



Suivi environnemental post implantation d'éoliennes du parc éolien de Scaër Crénorien, commune de Scaër (Finistère 29)

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

NANTES
5 BD Ampère
Bâtiment C
44470 Carquefou
Tel : 02 40 94 92 40
nantes@ouestam.fr

Rapport de l'étude environnementale

2024
Code. affaire : 24-0131
Resp. étude : Brice Normand

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

Ce document a été réalisé par :

Brice Normand – écologue

Camille-Amélie Sand – chargée d'études faune

Sommaire

INTRODUCTION	5
1 PREAMBULE	5
2 LOCALISATION DU PARC	6
METHODOLOGIE	7
3 HABITATS	7
4 SUIVI DE LA MORTALITE.....	7
4.1 PROSPECTIONS DE TERRAIN.....	7
4.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION	9
4.2.1 <i>Prospectabilité et détectabilité</i>	9
4.2.2 <i>Tests d'efficacité et de persistance</i>	10
4.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES	11
4.3.1 <i>Estimateurs Huso et Jones</i>	11
4.3.2 <i>Estimateur GenEst</i>	12
5 PATRIMONIALITE, SENSIBILITE ET NIVEAU DE RISQUE POUR LES OISEAUX ET LES CHAUVE-SOURIS.....	13
6 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE	13
7 LIMITES DE LA METHODE	15
7.1 SITE ET PROTOCOLE	15
7.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE	15
8 METHODE DE CALIBRAGE DES MESURES CORRECTIVES.....	16
9 RAPPEL DES CONCLUSIONS DES SUIVIS PRECEDENTS	17
10 MODELE DE REGULATION ACTUEL.....	20
RESULTATS	21
11 HABITATS DANS UN RAYON DE 300 M (PHOTOINTERPRETATION).....	21
12 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX	23
13 RESULTATS DES TESTS	25
13.1 TESTS D'EFFICACITE ET DE PERSISTANCE	25
13.2 PROSPECTABILITE	25
14 MORTALITE DES CHIROPтерES	26
14.1 MORTALITE BRUTE	26
14.2 CAUSES DE LA MORTALITE.....	27
14.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES	27
14.4 MORTALITE ESTIMEE	28
15 MORTALITE DE L'AVIFAUNE	29
15.1 MORTALITE BRUTE	29
15.2 CAUSES DE LA MORTALITE.....	30
15.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES	30
15.4 MORTALITE ESTIMEE	31
16 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE	32

16.1 CHIROPTERES	32
16.2 AVIFAUNE.....	33
CONCLUSION.....	34
17 CHIROPTERES.....	34
17.1 SIGNIFICATIVITE POUR LES CHIROPTERES	34
17.2 MESURES PROPOSEES POUR LES CHIROPTERES	34
18 OISEAUX	35
18.1 SIGNIFICATIVITE POUR LES OISEAUX.....	35
18.2 MESURES PROPOSEES POUR LES OISEAUX	35
19 NECESSITE DE REALISER UN SUIVI COMPLEMENTAIRE.....	35
TABLE DES FIGURES	36
TABLE DES TABLEAUX.....	37
ANNEXES.....	38
ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE	38
ANNEXE 2 : METHODOLOGIE D'ESTIMATION DE LA PERSISTANCE MOYENNE DANS LES TESTS DE PERSISTANCE.....	43
ANNEXE 3 : TABLEAU DES TESTS D'EFFICACITE D'OBSERVATION	45
ANNEXE 4 : TABLEAU DES TESTS DE PERSISTANCE	46
ANNEXE 5 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHIROPTERES.....	47
ANNEXE 6 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES CHIROPTERES	48
ANNEXE 7 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX	49
ANNEXE 8 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES OISEAUX.....	50
ANNEXE 9 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES CHIROPTERES	51
ANNEXE 10 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES OISEAUX	52

INTRODUCTION

1 PREAMBULE

A la demande de la société **ENGIE GREEN**, un suivi environnemental du parc en exploitation de Scaër Crénorien situé sur la commune de Scaër dans le département du Finistère (29) a été confié au bureau d'études OUEST AM' sur la période **de mai à octobre 2024**. Le parc est composé de 5 éoliennes Senvion MM92 (Tableau 1).

Seul le suivi de mortalité (oiseaux et chauve-souris) a été réalisé par notre bureau d'études.

Tableau 1 : parc éolien de Scaër Crénorien

Commune(s)	Parc éolien	Mise en service	Phase du suivi	Éoliennes	Modèle	Hauteur du moyeu	Diamètre du rotor	Garde au sol
Scaër	Scaër Crénorien	06/2017	n+7	E1, E2, E4	Senvion MM92	80 m	92,5 m	33,8 m
				E3, E5		69 m		22,8 m

Le suivi environnemental est composé de deux parties :

- suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux de la semaine 20 à la semaine 43 avec 24 passages de prospection,
- comparaison des données de mortalité avec la synthèse réalisée par Ouest Am' sur les estimations de mortalités disponibles entre 2019 et 2023.

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 Scaër Crénorien est situé au nord de la commune de Scaër dans le département du Finistère (29) en Bretagne (Figure 1).

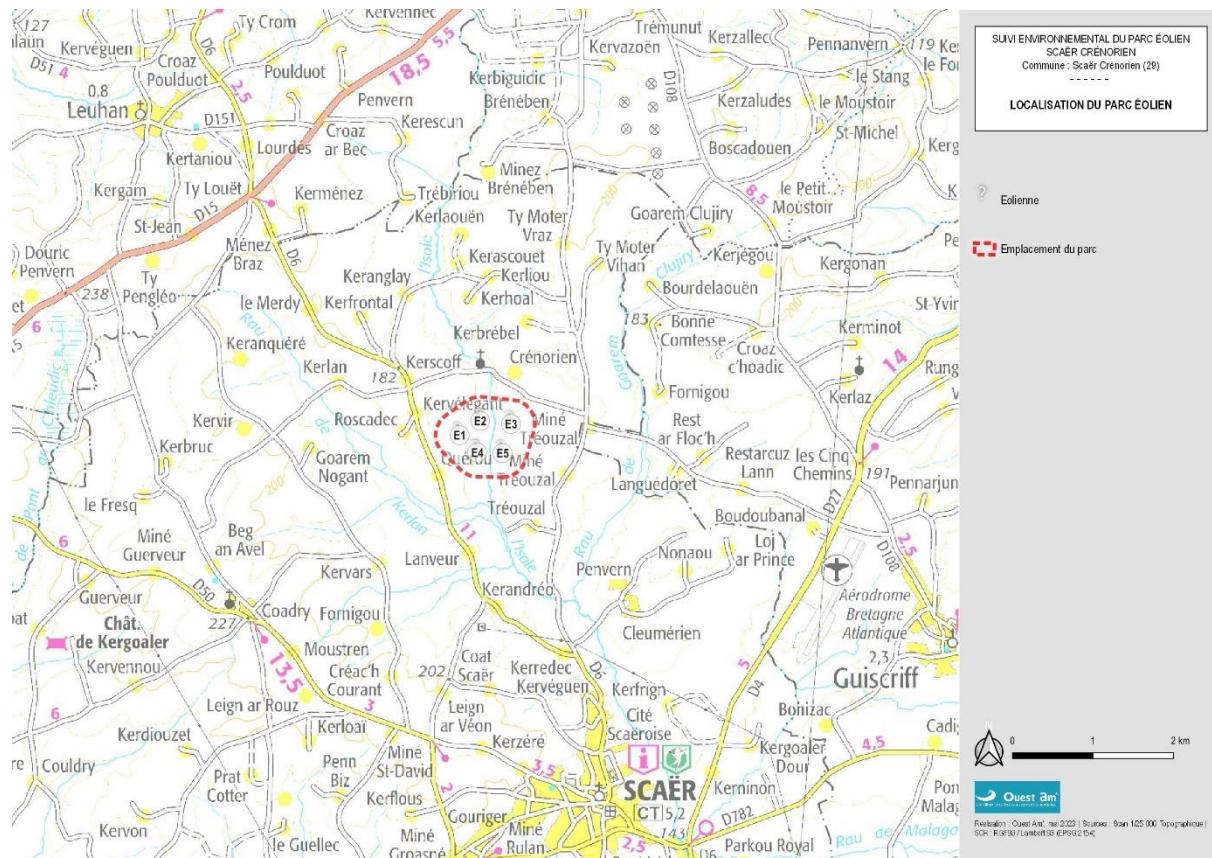


Figure 1 : carte de localisation du parc éolien de Scaër Crénorien

METHODOLOGIE

3 HABITATS

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

4 SUIVI DE LA MORTALITE

4.1 PROSPECTIONS DE TERRAIN

La mission a consisté à prospecter à pied les alentours immédiats des éoliennes selon un quadrillage inclus dans un carré de **100 mètres de côté autour de chaque éolienne** grâce à des points de repères visuels. Les transects au sein de ce quadrillage sont espacés de 5 à 10 mètres en fonction des contraintes liées au terrain et à la végétation. Ce quadrillage permet une prospection rigoureuse à raison de 45 minutes environ par éolienne (pouvant varier de 30 minutes à 1 heure selon les contraintes liées à la végétation et à la visibilité) (Figure 2).

