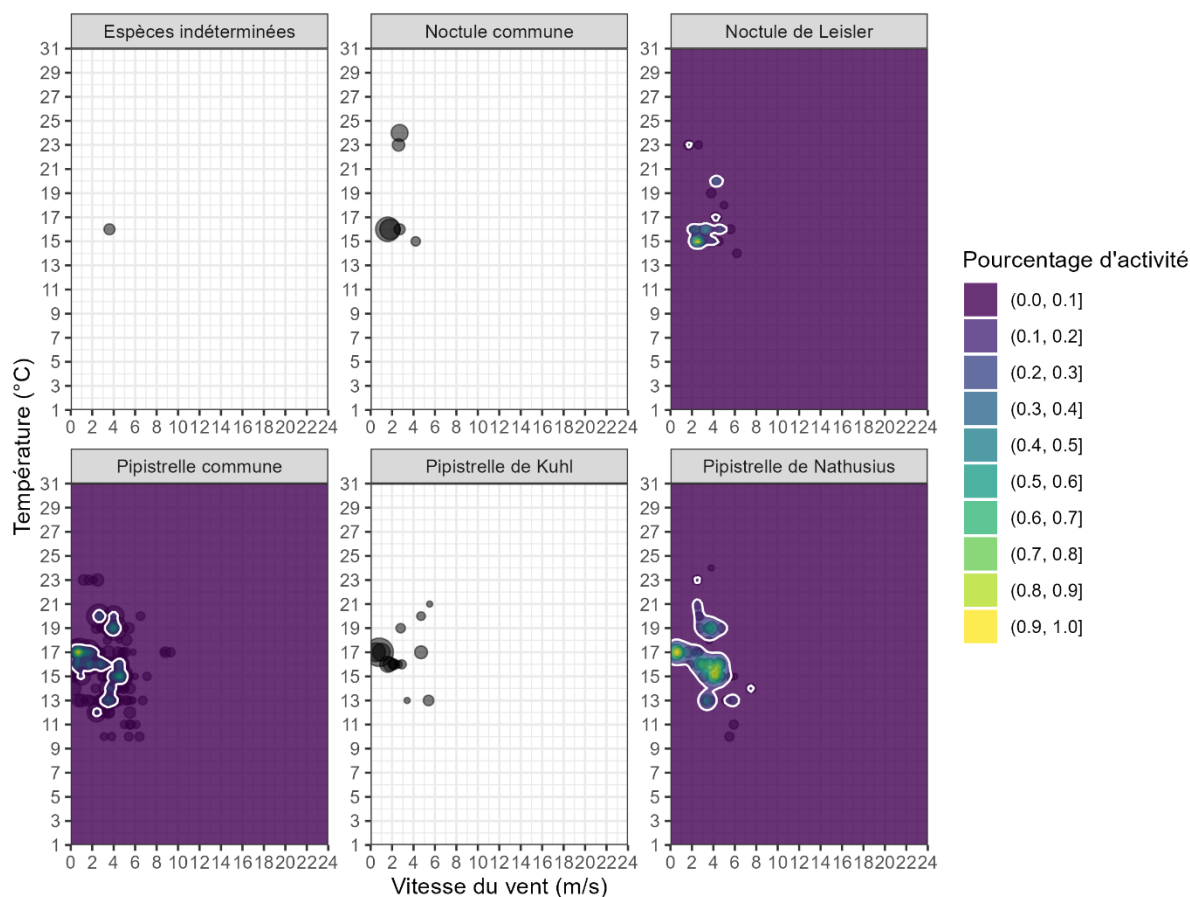


Figure 23 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température pour chaque espèce
Chaque point représente une mesure d'activité, la zone entourée représente 90 % de l'activité

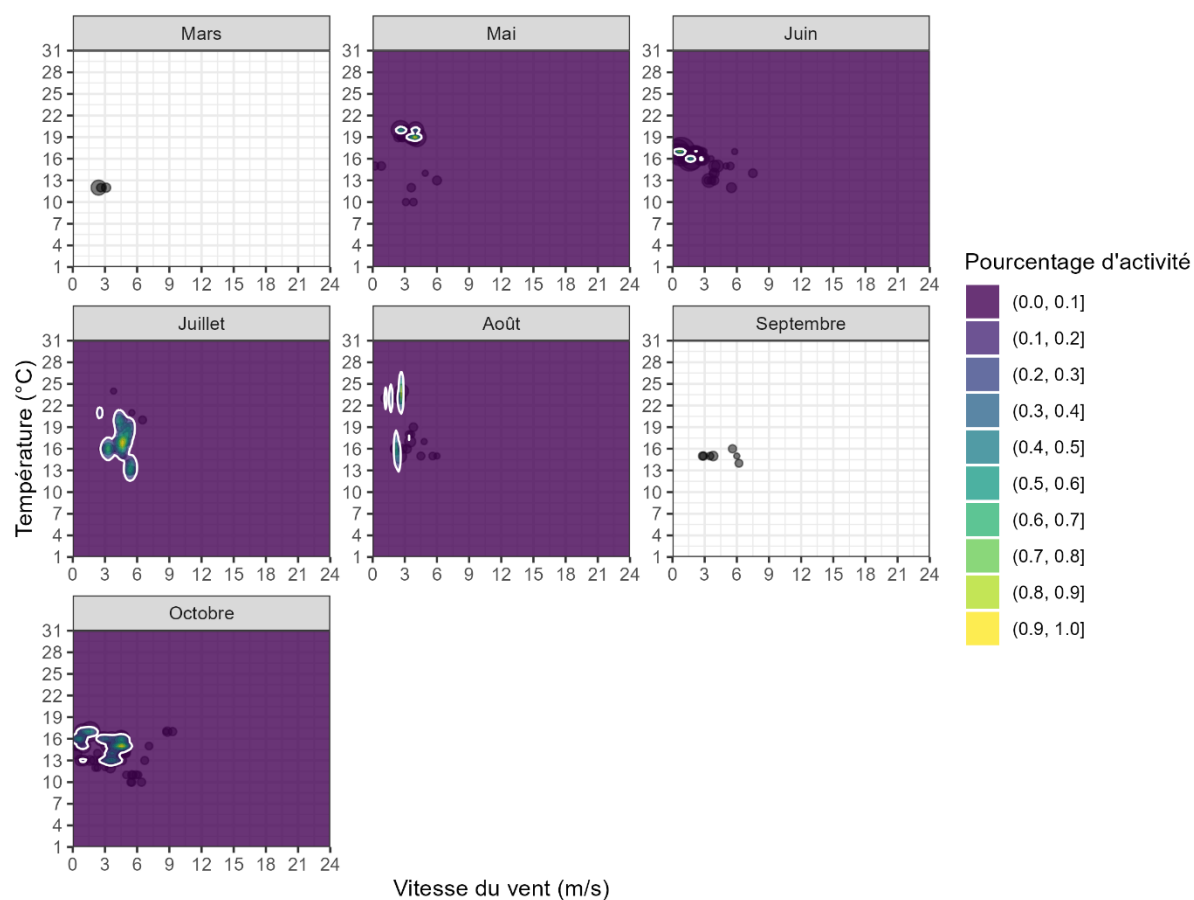


Figure 24 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température par mois

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

19 SUIVI DE L'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE NICHEUSE

Entre mars et juin 2024, **42 espèces d'oiseaux** (pour un total de 441 individus en cumulant les données de toutes les sorties) ont été répertoriées. La présence de boisements, de haies bocagères, de cultures, de prairies et de zones humides offre des zones d'alimentation et de reproduction variées.