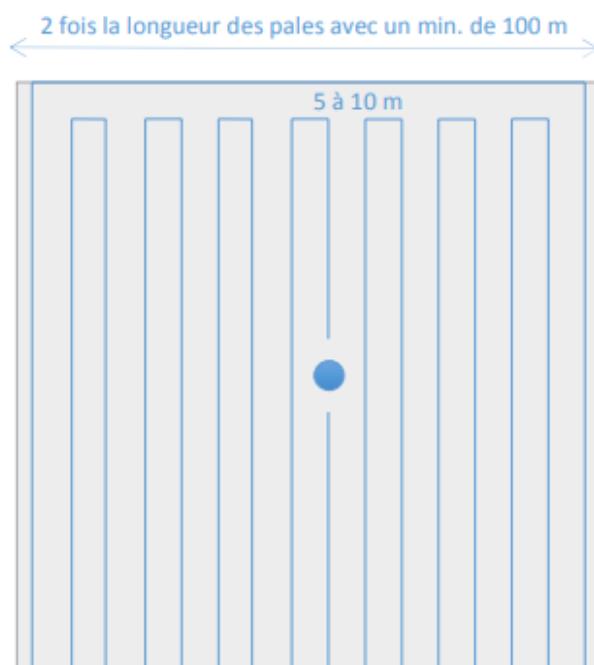


Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes

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

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

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

Le suivi de mortalité a été réalisé **du 15 mai au 23 octobre 2024**. Au total, **24 passages** de prospection pour la mortalité avifaune et chiroptères ont été réalisés durant ce suivi.

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

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

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

Chaque observation s'accompagne de photos.

L'identification des espèces se fait :

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

Cas des plumes et plumées :

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

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

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

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

4.2 COEFFICIENTS DE CORRECTION

4.2.1 PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

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

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

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

Le niveau de prospectabilité du parc est évalué selon le barème suivant (Tableau 2) :

Tableau 2 : classes de niveau de prospectabilité

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

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

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

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

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



D1



D2



D3

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

Lorsque le taux de persistance calculé est faible en regard de l'intervalle de temps entre deux prospections, l'utilisation d'exponentielles dans ces formules peut résulter en une estimation de mortalité beaucoup plus importante que le nombre d'observations, produisant ainsi des résultats

aberrants. L'utilisation d'un terme de correction dans la formule de Huso atténue cette surestimation. **Nos recherches ont montré qu'il est cependant nécessaire d'utiliser la médiane du temps de persistance et non la date de dernière présence lors du calcul de la persistance moyenne avec cette formule.** La méthodologie d'estimation de la persistance moyenne dans les tests de persistance est décrite en Annexe 2.

4.3.2 ESTIMATEUR GENEST

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

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

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

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

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

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

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

6 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE ET SEUIL DE SIGNIFICATIVITE

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

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

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

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

Les résultats sont donnés sous la forme d'un graphique de classement des parcs du plus mortifère au moins mortifère pour les chauves-souris et pour les oiseaux.

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

Tableau 7 : seuils de significativité

Significativité	Comparaison
Significative	> Moyenne régionale
Non significative	< Moyenne régionale

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

Tableau 8 : classes de niveaux de mortalité

Niveau de mortalité	Limite inférieure	Limite supérieure
Fort	Q3	∞
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 LIMITES DE LA METHODE

7.1 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.

7.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE

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

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

8 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>).

9 RAPPEL DES CONCLUSIONS DES SUIVIS PRECEDENTS

Deux suivis ont été réalisé précédemment en 2018 et 2023 :

- De juillet à octobre 2018, avec 12 passages
- Du 17 mai au 26 octobre 2023, avec 24 passages

Le nombre de cadavres (Tableau 9) ainsi que les conclusions du suivi (Tableau 10) sont rappelés ci-dessous.

Tableau 9 : nombre de cadavres constaté et estimé pour l'ensemble du parc lors des suivis de mortalité précédents

Année	Nombre de cadavres constaté		Nombre de cadavres estimé	
	Chiroptères	Oiseaux	Chiroptères	Oiseaux
2018	9 (Pipistrelle sp.)	1 (Faucon crécerelle)	114 à 152	-
2023	0	5 (Alouette des champs, faucon crécerelle, Bruant jaune, Bruant zizi et Pinson des arbres)	-	31 à 41

Tableau 10 : rappel des conclusions des suivis précédents

Année	Rappel des conclusions						
	Chiroptères				Oiseaux		
	A la suite des suivis réalisés en 2017, un nouveau plan de bridage des éoliennes a été mis en place en 2018. Ce plan est détaillé dans le tableau ci-dessous.						
2018	Eoliennes concernées	Période	Vitesse de vent	Conditions météorologiques	Période	Vitesse de vent	Conditions météorologiques
	E1 / E2 / E4 / E5	01 juillet au 30 septembre	5 m/s	Si absence de précipitation	01 avril au 30 octobre	6 m/s	Si absence de précipitation et T°C inférieure à 8°C
	E3	01 juillet au 30 septembre	5 m/s	Si absence de précipitation	01 avril au 30 juin puis 15 août au 30 octobre	6 m/s	Si absence de précipitation et T°C inférieure à 8°C
					01 juillet au 14 août	5 m/s	Si absence de précipitation et T°C inférieure à 8°C
	Les suivis de mortalités réalisés en 2018, avec mise en place des conditions de bridages décrites ci-dessus, mettent une évidence une mortalité importante des chiroptères au niveau de l'éolienne 2.						
	L'éolienne 3, qui a fait l'objet de mesure de bridage supplémentaire en 2018, ne présente pas une estimation de la mortalité importante. Cela permet de supposer que cette mesure de bridage est efficace vis-à-vis de la mortalité des chiroptères même s'il n'existe pas d'état des lieux précis réalisé en 2017.						
	Ainsi, compte-tenu de l'estimation de la mortalité très importante constatée en 2018 au niveau de l'éolienne 2, il semble important de mettre en place des mesures de bridages plus importantes pour cette éolienne. Celle-ci sera donc bridé les nuits avec un température supérieure à 8°C, avec absence de pluie et un vent inférieur à 7 m/s.						
	Le suivis de mortalité mis en place en 2018 constitue un état des lieux précis. Il est donc indispensable de poursuivre ce suivi en 2019 pour pouvoir comparer les résultats et affiner les mesures.						
	Afin de réduire la mortalité sur le parc, il est préconisé de mettre en place le plan de bridage suivant pour l'année 2019.						
	Eoliennes concernées	Période	Vitesse de vent	Conditions météorologiques			
	E1 / E4 / E5	01 avril au 30 octobre	6 m/s	Si absence de précipitation et T°C inférieure à 8°C		/	
	E2	01 avril au 30 octobre	7 m/s	Si absence de précipitation et T°C inférieure à 8°C			
	E3	01 avril au 30 juin puis 15 août au 30 octobre	6 m/s	Si absence de précipitation et T°C inférieure à 8°C			
		01 juillet au 14 août	5 m/s	Si absence de précipitation et T°C inférieure à 8°C			

Année	Rappel des conclusions																						
	Chiroptères	Oiseaux																					
2023	<p>Le niveau de mortalité constaté pour les chiroptères sur le parc de Scaër Crénorien est considéré comme très faible et non significatif pour le nombre d'individus par rapport à la mortalité régionale. La mortalité est inférieure à la moyenne régionale.</p> <p>De ce fait, des mesures de réduction supplémentaires ne sont pas nécessaires pour les chiroptères.</p> <p>Le bridage mis en place en 2023 a été efficace puisque les paramètres de bridage des éoliennes E1, E3, E4 et E5 ont couverts 97% des contacts enregistrés sur E1 et 99% sur E2. Les paramètres de l'éolienne E2 ont quant à eux couverts 100% des contacts enregistrés sur E1 et sur E2</p> <p>Le bridage en place a même été « conservateur » avec de très longues périodes d'arrêts des éoliennes sans présence d'activité associée, ce qui génère une diminution inutile de la production électrique renouvelable. Un bridage sur la base de l'activité mesurée en temps réel, avec un enregistreur performant, serait une possibilité d'optimisation de la production électrique renouvelable tout en maintenant une protection adéquate.</p> <p>Rappel du bridage en cours :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Période</th> <th>1 janvier Au 31 mars</th> <th>1 avril Au 7 novembre</th> <th>8 novembre Au 31 décembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eolienne</td> <td rowspan="5">Pas de bridage</td> <td>E1, E3, E4, E5</td> <td>E2</td> <td rowspan="5">Pas de bridage</td> </tr> <tr> <td>Vent</td> <td>< 6 m/s</td> <td>< 7 m/s</td> </tr> <tr> <td>Pluie</td> <td colspan="2">Pas de pluie</td></tr> <tr> <td>T°</td> <td colspan="2">>8°C</td></tr> <tr> <td>Horaire de mise en application</td> <td colspan="2">-1h du coucher du soleil à +1 h du lever du soleil</td></tr> </tbody> </table>	Période	1 janvier Au 31 mars	1 avril Au 7 novembre	8 novembre Au 31 décembre	Eolienne	Pas de bridage	E1, E3, E4, E5	E2	Pas de bridage	Vent	< 6 m/s	< 7 m/s	Pluie	Pas de pluie		T°	>8°C		Horaire de mise en application	-1h du coucher du soleil à +1 h du lever du soleil		<p>La mortalité est supérieure à la moyenne régionale. L'impact est entre modéré et fort et significatif pour le nombre d'individus.</p> <p>Quatre espèces sur les cinq trouvés en 2023 sont protégées. La cinquième espèce est inscrite sur l'annexe 2 de la Directive oiseaux. Trois espèces sont considérées comme patrimoniales (Le Bruant jaune, le Faucon crécerelle et l'Alouette des champs).</p> <p>Il est donc nécessaire de mettre en place une mesure de réduction.</p> <p>Au regard des espèces impactées (passereaux et rapace), nous proposons la plantation de 100 m de haies avec fauche tardive des lisières pour reconstituer des habitats de chasse, de repos et de nidification. Cette haie multi strates (ou ces haies) devra être plantée à plus de 200 m des éoliennes et en continuité de haies ou de lisières existantes.</p> <p>Dans tous les cas, il sera nécessaire de refaire le suivi de mortalité et d'activité afin de s'assurer de l'efficacité de la mesure en 2024.</p>
Période	1 janvier Au 31 mars	1 avril Au 7 novembre	8 novembre Au 31 décembre																				
Eolienne	Pas de bridage	E1, E3, E4, E5	E2	Pas de bridage																			
Vent		< 6 m/s	< 7 m/s																				
Pluie		Pas de pluie																					
T°		>8°C																					
Horaire de mise en application		-1h du coucher du soleil à +1 h du lever du soleil																					

10 MODELE DE REGULATION ACTUEL

Un bridage par seuil puis dynamique a été mis en place sur le parc.

Le parc de Scaër Crénorien est un parc pilote pour une solution test de bridage dynamique, mis en place à partir de juillet 2024 :

Période	1 janvier au 31 mars	1 avril au 2 juillet	1 avril au 3 juillet	1 avril au 21 aout	3 juillet au 7 novembre	4 juillet au 7 novembre	22 août au 7 novembre	8 novembre au 31 décembre	
Eolienne	Pas de bridage	Bridage prédictif (par seuil)			Bridage dynamique SMART (nécessité d'être dans les conditions du bridage prédictif, excepté pour E3)			Pas de bridage	
		E3, E4, E5	E2	E1	E3, E4, E5	E2	E1		
		< 6 m/s	< 7 m/s	< 6 m/s	< 6 m/s	< 7 m/s	< 6 m/s		
		Absence de pluie		Absence de pluie					
		> 8°C		> 8°C					
		-1h du coucher du soleil à +1h du lever du soleil			-1h du coucher du soleil à +1h du lever du soleil				

Il faut être dans les conditions du bridage prédictif pour que le bridage dynamique SMART soit pris en compte par l'éolienne afin de conserver la production mais surtout pour pouvoir repasser rapidement en bridage prédictif en cas de panne.

RESULTATS

11 HABITATS DANS UN RAYON DE 300 M (PHOTOINTERPRETATION)

La carte ci-après (Figure 4) montre principalement la présence de zones de culture et de prairies semées. Plusieurs boisements et haies sont présents à proximité du parc.

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

Les oiseaux peuvent utiliser les zones de cultures pour des haltes migratoires, comme zone de nourrissage voire de reproduction pour certains oiseaux de plaine. Les boisements et les haies peuvent servir de zone de nidification pour les espèces sédentaires.

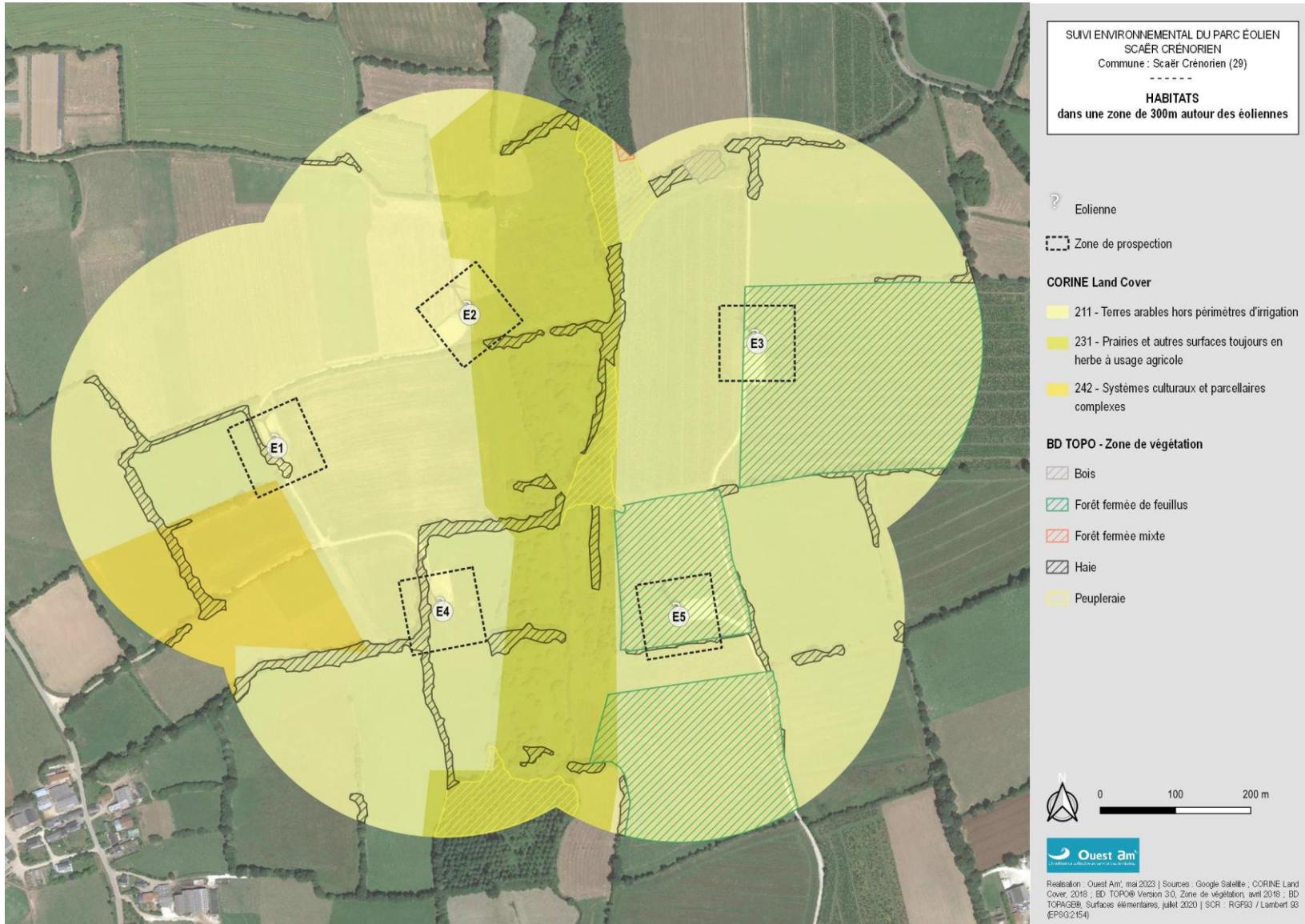


Figure 4 : carte des habitats à proximité des aires de prospection

12 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX

Les zonages environnementaux sont décrits ci-dessous (Tableau 11 et Figure 5).