Parmi ces 42 espèces :

- **15 sont patrimoniales** : L'Alouette des champs, l'Alouette lulu, l'Autour des palombes, le Bouvreuil pivoine, le Bruant jaune, le Chardonneret élégant, le Faucon crécerelle, la Fauvette des jardins, la Linotte mélodieuse, le Pic noir, le Pipit farlouse, le Roitelet huppé, le Serin cini, le Tarier pâtre et le Verdier d'Europe ;
- **12 sont connues pour présenter un risque élevé à l'éolien** : L'Alouette des champs, l'Alouette lulu, l'Autour des palombes, le Bruant jaune, la Buse variable, le Chardonneret élégant, le Faucon crécerelle, la Linotte mélodieuse, le Pipit farlouse, le Roitelet huppé, le Serin cini et le Verdier d'Europe ;

19.1 RESULTAT DES IPA

Les valeurs IPA et la richesse spécifique sont variables entre les points d'écoute (Tableau 20). En 2024, Les points d'écoute comptabilisent entre 7 et 20 espèces, avec des valeurs IPA (nombre de couples) comprises entre 9 et 17. Cette différence entre les points s'explique par la diversité des milieux (prairies, cultures, haies, boisements). Les points 1, 2, 6 et 8 ont les valeurs IPA les plus élevées, avec un maximum de 17.

Parmi les espèces recensées, certaines sont présentes sur la plupart des points d'écoute :

- L'Alouette des champs, la Corneille noire, la Fauvette à tête noire, la Linotte mélodieuse, le Merle noir, le Pinson des arbres, le Pouillot véloce, le Rougegorge familier et le Troglodyte mignon sont présents sur plus de la moitié des points d'écoute.

Soulignons une présence importante d'espèces d'intérêt patrimonial :

- Plusieurs mâles chanteurs et couples de **Bruant jaune** sur les points d'écoute 1, 2, 6, 8 et 10 ;
- Des couples et des individus de **Linotte mélodieuse** sur les points d'écoute 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10.

Tableau 20 : résultat des IPA en 2017 (étude d'impact) et 2024

Point	Site	Valeur IPA 2017	Valeur IPA 2024	Richesse spécifique 2017	Richesse spécifique 2024
IPA1	Contrôle	19	14	14	15
IPA2	Impact	16	16	15	17
IPA3	Impact	23	13,5	16	16
IPA4	Contrôle	21,5	14	18	15
IPA5	Contrôle	17,5	9,5	11	12
IPA6	Contrôle	18	14	15	15
IPA7	Impact	17	9	17	7
IPA8	Impact	20	17	19	20
IPA9	Impact	14,5	9,5	14	11
IPA10	Contrôle	16	13,5	13	16

La liste des espèces inventoriées en période de nidification se trouve en Annexe 11.

Pendant la période de nidification, 15 espèces patrimoniales ont été recensées (Figure 25) :

- L'**Alouette des champs** était très présente sur le site, 31 oiseaux ont été recensés pendant les quatre passages dédiés à la période de nidification. Elle a niché dans les parcelles herbacées du site. Les mâles paraient à hauteur de pale parfois proche des éoliennes.
- Plusieurs mâles chanteurs d'**Alouette lulu** ont été contactés sur le site, au nord autour du point d'écoute 1. Ils prenaient place sur les arbres de la haie pour prendre son envol et réaliser son vol de parade nuptiale.
- L'**Autour des palombes** a été observé deux fois le 7 mars 2024 au nord du point d'écoute 8. Il volait en rasant la cime des arbres puis il a attaqué une Buse variable passant à proximité. Cette espèce discrète n'a pas été retrouvée pendant les autres passages.
- Le **Bouvreuil pivoine** a été entendu sur les points d'écoute 9 et 5. Sur ce dernier, un couple a été observé.
- Le **Bruant jaune**, est présent sur tout le site. Des couples et des jeunes ont été observés dans les fourrés d'ajoncs et jeunes plantations de pins.
- Le **Chardonneret élégant** est principalement présent à l'est du parc éolien où deux couples ont été observés le 3 mai 2024.
- Le **Faucon crécerelle** a été vu le 23 mai 2024 (lors d'un passage dédié à la mortalité) en chasse au-dessus des cultures entourant le point d'écoute 7.
- La **Fauvette des jardins** chantait dans les milieux arbustifs de la moitié sud-est du parc éolien.
- La **Linotte mélodieuse** a été observée à de nombreuses reprises en couple sur l'ensemble du site. Elle fréquentait surtout les haies et les jeunes boisements de pins.
- Le **Pic noir** a été entendu dans la forêt située au nord du parc éolien et dans un boisement au centre. Ces habitats peuvent convenir à la nidification de l'espèce.
- Un **Pipit farlouse** a été contacté en migration le 7 mars 2024 à l'est du parc éolien.
- Un **Roitelet huppé** chanteur a été entendu dans une parcelle de conifères située au nord du point d'écoute 8.
- Un mâle chanteur de **Serin cini** était présent à la cime des arbres plantés à côté du point d'écoute 10.
- Le **Tarier pâtre** a été observé dans la moitié sud-est du parc éolien avec des mâles chanteurs et des juvéniles récemment sortis du nid.
- Le **Verdier d'Europe** était présent dans les parcelles de milieux arbustifs au centre du parc éolien.

La majorité des oiseaux en vols observés étaient des **Alouette des champs** qui paraient. Elles volent parfois proche des pâles des éoliennes. L'espèce paraît surtout dans les prairies semées et les parcelles de culture.

La plupart des espèces observées en vol étaient en transit entre les différents habitats présents au sein du site. Les hauteurs de vols étaient variables, depuis la cime des arbres, jusqu'à la hauteur des éoliennes.

Au regard de la patrimonialité, du niveau de risque, des effectifs et des comportements des espèces sur le site (Figure 26), trois espèces sont à surveiller : l'Alouette des champs, le Bruant jaune et la Linotte mélodieuse.