Tableau 11 : zonages environnementaux dans un rayon de 5 km autour du parc

ZNIEFF 1			
ID_MNHIN	ID_ORG	NOM	DESCRIPTION DU SITE DU PARC
530015604	000000602	TOURBIERE DE BOUDOUBANAL	<p>La tourbière de Boudoubanal repérée par cette ZNIEFF n'est que la partie amont d'une zone naturelle plus vaste constituée de plusieurs couloirs s'étendant sur l'aval entre le lieu-dit « Logear-Prince » et la rive droite du Ruisseau de Kerlavaret sur la commune de Scaër dans le Finistère. Cette zone naturelle est également une zone humide à conserver et préserver mais dont l'actuelle valeur biologique connue n'égale pas celle de la partie amont faisant l'objet de cette ZNIEFF. Cette zone est aussi certainement intéressante pour plusieurs groupes faunistiques (invertébrés et avifaune notamment), mais autrefois connue pour accueillir plusieurs limicoles nicheurs (Courlis cendré, Bécassine des marais et Vanneau huppé) le site n'a pas échappé aux déclins des populations nicheuses de ces oiseaux qui s'est accéléré dans le courant des années 90 dans nombre de sites de la Bretagne intérieure.</p>
530015600	000000616	TRONCON A LURONIUM NATAS SUR L'ISOLE AMONT	<p>En période hivernale, la ZNIEFF accueille plusieurs oiseaux d'eau (Héron cendré, Aigrette garzette, Bécassines, Bécasse des bois...) qui se nourrissent sur les prairies humides ou dans les cours d'eau.</p>
ZNIEFF 2			
ID_MNHIN	ID_ORG	NOM	DESCRIPTION INPN
530030036	080000000	RIVIERE ISOLE, TOURBIERES DU BASSIN AMONT ET VALLES BOISEES	<p>L'Isole est une rivière qui conflue avec l'Ellé dans la ville de Quimperlé, pour former la Laïta, partie estuarienne du fleuve côtier formé. Depuis sa source, elle s'écoule sur environ 48 km jusqu'à sa confluence avec l'Ellé.</p> <p>x. La vallée de l'Isole accueille aussi plusieurs oiseaux forestiers remarquables dont le Faucon hobereau, la Bondrée avipore, le Pic mar qui sont reproducteurs sur la vallée. L'alouette lulu est reproductrice sur le site mais occupe plutôt la bordure du plateau (secteur de Pont Croac'h).</p>
530030034	06100000	VALLEES DE L'AVEN ET DU STER GOZ	<p>L'Aven est un fleuve côtier (environ 35 km de longueur maximale et 308 km² de bassin versant). De même, la forêt de Coatloc'h offre un territoire vital pour plusieurs chauves-souris, en particulier l'Oreillard roux, le Murin de Natterer et le Murin de Bechstein, le bocage préservé en contact (secteur granitique de Scaër en contact avec l'Isole) offre un territoire de chasse pour le grand Rhinolophe.</p>
530015608	06210000	BASSIN VERSANT DE L'ELLE	<p>Importante rivière à Saumons du Massif Armorican. Nombreuses zones humides (tourbières, landes).</p>



Figure 5 : carte du contexte environnemental du parc éolien

13 RESULTATS DES TESTS

13.1 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 12).

Tableau 12 : efficacité d'observation et persistance moyenne des cadavres

	Huso et Jones	GenEst
Efficacité d'observation (%)	Chiroptères/Oiseaux : 76 / 84	73
Persistante des cadavres (jours)	5,42*	4,12**

*(t) : persistance moyenne

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

13.2 PROSPECTABILITE

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

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

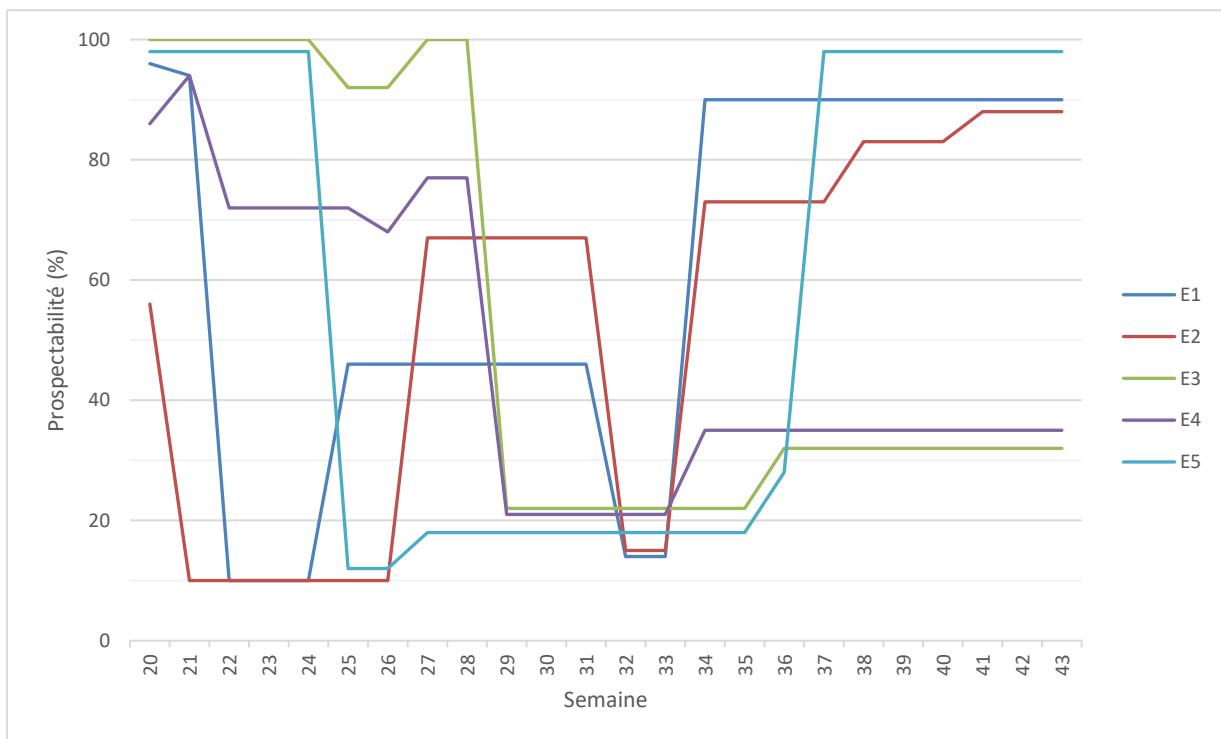


Figure 6 : évolution de la prospectabilité au cours du suivi

Sur l'ensemble de ce suivi, la **prospectabilité moyenne est moyenne avec 55% des surfaces prospectées** (Tableau 13).

Tableau 13 : surface prospectée en fonction de l'éolienne

Eolienne	Surface prospectée (%)	Niveau de prospectabilité
E1	61	Moyen
E2	54	Moyen
E3	54	Moyen
E4	48	Mauvais
E5	58	Moyen
Parc	55	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.

14 MORTALITE DES CHIROP TERES

14.1 MORTALITE BRUTE

Au total, 1 cadavre de chiroptères a été découvert durant ce suivi de 24 passages sous les éoliennes du parc de Scaër Crénorien (Tableau 14, Annexe 5 et Annexe 9).

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

Tableau 14 : informations concernant les cadavres trouvés

Date	Espèce	Sexe	Âge	État de l'individu	État du cadavre	Blessure apparente	Prédation	Cause présumée	Éolienne	Distance et orientation
31/07/24	Pipistrelle commune	F	+1A	entier	sec	oui	non	collision	E2	20m, SO

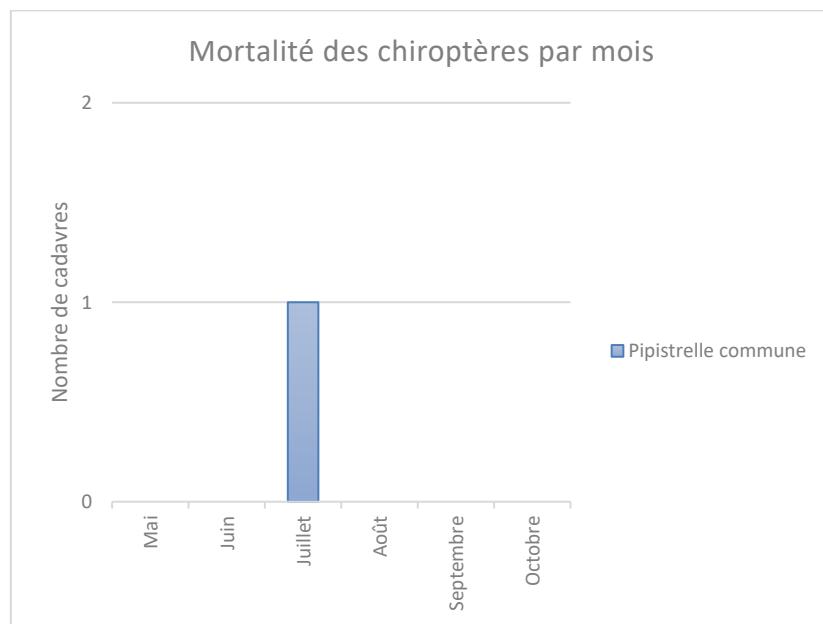


Figure 7 : mortalité des espèces de chiroptères découvertes par mois

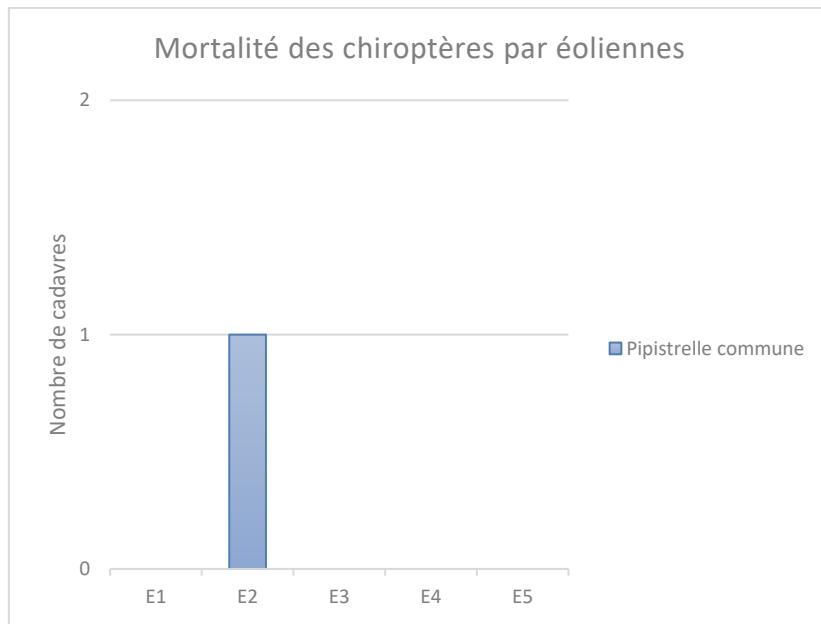


Figure 8 : mortalité des espèces de chiroptères découvertes par éolienne

14.2 CAUSES DE LA MORTALITE

Il est difficile, et même parfois impossible, d'être catégorique au sujet des raisons qui ont provoqué la mort des chauves-souris observées sous les éoliennes. En effet, l'état de putréfaction ou de dessiccation d'un cadavre est parfois tel qu'à défaut d'autopsie vétérinaire approfondie, la cause de la mort ne peut être clairement identifiée, alors qu'il n'empêche pas forcément la diagnose ostéodentaire ou même le sexage de l'individu collecté.

Dans notre cas, l'individus est mort par collision avec les pâles.

14.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

Les statuts de protection et de menace des espèces impactées sont rappelés ci-dessous (Tableau 15).

Tableau 15 : statuts de protection et de conservation des chiroptères impactés

Nom vernaculaire	Nom latin	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Bretagne (2015)	Responsabilité biologique Bretagne (2015)	Directive Habitat Faune Flore Annexe 2	Protection nationale	Indice de conservation	Indice de sensibilité aux éoliennes	Indice de vulnérabilité	Mortalité en Europe (Tobias Dürr) au 05/11/2024
Pipistrelle commune	<i>Pipitrellus pipistrellus</i>	NT	LC	1		Art. 2	3	4	3,5	3642

LC : Préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : vulnérable ; EN : En Danger ; CR : En danger critique d'extinction ; DD : données insuffisantes ; NA : Non applicable

14.4 MORTALITE ESTIMEE

L'estimation de la mortalité a été calculée à l'aide de 3 méthodes : Huso, Jones et GenEst, conformément aux exigences du protocole national d'avril 2018 (Tableau 16).

Tableau 16 : 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	1	4,4	4,1	4,0 (IC 95% : 1,9-9,7)
E3	0	0	0	0
E4	0	0	0	0
E5	0	0	0	0
Parc	1	4,4	4,1	3,9 (IC 95% : 1,8-9,5)*

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

Le nombre de cas de mortalité estimé pour l'ensemble du parc se situe entre 3,9 et 4,4.

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

15 MORTALITE DE L'AVIFAUNE

15.1 MORTALITE BRUTE

Au total, 4 oiseaux ont été découverts sous les éoliennes du parc de Scaër Crénorien au cours des 24 passages réalisés lors de ce suivi (Tableau 17, Annexe 7 et Annexe 10).

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

Tableau 17 : informations concernant les oiseaux trouvés

Date	Espèce	Sexe	Âge	État de l'individu	État du cadavre	Blessure visible	Prédation	Cause présumée	Éolienne	Distance et orientation
03/07/24	Pie bavarde	ind.	Ind.	mort	plumée	non	oui	collision	E4	58m, SO
03/07/24	Faucon crécerelle	M	ad.	mort	décomposition	non	non	collision	E1	14m, O
17/07/24	Alouette lulu	ind.	ad.	Vivant (reparti)	-	non	non	collision ou projection	E3	0m, SE
11/09/24	Pigeon ramier	ind.	ind;	mort	plumée	non	oui	collision	E4	36m, SO