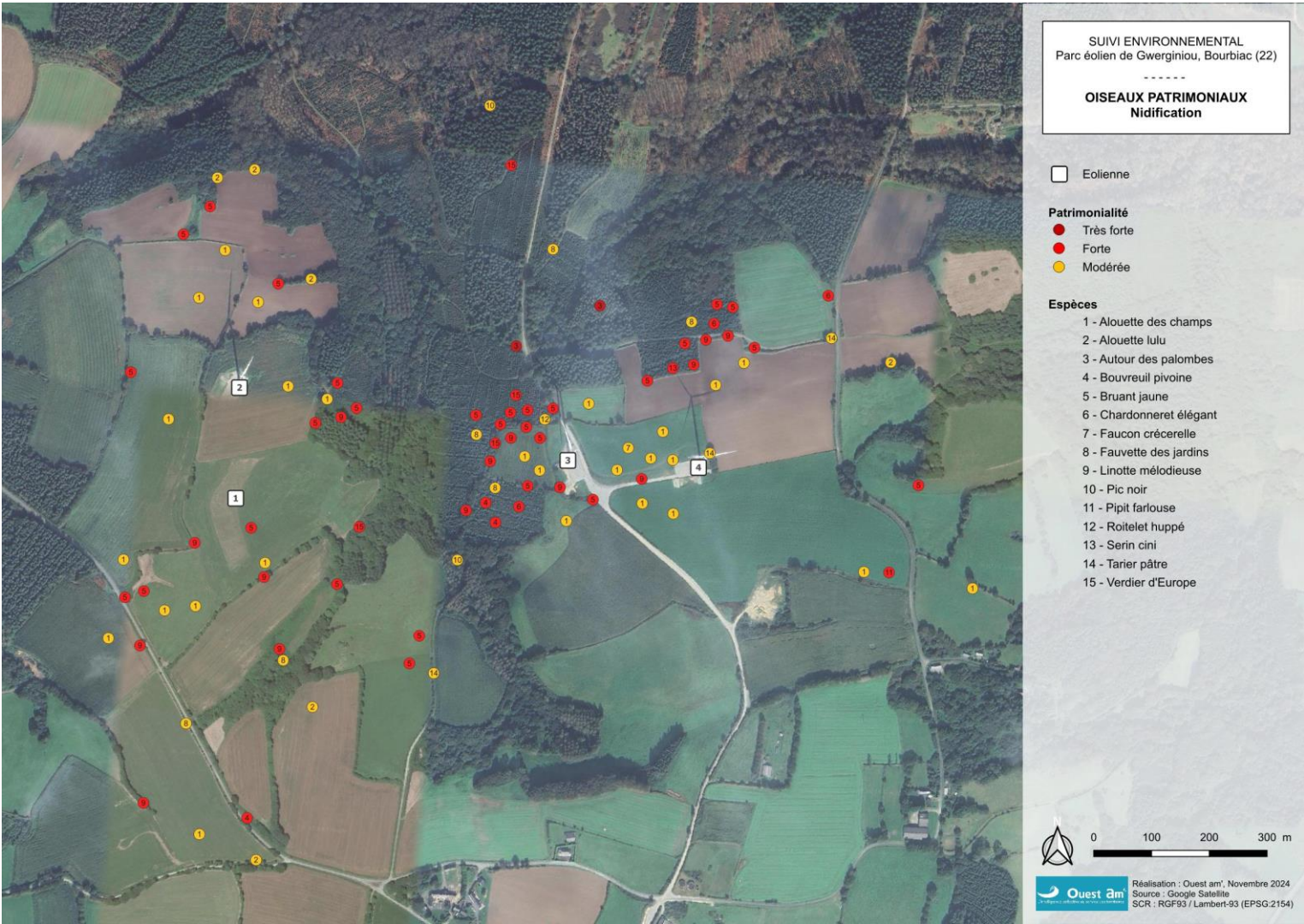


Figure 25 : espèces d'oiseaux patrimoniaux – Nidification

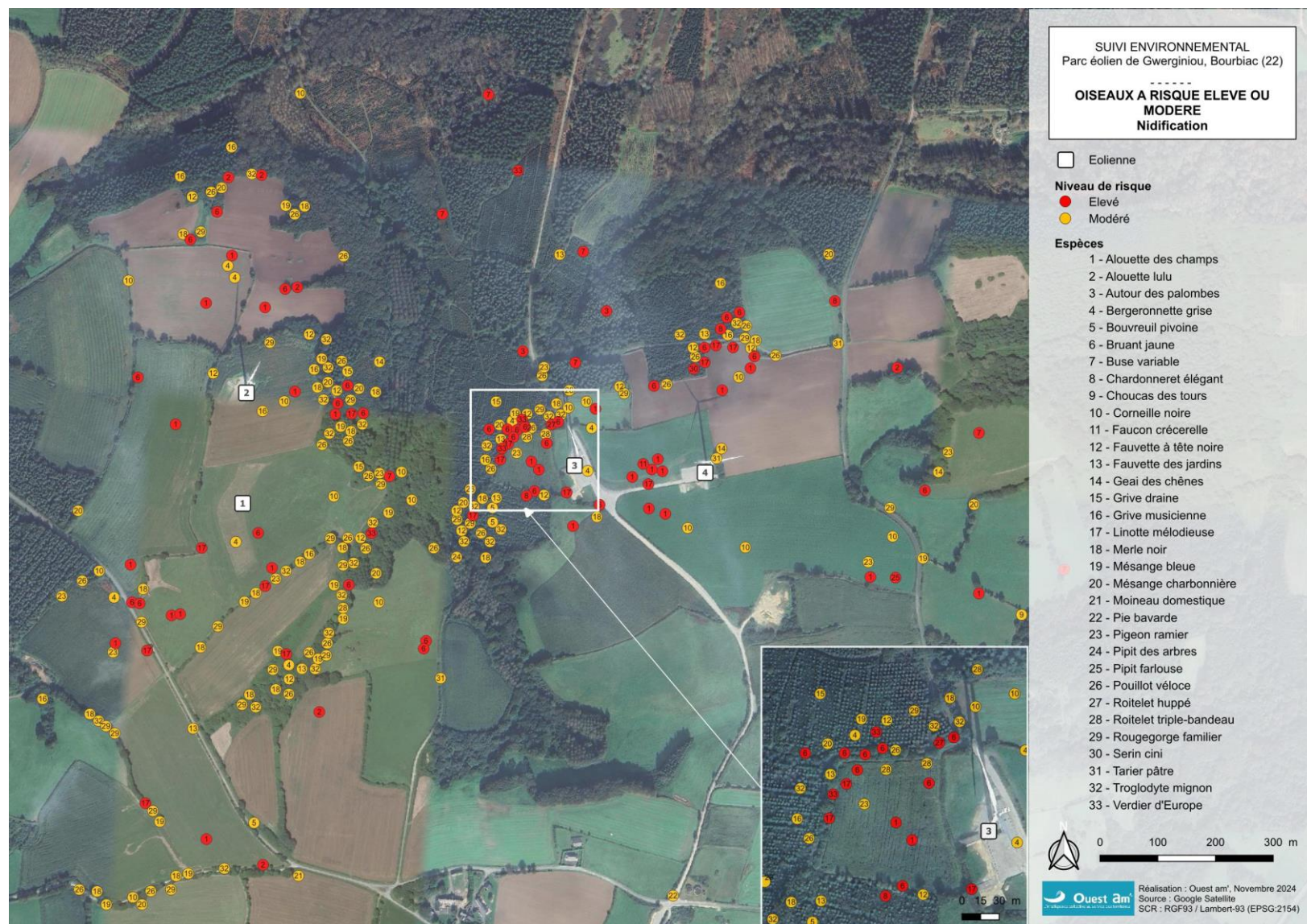


Figure 26 : espèces d'oiseaux à risque - Nidification

19.2 RESULTAT DE LA COMPARAISON BACI (BEFORE-AFTER-CONTROL-IMPACT)

Les résultats de l'ANOVA concernant la richesse spécifique sur les points d'écoute IPA montrent qu'aucun des effets principaux (site et année), ni l'interaction entre eux, ne sont statistiquement significatifs (Tableau 21). **La richesse spécifique n'a pas évolué entre les sites (contrôles et impactés), avant et après projet de parc éolien.** D'après ce test, l'impact du parc serait insignifiant sur la richesse spécifique d'oiseaux.

Tableau 21 : résultats et interprétation de l'ANOVA pour la richesse spécifique sur les points d'écoute IPA.

Effets pour la richesse spécifique	p-value	Interprétation
Site (contrôle/impacté)	0,58	La valeur p est supérieure à 0,05. Il n'y a pas de différence significative entre les sites de contrôle et d'impact.
Année (2017/2024)	0,58	La valeur p est supérieure à 0,05. Il n'y a pas de différence significative entre 2017 et 2024.
Interaction sites-année	0,41	La valeur p est supérieure à 0,05. L'interaction entre le site et l'année n'est pas significative. Cela signifie que l'effet de l'année (avant/après projet) ne diffère pas de manière significative entre les sites de contrôle et d'impact.

Les résultats de l'ANOVA concernant la valeur IPA (nombre de couples) sur les points d'écoute IPA indiquent qu'il n'y a pas de différence significative pour le nombre de nicheurs entre les sites contrôles et impactés (Tableau 22). Il montre également, avec un niveau élevé de significativité statistique, que **le nombre de nicheurs a diminué sur les sites contrôles et impactés avant et après l'implantation du projet éolien sur les points les plus proches des éoliennes.** Cet effet peut être expliqué par plusieurs hypothèses : le parc a un impact direct sur les effectifs nicheurs, l'effondrement général des populations d'oiseaux nicheurs en France ou l'année 2024 est une mauvaise année pour la nidification de certaines espèces comparativement à 2017. Dans tous les cas ces hypothèses doivent être vérifiées par un suivi à moyen terme du parc éolien.

Tableau 22 : résultats et interprétation de l'ANOVA pour la valeur IPA (nombre de couples) sur les points d'écoute IPA.

Effets pour la valeur IPA (nombre de couples)	p-value	Interprétation
Site (contrôle/impacté)	0.91	La valeur p est supérieure à 0,05. Il n'y a pas de différence significative entre les sites de contrôle et d'impact.
Année (2017/2024)	$8,8 \times 10^{-4}$	La valeur p est inférieure à 0,05. Il y a une différence significative entre 2017 et 2024.
Interaction sites-année	0,91	La valeur p étant supérieure à 0,05. L'interaction entre le site et l'année n'est pas significative. Cela signifie que l'effet de l'année (avant/après projet) ne diffère pas de manière significative entre les sites de contrôle et d'impact.

19.3 SUIVI DE L'AUTOUR DES PALOMBES