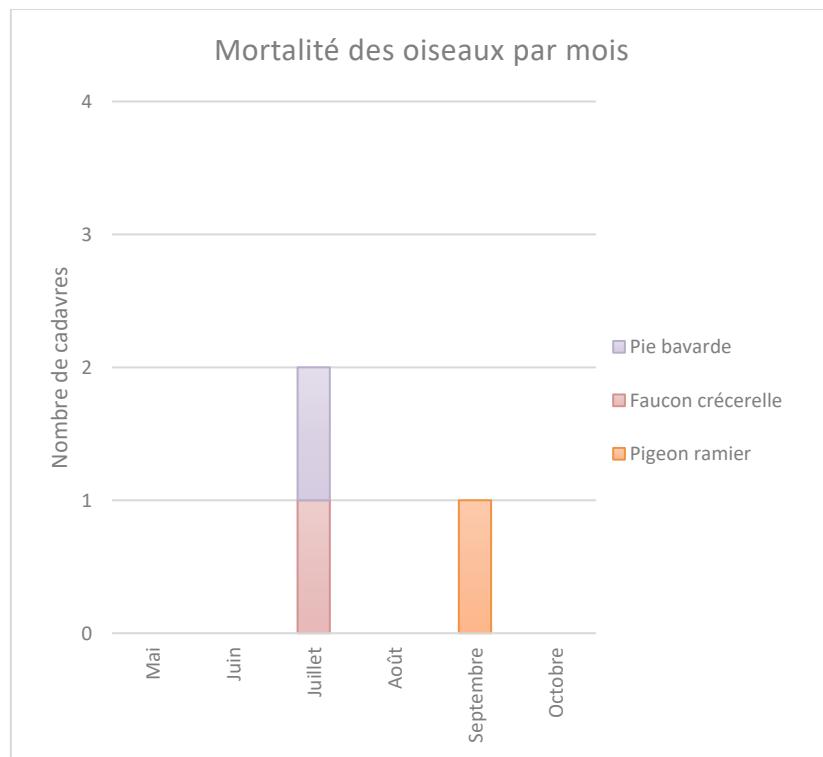


Figure 9 : mortalité des espèces d'oiseaux découvertes par mois

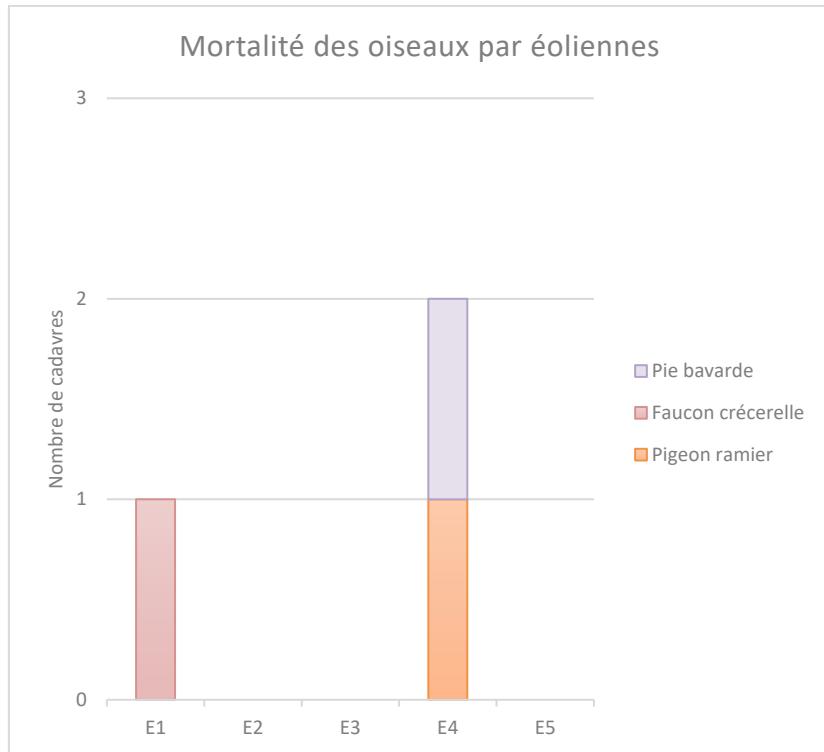


Figure 10 : mortalité des espèces d'oiseaux découvertes par éolienne

15.2 CAUSES DE LA MORTALITE

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

Dans notre cas, chaque individu est entré en collision avec une pale d'éolienne.

15.3 STATUTS DES ESPECES IMPACTEES

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

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

Nom vernaculaire	Nom scientifique	LR FR nicheurs (2016)	LR Bretagne nicheurs (2021)	Resp. biologique régionale (nicheurs)	Indice de conservation (nicheurs)	Indice de sensibilité (nicheurs)	Niveau de risque (nicheurs)	LR FR de passage (2011)	LR Bretagne de passage (2015)	Resp. biologique régionale (de passage)	Indice de conservation (de passage)	Indice de sensibilité (de passage)	Niveau de risque (de passage)	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Mortalité en Europe (Tobias Dür) au 29/10/2024
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	LC	LC	1	3	3	3	-	DD	NA	3	3	3	x	art. 3	170
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	NT	LC	2	3	4	3,5	NA	-	DD	1	4	2,5		art. 3	922

Nom vernaculaire	Nom scientifique	LR FR nicheurs (2016)	LR Bretagne nicheurs (2021)	Resp. biologique régionale (nicheurs)	Indice de conservation (nicheurs)	Indice de sensibilité (nicheurs)	Niveau de risque (nicheurs)	LR FR de passage (2011)	LR Bretagne de passage (2015)	Resp. biologique régionale (de passage)	Indice de conservation (de passage)	Indice de sensibilité (de passage)	Niveau de risque (de passage)	Directive Oiseaux Annexe 1	Espèce protégée	Mortalité en Europe (Tobias Dürr) au 29/10/2024
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	LC	LC	1	2	2	2	-	-	DD	1	2	1,5			54
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	LC	LC	1	2	3	2,5	NA	DD	1	2	3	2,5			512

LC : Préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : vulnérable ; EN : En Danger ; CR : En danger critique d'extinction ; DD : données insuffisantes ; NA : Non applicable

15.4 MORTALITE ESTIMEE

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

Tableau 19 : estimation de la mortalité des oiseaux

N° Éolienne	Mortalité observée	Estimation de la mortalité		
		N Jones	N Huso	N GenEst
E1	1	3,2	3	3,5 (IC 95% : 1,6-8,3)
E2	0	0	0	0
E3	0	0	0	0
E4	2	9,5	8,8	8,7 (IC 95% : 4,2-19,5)
E5	0	0	0	0
Parc	3	12,7	11,8	11,4 (IC 95% : 8,3-22,9)*

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

Le nombre de cas de mortalité estimé pour l'ensemble du parc se situe entre 11,4 et 16,7.

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

16 COMPARAISON AVEC LES SUIVIS DE MORTALITE DES PARCS DE BRETAGNE

16.1 CHIROPTERES

Selon la méthode Ouest Am', avec une moyenne de 0,8 individus/éolienne, la mortalité constatée pour les chauves-souris sur le parc de Scaër Crénorien est **faible à modérée et non significative pour le nombre d'individus estimé, puisqu'elle se situe en dessous de la moyenne et au niveau du premier quartile des estimations de mortalité des parcs de la région** (Figure 11).

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

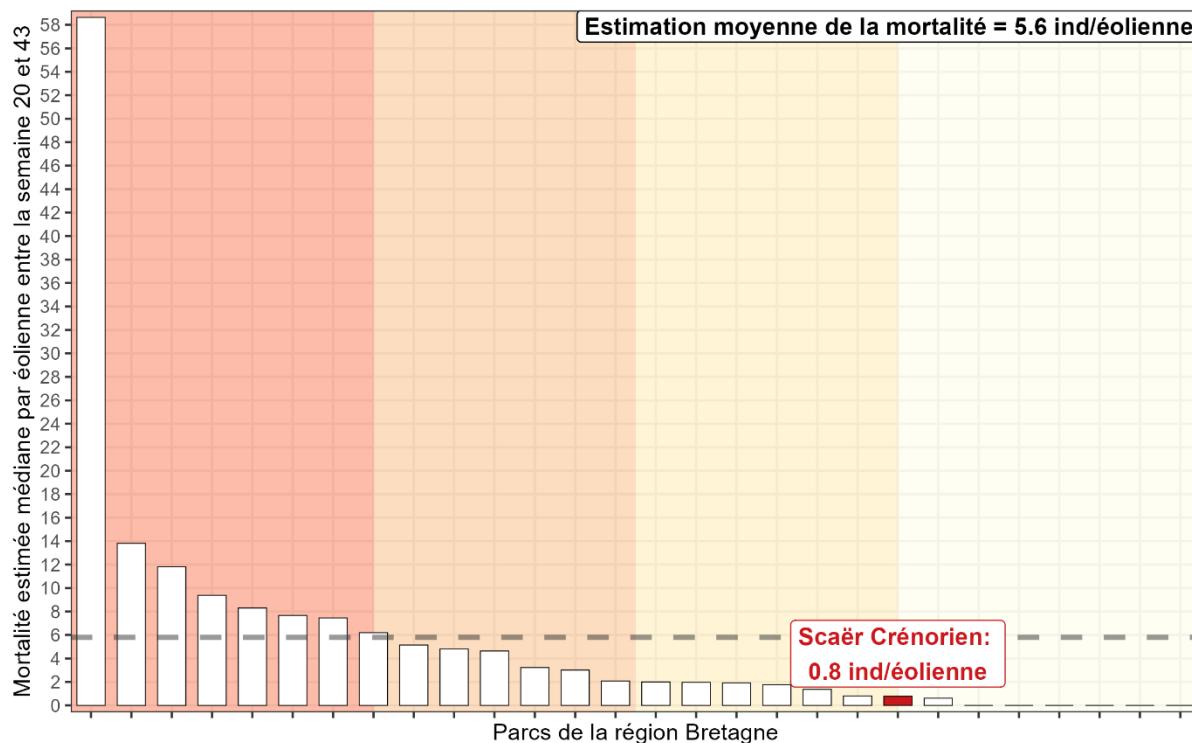


Figure 11 : diagramme en barre représentant la mortalité estimée médiane des chiroptères par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)

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

16.2 AVIFAUNE

Selon la méthode Ouest Am', avec une moyenne de 2,3 individus/éolienne, la mortalité constatée pour les oiseaux sur le parc de Scaër Crénorien est **modérée et non significative pour le nombre d'individus estimé, puisqu'elle se situe en dessous de la moyenne et entre le premier et troisième quartile des estimations de mortalité des parcs de la région** (Figure 12).