L'Autour des palombes a été observé deux fois le 7 mars 2024 au nord du point d'écoute 8. Il volait en rasant la cime des arbres puis il a attaqué une Buse variable passant à proximité. Cette espèce discrète n'a pas été retrouvée pendant les autres passages. **Aucun nid n'a été découvert à proximité du parc éolien.** Les parcelles les plus favorables à une nidification sont éloignées de plus de 500 mètres du parc. Le Lièvre d'Europe figure parmi les proies de l'Autour des palombes. Ce mammifère fréquente les parcelles agricoles jusqu'en limite des plateformes éoliennes. **Le risque de collision peut être jugé faible** au regard des observations faites.

19.4 SUIVI DU BRUANT JAUNE

Le Bruant jaune est présent sur tout le site. De nombreux couples et des jeunes ont été observés dans les fourrés d'ajoncs et jeunes plantations de pins. Au minimum, ce sont trois couples qui ont été observés le 03 avril 2024, avec 6 mâles chanteurs et un individu en alimentation. Des individus peuvent se trouver, au plus proche, à 50 m de l'éolienne E3. Les parcelles avec de jeunes plantations de résineux sont très attractives pour la reproduction de l'espèce. Des mâles chanteurs étaient postés à la cime des arbres. Les déplacements se faisaient principalement à hauteur de la cime des arbres en longeant les lisières, traversant les parcelles arbustives et le long des haies. **Le risque de collision est faible compte tenu des milieux fréquentés par l'espèce mais modéré au regard de la distance minimale constatée.**

19.5 CONCLUSION DU SUIVI DE L'AVIFAUNE

Le parc éolien de Gwerginiou - Bourbriac est entouré par des habitats fréquentés par 42 espèces d'oiseaux, dont 15 patrimoniales : **L'Alouette des champs, l'Alouette lulu, l'Autour des palombes, le Bouvreuil pivoine, le Bruant jaune, le Chardonneret élégant, le Faucon crécerelle, la Fauvette des jardins, la Linotte mélodieuse, le Pic noir, le Pipit farlouse, le Roitelet huppé, le Serin cini, le Tarier pâtre et le Verdier d'Europe.**

La majorité des oiseaux notés a été observée à bonne distance des éoliennes et traversaient le parc en évitant les éoliennes. De nombreux vols étaient limités à un couloir aérien central pour passer d'une parcelle boisée à une autre. Les espèces nichant dans les cultures et milieux landeux sont à surveiller (**Alouette des champs, Bruant jaune, Linotte mélodieuse**) de même que **l'Autour des palombes** malgré sa présence ponctuelle.

La richesse spécifique n'a pas évolué entre les sites (contrôles et impactés), avant et après projet de parc éolien. **L'impact du parc serait insignifiant sur la richesse spécifique d'oiseaux.** De plus, **il n'y a pas de différence significative pour le nombre de nicheurs entre les sites contrôles et impactés. Le nombre de nicheurs a diminué sur les sites contrôles et impactés avant et après l'implantation du projet éolien. Cet effet devra être évalué lors du suivi à moyen terme du parc éolien.**

L'Autour des palombes est peu présent à proximité du parc. Le Bruant jaune est quant à lui très représenté sur le site, mais reste de manière générale dans les milieux arbustifs, éloignés des éoliennes.