Une espèce classée comme « Vulnérable » parmi les oiseaux nicheurs en Bretagne, a été recensée (Alouette lulu). Cependant, elle n'a pas été incluse dans la mortalité, l'individu retrouvé étant vivant.

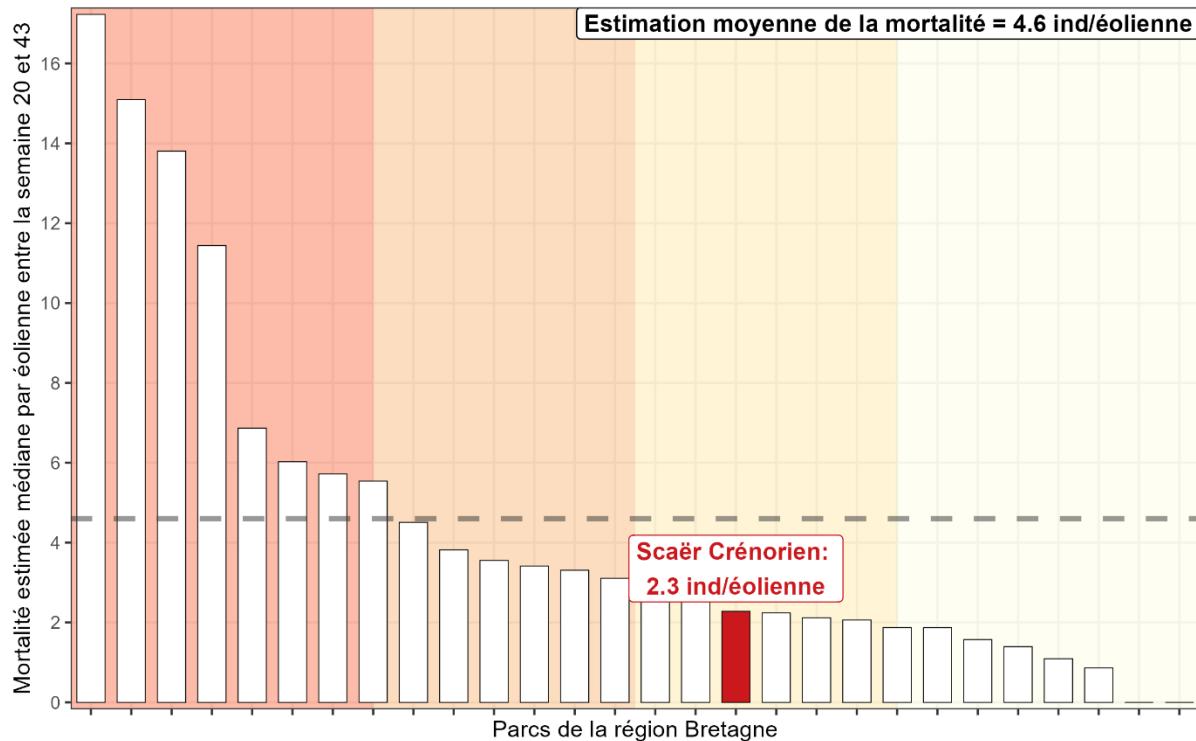


Figure 12 : diagramme en barre représentant la mortalité estimée médiane des oiseaux par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)

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

CONCLUSION

17 CHIROPTERES

17.1 SIGNIFICATIVITE POUR LES CHIROPTERES

Concernant les chiroptères, la mortalité est inférieure à la moyenne régionale par rapport aux autres parcs de la région. Pour rappel, un seul cadavre a été retrouvé (Pipistrelle commune). **L'impact est non significatif pour le nombre d'individus impactés.**

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

17.2 MESURES PROPOSEES POUR LES CHIROPTERES

Le bridage prédictif, qui a déjà montré son efficacité en 2023 avec aucune mortalité observée, ainsi que le bridage dynamique SMART mis en place début juillet, semblent avoir été tous deux efficaces pour réduire la mortalité des chiroptères cette année.

De plus, suite à la découverte de la mortalité de la pipistrelle sur l'éolienne E2 le 31/07/2024, les ordres d'arrêt des turbines ont été prolongés à 1 heure après le dernier cri, contre 30 minutes auparavant. En effet, après analyse des cris et des données de la turbine par l'exploitant pour les nuits précédant la découverte du cadavre, il a été constaté que l'éolienne était encore en rotation en raison du temps nécessaire pour s'arrêter, ce qui expliquerait la mortalité de la pipistrelle. Cette nouvelle mesure permet ainsi de prolonger les périodes de protection. Depuis cette modification, aucun cadavre n'a été retrouvé.

Ainsi, le **bridage dynamique SMART peut être étendu sur toute la période de bridage pour les prochaines années**, du 1^{er} avril au 7 novembre, dans les mêmes conditions que le bridage prédictif, afin de permettre un passage rapide au bridage prédictif en cas de panne (Tableau 20) :

Tableau 20 : paramètres de bridage en fonction du mois

Période	1 janvier au 31 mars	3 juillet au 7 novembre	4 juillet au 7 novembre	22 août au 7 novembre	8 novembre au 31 décembre	
Eolienne	Pas de bridage	Bridage dynamique SMART				
		E3, E4, E5	E2	E1	Pas de bridage	
		< 6 m/s	< 7 m/s	< 6 m/s		
		Absence de pluie				
		> 8°C				
		-1h du coucher du soleil à +1h du lever du soleil				

18 OISEAUX

18.1 SIGNIFICATIVITE POUR LES OISEAUX

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

Une espèce protégée classée comme « Vulnérable » parmi les oiseaux nicheurs en Bretagne, a été recensée (Alouette lulu). Cependant, elle n'a pas été incluse dans la mortalité, l'individu retrouvé étant vivant. Un Faucon crécerelle, espèce protégée, a également été retrouvé.

18.2 MESURES PROPOSEES POUR LES OISEAUX

Concernant l'Alouette lulu, la **restauration de landes ou de prairies** permettrait de recréer des habitats ouverts et semi-ouverts, adaptés à la nidification et à l'alimentation de l'espèce, afin de favoriser une dynamique de paysage favorable à sa reproduction et à sa survie.

19 NECESSITE DE REALISER UN SUIVI COMPLEMENTAIRE

Au regard des conclusions sur les chauves-souris et les oiseaux, il n'est pas nécessaire de réitérer le suivi environnemental.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : carte de localisation du parc éolien de Scaër Crénorien	6
Figure 2 : schéma de prospection sous les éoliennes	7
Figure 3 : photographies d'exemples de prospectabilité avec des détectabilités différentes (hors site) .	10
Figure 4 : carte des habitats à proximité des aires de prospection	22
Figure 5 : carte du contexte environnemental du parc éolien.....	24
Figure 6 : évolution de la prospectabilité au cours du suivi	25
Figure 7 : mortalité des espèces de chiroptères découvertes par mois	26
Figure 8 : mortalité des espèces de chiroptères découvertes par éolienne	27
Figure 9 : mortalité des espèces d'oiseaux découvertes par mois.....	29
Figure 10 : mortalité des espèces d'oiseaux découvertes par éolienne	30
Figure 11 : 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)	32
Figure 12 : diagramme en barre représentant la mortalité estimée médiane des chiroptères par éolienne, calculée entre la semaine 20 et 43, sur l'ensemble des sites de la région (barres blanches) et sur le site d'étude (barre rouge)	33