Au regard de la patrimonialité, du niveau de risque, des effectifs et des comportements des espèces sur le site, trois espèces sont à surveiller : l'Alouette des champs, le Bruant jaune et la Linotte mélodieuse.

CONCLUSION

20 CHIROPTERES

20.1 SIGNIFICATIVITE POUR LES CHIROPTERES

Concernant les chiroptères, aucun cadavre n'a été retrouvé. La mortalité est inférieure à la moyenne régionale par rapport aux autres parcs de la région. **L'impact est très 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.

Néanmoins, compte tenu de la prospectabilité moyenne du parc (70%), l'impact peut-être plus fort que ce qui a été observé.

De plus, les niveaux d'activité enregistrés sont « modérés » toutes espèces confondues.

20.2 MESURES PROPOSEES POUR LES CHIROPTERES

Le bridage actuellement en place peut donc être maintenu :

- ✓ Toutes les éoliennes
- ✓ Du 01/04 au 31/10
- ✓ De 1h avant le coucher du soleil à 1h après le lever du soleil
- ✓ Température > 9°C
- ✓ Vitesse de vent < 7,5 m/s

21 OISEAUX

21.1 SIGNIFICATIVITE POUR LES OISEAUX

Concernant les oiseaux, aucun cadavre n'a été retrouvé. La mortalité est inférieure à la moyenne régionale. **L'impact est très 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.

De plus, les résultats du suivi d'activité de l'avifaune nicheuse ont montré que le parc n'a pas d'impact significatif sur la diversité ou les populations nicheuses.

21.2 MESURES PROPOSEES POUR LES OISEAUX

Au vu de l'absence de mortalité et d'impact significatif sur l'avifaune nicheuse, aucune mesure n'est nécessaire concernant les oiseaux.

22 NECESSITE DE REALISER UN SUIVI COMPLEMENTAIRE

Le suivi sera à réitérer en 2025 selon l'arrêté du parc.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : carte de localisation du parc éolien de Gwerginiou	7
Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes	8
Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site) .	11
Figure 4 : cartographie de la méthodologie du suivi d'activité avifaune	20
Figure 5 : vérification de l'arrêt de l'éolienne E1.....	26
Figure 6 : vérification de l'arrêt de l'éolienne E2.....	27
Figure 7 : carte des habitats à proximité des aires de prospection	29
Figure 8 : carte du contexte environnemental du parc éolien.....	31
Figure 9 : évolution de la prospectabilité au cours du suivi	32
Figure 10 : 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).	35
Figure 11 : 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).	36
Figure 12 : activité en secondes cumulées par espèce sur l'ensemble du suivi.....	37
Figure 13 : activité en secondes cumulées par espèce et par mois	38
Figure 14 : activité par semaine sur l'ensemble du suivi.....	39
Figure 15 : activité enregistrée en fonction de l'heure de la nuit sur l'ensemble de la période d'enregistrement.....	40
Figure 16 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle variable)	41
Figure 17 : activité enregistrée par mois en fonction de l'heure de la nuit (échelle fixe)	42
Figure 18 : 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).....	43
Figure 19 : graphique en radar représentant le quantile d'activité de chaque espèce par rapport aux sites de référence	44
Figure 20 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) et du mois (abscisse).....	45
Figure 21 : activité enregistrée en fonction de l'heure (ordonnées) du mois (abscisse) et par espèce	46
Figure 22 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température.....	47

Figure 23 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température pour chaque espèce	48
Figure 24 : corrélation entre activité, vitesse de vent et température par mois	49
Figure 25 : espèces d'oiseaux patrimoniaux – Nidification	52
Figure 26 : espèces d'oiseaux à risque - Nidification.....	53

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : parc éolien de Gwerginiou	6
Tableau 2 : classes de niveau de prospectabilité	10
Tableau 3 : classes de niveaux d'efficacité de recherche	11
Tableau 4 : classes de niveaux de persistance	12
Tableau 5 : formules d'estimation de la mortalité	13
Tableau 6 : nombre de rapports de suivi de mortalité utilisés pour l'étude de la comparaison de la mortalité	15
Tableau 7 : seuils de significativité	16
Tableau 8 : classes de niveaux de mortalité	16
Tableau 9 : suivi de l'activité des chiroptères à l'aide du GSM-Batcorder	17
Tableau 10 : nombre d'années d'enregistrement utilisées pour le référentiel	18
Tableau 11 : classes de niveaux d'activité	19
Tableau 12 : dates des suivis de l'avifaune et conditions météorologiques	19
Tableau 13 : équivalence des observations d'oiseaux en nombre de couples (valeur IPA) – Tableau extrait de l'étude d'impact.....	21
Tableau 14 : zonages environnementaux dans un rayon de 5 km autour du parc	30
Tableau 15 : efficacité d'observation et persistance moyenne des cadavres.....	32
Tableau 16 : surface prospectée en fonction de l'éolienne	33
Tableau 17 : estimation de la mortalité des chiroptères	33
Tableau 18 : estimation de la mortalité des oiseaux.....	34
Tableau 19 : statuts de protection et de conservation des chauves-souris recensées.....	38
Tableau 20 : résultat des IPA en 2017 (étude d'impact) et 2024	50
Tableau 21 : résultats et interprétation de l'ANOVA pour la richesse spécifique sur les points d'écoute IPA.	54
Tableau 22 : résultats et interprétation de l'ANOVA pour la valeur IPA (nombre de couples) sur les points d'écoute IPA.	54

Annexes

ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

E1			Déteçtabilité			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	12	19/03/24	38	57	5	100	0
2	13	25/03/24	38	55	7	100	0
3	14	03/04/24	38	55	7	100	0
4	15	09/04/24	38	55	7	100	0
5	16	16/04/24	38	55	7	100	0
6	17	22/04/24	38	55	7	100	0
7	18	03/05/24	38	55	7	100	0
8	19	06/05/24	38	55	7	100	0
9	20	16/05/24	38	55	7	100	0
10	21	23/05/24	38	55	7	100	0
11	22	29/05/24	0	0	0	0	100
12	23	05/06/24	38	55	7	100	0
13	24	10/06/24	38	55	7	100	0
14	25	19/06/24	29	37	11	77	23
15	26	27/06/24	29	37	11	77	23
16	27	01/07/24	29	37	11	77	23
17	28	11/07/24	29	37	11	77	23
18	29	18/07/24	29	37	11	77	23
19	30	25/07/24	29	37	11	77	23
20	31	01/08/24	29	17	0	46	54
21	32	08/08/24	29	17	0	46	54
22	33	13/08/24	29	17	0	46	54
23	34	19/08/24	29	17	0	46	54
24	35	29/08/24	29	17	0	46	54
25	36	06/09/24	29	17	0	46	54
26	37	12/09/24	29	17	0	46	54
27	38	17/09/24	29	17	0	46	54
28	39	23/09/24	29	17	0	46	54
29	40	30/09/24	29	17	0	46	54
30	41	09/10/24	29	17	0	46	54
31	42	17/10/24	29	25	0	54	46
32	43	21/10/24	29	35	0	64	36
33	44	28/10/24	29	50	0	79	21

E2			Déteçtabilité			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	12	19/03/24	24	76	0	100	0
2	13	25/03/24	24	75	1	100	0
3	14	03/04/24	24	75	1	100	0
4	15	09/04/24	24	75	1	100	0
5	16	16/04/24	24	75	1	100	0
6	17	22/04/24	0	0	0	0	100
7	18	03/05/24	24	74	2	100	0
8	19	06/05/24	24	74	2	100	0
9	20	16/05/24	24	70	6	100	0
10	21	23/05/24	24	70	6	100	0
11	22	29/05/24	24	70	6	100	0
12	23	05/06/24	0	0	0	0	100
13	24	10/06/24	24	70	6	100	0
14	25	19/06/24	24	76	0	100	0
15	26	27/06/24	24	76	0	100	0
16	27	01/07/24	24	76	0	100	0
17	28	11/07/24	24	76	0	100	0
18	29	18/07/24	24	76	0	100	0
19	30	25/07/24	24	76	0	100	0
20	31	01/08/24	24	76	0	100	0
21	32	08/08/24	24	76	0	100	0
22	33	13/08/24	24	76	0	100	0
23	34	19/08/24	24	4	72	100	0
24	35	29/08/24	24	4	72	100	0
25	36	06/09/24	24	0	4	28	72
26	37	12/09/24	24	0	4	28	72
27	38	17/09/24	24	0	4	28	72
28	39	23/09/24	24	0	4	28	72
29	40	30/09/24	24	0	4	28	72
30	41	09/10/24	24	0	4	28	72
31	42	17/10/24	24	75	1	100	0
32	43	21/10/24	24	75	1	100	0
33	44	28/10/24	24	75	1	100	0

E3			Déteçtabilité			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	12	19/03/24	31	3	59	93	7
2	13	25/03/24	31	3	59	93	7
3	14	03/04/24	31	3	59	93	7
4	15	09/04/24	31	3	59	93	7
5	16	16/04/24	31	3	59	93	7
6	17	22/04/24	31	3	34	68	32
7	18	03/05/24	31	3	34	68	32
8	19	06/05/24	31	3	34	68	32
9	20	16/05/24	31	3	34	68	32
10	21	23/05/24	31	3	34	68	32
11	22	29/05/24	31	2	34	67	33
12	23	05/06/24	31	2	34	67	33
13	24	10/06/24	31	2	34	67	33
14	25	19/06/24	23	32	25	80	20
15	26	27/06/24	23	32	25	80	20
16	27	01/07/24	23	32	25	80	20
17	28	11/07/24	23	32	25	80	20
18	29	18/07/24	23	32	25	80	20
19	30	25/07/24	0	0	0	0	100
20	31	01/08/24	23	32	25	80	20
21	32	08/08/24	23	32	25	80	20
22	33	13/08/24	23	32	10	65	35
23	34	19/08/24	23	32	5	60	40
24	35	29/08/24	23	32	5	60	40
25	36	06/09/24	23	32	5	60	40
26	37	12/09/24	23	32	5	60	40
27	38	17/09/24	23	32	5	60	40
28	39	23/09/24	23	32	5	60	40
29	40	30/09/24	23	12	25	60	40
30	41	09/10/24	23	12	25	60	40
31	42	17/10/24	23	12	25	60	40
32	43	21/10/24	23	12	25	60	40
33	44	28/10/24	23	12	25	60	40

E4			Déteçtabilité			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspective
1	12	19/03/24	33	7	60	100	0
2	13	25/03/24	0	0	0	0	100
3	14	03/04/24	33	7	60	100	0
4	15	09/04/24	33	7	60	100	0
5	16	16/04/24	24	9	67	100	0
6	17	22/04/24	24	9	27	60	40
7	18	03/05/24	24	9	10	43	57
8	19	06/05/24	24	9	10	43	57
9	20	16/05/24	24	9	10	43	57
10	21	23/05/24	24	9	27	60	40
11	22	29/05/24	33	33	13	79	21
12	23	05/06/24	0	0	0	0	100
13	24	10/06/24	0	0	0	0	100
14	25	19/06/24	22	26	22	70	30
15	26	27/06/24	22	26	22	70	30
16	27	01/07/24	22	26	22	70	30
17	28	11/07/24	22	26	22	70	30
18	29	18/07/24	22	26	22	70	30
19	30	25/07/24	35	12	22	69	31
20	31	01/08/24	35	12	22	69	31
21	32	08/08/24	35	12	22	69	31
22	33	13/08/24	35	12	0	47	53
23	34	19/08/24	35	12	0	47	53
24	35	29/08/24	49	12	0	61	39
25	36	06/09/24	49	12	0	61	39
26	37	12/09/24	49	12	0	61	39
27	38	17/09/24	30	12	0	42	58
28	39	23/09/24	30	12	0	42	58
29	40	30/09/24	30	12	0	42	58
30	41	09/10/24	20	12	10	42	58
31	42	17/10/24	20	12	10	42	58
32	43	21/10/24	20	12	10	42	58
33	44	28/10/24	25	12	10	47	53

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., Kerbiriou, 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
14/05/2024	1	0	D1
14/05/2024	2	1	D2
14/05/2024	3	1	D2
14/05/2024	4	1	D3
14/05/2024	5	1	D1
14/05/2024	6	1	D1
14/05/2024	7	0	D1
14/05/2024	8	0	D1
14/05/2024	9	1	D2
14/05/2024	10	1	D2
14/05/2024	11	0	D2
14/05/2024	12	0	D2
14/05/2024	13	0	D2
14/05/2024	14	0	D2
14/05/2024	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	0	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	E3	1	10/06/2024	17/06/2024	19/06/2024	8	4,925
1	Printemps	E3	2	10/06/2024	17/06/2024	19/06/2024	8	
1	Printemps	E3	3	10/06/2024	10/06/2024	11/06/2024	0,5	
1	Printemps	E3	4	10/06/2024	10/06/2024	11/06/2024	0,5	
1	Printemps	E3	5	10/06/2024	13/06/2024	17/06/2024	5	
1	Printemps	E1	6	10/06/2024	11/06/2024	13/06/2024	2	
1	Printemps	E1	7	10/06/2024	17/06/2024	19/06/2024	8	
1	Printemps	E1	8	10/06/2024	17/06/2024	19/06/2024	8	
1	Printemps	E1	9	10/06/2024	10/06/2024	11/06/2024	0,5	
1	Printemps	E1	10	10/06/2024	13/06/2024	17/06/2024	5	
2	Automne	E3	1	17/09/2024	20/09/2024	24/09/2024	5	
2	Automne	E3	2	17/09/2024	20/09/2024	24/09/2024	5	
2	Automne	E3	3	17/09/2024	20/09/2024	24/09/2024	5	
2	Automne	E3	4	17/09/2024	17/09/2024	18/09/2024	0,5	
2	Automne	E3	5	17/09/2024	27/09/2024	30/09/2024	11,5	
2	Automne	E4	6	17/09/2024	24/09/2024	27/09/2024	8,5	
2	Automne	E4	7	17/09/2024	24/09/2024	27/09/2024	8,5	
2	Automne	E4	8	17/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	2	
2	Automne	E4	9	17/09/2024	20/09/2024	24/09/2024	5	
2	Automne	E4	10	17/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	2	

ANNEXE 5 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHIROPTERES

Passage	Semaine	Date	E1	E2	E3	E4
1	12	19/03/24	0	0	0	0
2	13	25/03/24	0	0	0	0
3	14	03/04/24	0	0	0	0
4	15	09/04/24	0	0	0	0
5	16	16/04/24	0	0	0	0
6	17	22/04/24	0	0	0	0
7	18	03/05/24	0	0	0	0
8	19	06/05/24	0	0	0	0
9	20	16/05/24	0	0	0	0
10	21	23/05/24	0	0	0	0
11	22	29/05/24	0	0	0	0
12	23	05/06/24	0	0	0	0
13	24	10/06/24	0	0	0	0
14	25	19/06/24	0	0	0	0
15	26	27/06/24	0	0	0	0
16	27	01/07/24	0	0	0	0
17	28	11/07/24	0	0	0	0
18	29	18/07/24	0	0	0	0
19	30	25/07/24	0	0	0	0
20	31	01/08/24	0	0	0	0
21	32	08/08/24	0	0	0	0
22	33	13/08/24	0	0	0	0
23	34	19/08/24	0	0	0	0
24	35	29/08/24	0	0	0	0
25	36	06/09/24	0	0	0	0
26	37	12/09/24	0	0	0	0
27	38	17/09/24	0	0	0	0
28	39	23/09/24	0	0	0	0
29	40	30/09/24	0	0	0	0
30	41	09/10/24	0	0	0	0
31	42	17/10/24	0	0	0	0
32	43	21/10/24	0	0	0	0
33	44	28/10/24	0	0	0	0

ANNEXE 6 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES CHIROPTERES

N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Coefficient correcteur	Intervalle entre les passages	Persistance moyenne d'un cadavre (jours)	Taux de persistance		Intervalle effectif	Coefficient correcteur de l'intervalle	Taux de détection	Persistance médiane d'un cadavre (jours)	Nombre de cadavres estimé		
	Na	Nb						p Jones	p Huso					N Jones	N Huso	N GenEst
E1	0	0	0,75	0,72	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0
E2	0	0	0,82	0,81	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0
E3	0	0	0,62	0,69	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0
E4	0	0	0,61	0,56	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0
Parc	0	0	0,70	0,70	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0

ANNEXE 7 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX

Passage	Semaine	Date	E1	E2	E3	E4
1	12	19/03/24	0	0	0	0
2	13	25/03/24	0	0	0	0
3	14	03/04/24	0	0	0	0
4	15	09/04/24	0	0	0	0
5	16	16/04/24	0	0	0	0
6	17	22/04/24	0	0	0	0
7	18	03/05/24	0	0	0	0
8	19	06/05/24	0	0	0	0
9	20	16/05/24	0	0	0	0
10	21	23/05/24	0	0	0	0
11	22	29/05/24	0	0	0	0
12	23	05/06/24	0	0	0	0
13	24	10/06/24	0	0	0	0
14	25	19/06/24	0	0	0	0
15	26	27/06/24	0	0	0	0
16	27	01/07/24	0	0	0	0
17	28	11/07/24	0	0	0	0
18	29	18/07/24	0	0	0	0
19	30	25/07/24	0	0	0	0
20	31	01/08/24	0	0	0	0
21	32	08/08/24	0	0	0	0
22	33	13/08/24	0	0	0	0
23	34	19/08/24	0	0	0	0
24	35	29/08/24	0	0	0	0
25	36	06/09/24	0	0	0	0
26	37	12/09/24	0	0	0	0
27	38	17/09/24	0	0	0	0
28	39	23/09/24	0	0	0	0
29	40	30/09/24	0	0	0	0
30	41	09/10/24	0	0	0	0
31	42	17/10/24	0	0	0	0
32	43	21/10/24	0	0	0	0
33	44	28/10/24	0	0	0	0

ANNEXE 8 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES OISEAUX

N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés		Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Coefficient correcteur	Intervalle entre les passages	Persistence moyenne d'un	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	0,75	0,72	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0
E2	0	0	0,82	0,81	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0
E3	0	0	0,62	0,69	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0
E4	0	0	0,61	0,56	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0
Parc	0	0	0,70	0,70	0,00	6,97	4,93	0,49	0,54	9,85	1,00	0,50	3,32	0	0	0

ANNEXE 9 : 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
Espèces indéterminées	231	1	9,93	0,04	3
Noctule commune	231	3	297,88	1,29	96
Noctule de Leisler	231	14	189,01	0,82	88
Pipistrelle commune	231	41	3168,67	13,72	1296
Pipistrelle de Kuhl	231	10	479,15	2,07	179
Pipistrelle de Nathusius	231	21	308,49	1,34	138
Toutes especes confondues	231	55	4453,14	19,28	1800

ANNEXE 10 : 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
Mars	Espèces indéterminées	14	0	0.00	0.00	0
Mars	Noctule commune	14	0	0.00	0.00	0
Mars	Noctule de Leisler	14	0	0.00	0.00	0
Mars	Pipistrelle commune	14	1	76.73	5.48	23
Mars	Pipistrelle de Kuhl	14	0	0.00	0.00	0
Mars	Pipistrelle de Nathusius	14	0	0.00	0.00	0
Mars	Toutes especes confondues	14	1	76.73	5.48	23
Avril	Espèces indéterminées	30	0	0.00	0.00	0
Avril	Noctule commune	30	0	0.00	0.00	0
Avril	Noctule de Leisler	30	0	0.00	0.00	0
Avril	Pipistrelle commune	30	0	0.00	0.00	0
Avril	Pipistrelle de Kuhl	30	0	0.00	0.00	0
Avril	Pipistrelle de Nathusius	30	0	0.00	0.00	0
Avril	Toutes especes confondues	30	0	0.00	0.00	0
Mai	Espèces indéterminées	31	0	0.00	0.00	0
Mai	Noctule commune	31	0	0.00	0.00	0
Mai	Noctule de Leisler	31	0	0.00	0.00	0
Mai	Pipistrelle commune	31	5	556.73	17.96	169
Mai	Pipistrelle de Kuhl	31	1	5.31	0.17	2
Mai	Pipistrelle de Nathusius	31	2	48.47	1.56	16
Mai	Toutes especes confondues	31	6	610.51	19.69	187
Juin	Espèces indéterminées	30	0	0.00	0.00	0
Juin	Noctule commune	30	2	232.67	7.76	81
Juin	Noctule de Leisler	30	0	0.00	0.00	0
Juin	Pipistrelle commune	30	8	990.50	33.02	399
Juin	Pipistrelle de Kuhl	30	4	422.63	14.09	159
Juin	Pipistrelle de Nathusius	30	6	99.56	3.32	40
Juin	Toutes especes confondues	30	9	1745.37	58.18	679
Juillet	Espèces indéterminées	31	0	0.00	0.00	0
Juillet	Noctule commune	31	0	0.00	0.00	0
Juillet	Noctule de Leisler	31	5	76.17	2.46	44
Juillet	Pipistrelle commune	31	8	87.09	2.81	53
Juillet	Pipistrelle de Kuhl	31	4	33.71	1.09	12
Juillet	Pipistrelle de Nathusius	31	5	20.15	0.65	8
Juillet	Toutes especes confondues	31	11	217.11	7.00	117

Août	Espèces indéterminées	31	0	0.00	0.00	0
Août	Noctule commune	31	1	65.21	2.10	15
Août	Noctule de Leisler	31	5	91.14	2.94	29
Août	Pipistrelle commune	31	4	68.97	2.22	28
Août	Pipistrelle de Kuhl	31	1	17.50	0.56	6
Août	Pipistrelle de Nathusius	31	4	9.99	0.32	7
Août	Toutes especes confondues	31	9	252.82	8.16	85
Septembre	Espèces indéterminées	30	0	0.00	0.00	0
Septembre	Noctule commune	30	0	0.00	0.00	0
Septembre	Noctule de Leisler	30	4	21.70	0.72	15
Septembre	Pipistrelle commune	30	3	7.10	0.24	4
Septembre	Pipistrelle de Kuhl	30	0	0.00	0.00	0
Septembre	Pipistrelle de Nathusius	30	0	0.00	0.00	0
Septembre	Toutes especes confondues	30	7	28.80	0.96	19
Octobre	Espèces indéterminées	31	1	9.93	0.32	3
Octobre	Noctule commune	31	0	0.00	0.00	0
Octobre	Noctule de Leisler	31	0	0.00	0.00	0
Octobre	Pipistrelle commune	31	12	1381.55	44.57	620
Octobre	Pipistrelle de Kuhl	31	0	0.00	0.00	0
Octobre	Pipistrelle de Nathusius	31	4	130.32	4.20	67
Octobre	Toutes especes confondues	31	12	1521.80	49.09	690
Novembre	Espèces indéterminées	3	0	0.00	0.00	0
Novembre	Noctule commune	3	0	0.00	0.00	0
Novembre	Noctule de Leisler	3	0	0.00	0.00	0
Novembre	Pipistrelle commune	3	0	0.00	0.00	0
Novembre	Pipistrelle de Kuhl	3	0	0.00	0.00	0
Novembre	Pipistrelle de Nathusius	3	0	0.00	0.00	0
Novembre	Toutes especes confondues	3	0	0.00	0.00	0

ANNEXE 11 : TABLEAU DE LA LISTE DES ESPECES INVENTORIEES EN PERIODE DE NIDIFICATION

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Effectif	Indice de nidification	Liste rouge France nicheurs (2016)	Liste rouge Bretagne nicheurs (2021)	Déterminant ZNIEFF	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Patrimonialité	Sensibilité à l'éolien	Niveau de risque
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	12	NPr	LC	LC			art. 3	2	1	1,5
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	31	NC	NT	VU				3	3	3
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	6	NPr	LC	LC		X	art. 3	3	3	3
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>	2	NPo	EN	VU			art. 3/art. 6	5	2	3,5
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	9	NC	LC	LC			art. 3	2	2	2
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	4	NPr	VU	NT			art. 3	4	0	2
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	33	NC	VU	EN			art. 3	4	3	3,5
Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i>	1	NPo	LC	LC			art. 3	2	1	1,5
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	9	NC	LC	LC			art. 3	2	4	3
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	5	NPr	VU	LC			art. 3	4	2	3
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	1	SP	LC	LC			art. 3	2	2	2
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	1	NPo	LC	LC			art. 3	2	1	1,5
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	26	NPr	LC	LC				2	3	2,5
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	1	NPo	NT	LC			art. 3	3	4	3,5
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	13	NPr	LC	LC			art. 3	2	3	2,5
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	6	NPr	NT	LC			art. 3	3	2	2,5
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	4	NPr	LC	LC			art. 3	2	1	1,5
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	3	NPo	LC	LC				2	2	2
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	6	NPr	LC	LC			art. 3	2	1	1,5
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	3	NPo	LC	LC				2	2	2
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	9	NPr	LC	LC				2	3	2,5
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	50	NC	VU	LC			art. 3	4	3	3,5

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Effectif	Indice de nidification	Liste rouge France nicheurs (2016)	Liste rouge Bretagne nicheurs (2021)	Déterminant ZNIEFF	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Patrimonialité	Sensibilité à l'éolien	Niveau de risque
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	22	NPr	LC	LC				2	3	2,5
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	4	NPr	LC	LC			art. 3	2	1	1,5
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	22	NC	LC	LC			art. 3	2	2	2
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	12	NPr	LC	LC			art. 3	2	2	2
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	2	NC	LC	VU			art. 3	2	3	2,5
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	1	NPo	LC	LC			art. 3	2	1	1,5
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>	2	NPo	LC	LC		X	art. 3	3	0	1,5
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	1	NPo	LC	LC				2	2	2
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	10	NPo	LC	LC				2	3	2,5
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	44	NPr	LC	LC			art. 3	1	0	0,5
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	1	NPo	LC	LC			art. 3	2	2	2
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	1	SP	VU	VU			art. 3	4	2	3
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	25	NPr	LC	LC			art. 3	2	3	2,5
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	4	NPr	LC	LC			art. 3	2	3	2,5
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	1	NPo	NT	LC			art. 3	3	3	3
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	21	NPr	LC	LC			art. 3	2	3	2,5
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	1	NPo	VU	LC			art. 3	4	2	3
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	3	NC	NT	LC			art. 3	3	2	2,5
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	25	NPr	LC	LC			art. 3	2	2	2
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	4	NPr	VU	VU			art. 3	4	2	3

LC : Préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : vulnérable ; EN : En Danger

Sp : Simple présence ; M : migrateur ; H : hivernant ; NPo : nicheur possible ; NPr : nicheur probable ; NC : nicheur certain