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : parc éolien de Scaër Crénorien.....	5
Tableau 2 : classes de niveau de prospectabilité	9
Tableau 3 : classes de niveaux d'efficacité de recherche	10
Tableau 4 : classes de niveaux de persistance	11
Tableau 5 : formules d'estimation de la mortalité	11
Tableau 6 : nombre de rapports de suivi de mortalité utilisés pour l'étude de la comparaison de la mortalité	13
Tableau 7 : seuils de significativité	14
Tableau 8 : classes de niveaux de mortalité.....	14
Tableau 9 : nombre de cadavres constaté et estimé pour l'ensemble du parc lors des suivis de mortalité précédents	17
Tableau 10 : rappel des conclusions des suivis précédents	18
Tableau 11 : zonages environnementaux dans un rayon de 5 km autour du parc	23
Tableau 12 : efficacité d'observation et persistance moyenne des cadavres.....	25
Tableau 13 : surface prospectée en fonction de l'éolienne	26
Tableau 14 : informations concernant les cadavres trouvés	26
Tableau 15 : statuts de protection et de conservation des chiroptères impactés.....	27
Tableau 16 : estimation de la mortalité des chiroptères	28
Tableau 17 : informations concernant les oiseaux trouvés.....	29
Tableau 18 : statuts de protection et de conservation des oiseaux impactés	30
Tableau 19 : estimation de la mortalité des oiseaux.....	31
Tableau 20 : paramètres de bridage en fonction du mois	34

Annexes

ANNEXE 1 : TABLEAU DE PROSPECTABILITE ET DETECTABILITE

E1			Déetectabilité			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	20	15/05/24	0	90	6	96	4
2	21	22/05/24	0	48	46	94	6
3	22	29/05/24	0	10	0	10	90
4	23	04/06/24	0	10	0	10	90
5	24	13/06/24	0	10	0	10	90
6	25	19/06/24	0	46	0	46	54
7	26	26/06/24	0	46	0	46	54
8	27	03/07/24	0	46	0	46	54
9	28	10/07/24	0	46	0	46	54
10	29	17/07/24	0	46	0	46	54
11	30	24/07/24	0	46	0	46	54
12	31	31/07/24	0	46	0	46	54
13	32	07/08/24	0	14	0	14	86
14	33	13/08/24	0	14	0	14	86
15	34	21/08/24	0	90	0	90	10
16	35	28/08/24	0	90	0	90	10
17	36	04/09/24	0	90	0	90	10
18	37	11/09/24	0	90	0	90	10
19	38	17/09/24	0	90	0	90	10
20	39	25/09/24	0	90	0	90	10
21	40	01/10/24	0	90	0	90	10
22	41	08/10/24	0	84	6	90	10
23	42	16/10/24	0	84	6	90	10
24	43	23/10/24	0	84	6	90	10

E2			DéTECTABILITÉ			PROSPECTABILITÉ (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	20	15/05/24	0	16	40	56	44
2	21	22/05/24	0	10	0	10	90
3	22	29/05/24	0	10	0	10	90
4	23	04/06/24	0	10	0	10	90
5	24	13/06/24	0	10	0	10	90
6	25	19/06/24	0	10	0	10	90
7	26	26/06/24	0	10	0	10	90
8	27	03/07/24	10	57	0	67	33
9	28	10/07/24	10	57	0	67	33
10	29	17/07/24	10	57	0	67	33
11	30	24/07/24	10	57	0	67	33
12	31	31/07/24	10	57	0	67	33
13	32	07/08/24	10	5	0	15	85
14	33	13/08/24	10	5	0	15	85
15	34	21/08/24	10	58	5	73	27
16	35	28/08/24	10	58	5	73	27
17	36	04/09/24	10	58	5	73	27
18	37	11/09/24	10	58	5	73	27
19	38	17/09/24	10	38	35	83	17
20	39	25/09/24	10	38	35	83	17
21	40	01/10/24	10	38	35	83	17
22	41	08/10/24	10	73	5	88	12
23	42	16/10/24	10	73	5	88	12
24	43	23/10/24	10	73	5	88	12

E3			DéTECTABILITÉ			PROSPECTABILITÉ (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	20	15/05/24	14	86	0	100	0
2	21	22/05/24	14	78	8	100	0
3	22	29/05/24	14	78	8	100	0
4	23	04/06/24	14	78	8	100	0
5	24	13/06/24	14	78	8	100	0
6	25	19/06/24	14	78	0	92	8
7	26	26/06/24	14	78	0	92	8
8	27	03/07/24	14	8	78	100	0
9	28	10/07/24	14	8	78	100	0
10	29	17/07/24	14	8	0	22	78
11	30	24/07/24	14	8	0	22	78
12	31	31/07/24	14	8	0	22	78
13	32	07/08/24	14	8	0	22	78
14	33	13/08/24	14	8	0	22	78
15	34	21/08/24	14	0	8	22	78
16	35	28/08/24	14	0	8	22	78
17	36	04/09/24	14	10	8	32	68
18	37	11/09/24	14	10	8	32	68
19	38	17/09/24	14	10	8	32	68
20	39	25/09/24	14	10	8	32	68
21	40	01/10/24	14	10	8	32	68
22	41	08/10/24	14	10	8	32	68
23	42	16/10/24	14	10	8	32	68
24	43	23/10/24	14	10	8	32	68

E4			Déetectabilité			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspectable
1	20	15/05/24	0	86	0	86	14
2	21	22/05/24	0	70	24	94	6
3	22	29/05/24	0	72	0	72	28
4	23	04/06/24	0	72	0	72	28
5	24	13/06/24	0	72	0	72	28
6	25	19/06/24	0	68	4	72	28
7	26	26/06/24	0	68	0	68	32
8	27	03/07/24	0	21	56	77	23
9	28	10/07/24	0	21	56	77	23
10	29	17/07/24	0	21	0	21	79
11	30	24/07/24	0	21	0	21	79
12	31	31/07/24	0	17	4	21	79
13	32	07/08/24	0	17	4	21	79
14	33	13/08/24	0	17	4	21	79
15	34	21/08/24	0	19	16	35	65
16	35	28/08/24	0	19	16	35	65
17	36	04/09/24	0	19	16	35	65
18	37	11/09/24	0	19	16	35	65
19	38	17/09/24	0	19	16	35	65
20	39	25/09/24	0	19	16	35	65
21	40	01/10/24	0	19	16	35	65
22	41	08/10/24	0	19	16	35	65
23	42	16/10/24	0	19	16	35	65
24	43	23/10/24	0	19	16	35	65

E5			Déetectabilité			Prospectabilité (%)	
Passage	Semaine	Date	D1	D2	D3	Réelle	Improspective
1	20	15/05/24	12	0	86	98	2
2	21	22/05/24	12	0	86	98	2
3	22	29/05/24	12	0	86	98	2
4	23	04/06/24	12	0	86	98	2
5	24	13/06/24	12	0	86	98	2
6	25	19/06/24	12	0	0	12	88
7	26	26/06/24	0	12	0	12	88
8	27	03/07/24	0	18	0	18	82
9	28	10/07/24	0	18	0	18	82
10	29	17/07/24	0	18	0	18	82
11	30	24/07/24	0	18	0	18	82
12	31	31/07/24	0	18	0	18	82
13	32	07/08/24	0	18	0	18	82
14	33	13/08/24	0	18	0	18	82
15	34	21/08/24	0	12	6	18	82
16	35	28/08/24	0	12	6	18	82
17	36	04/09/24	0	22	6	28	72
18	37	11/09/24	0	12	86	98	2
19	38	17/09/24	0	12	86	98	2
20	39	25/09/24	0	12	86	98	2
21	40	01/10/24	0	12	86	98	2
22	41	08/10/24	0	12	86	98	2
23	42	16/10/24	0	12	86	98	2
24	43	23/10/24	0	12	86	98	2

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 Andreas** - *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 dépôt du cadavre le 1er janvier. Dans le cadre de cet exemple, des visites ont été réalisées à J1 (le lendemain de la dépôt 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 dépôt 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 : $t = (8 + 8 + 0,5 + 2 + 0,5 + 4,5 + 14 + 2 + 4,5 + 12) / 10 = 5,6 \text{ jours}$.

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

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

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

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

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

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

Date	Numéro du cadavre	Efficacité	Déetectabilité
16/04/2024	1	1	D1
16/04/2024	2	1	D1
16/04/2024	3	1	D1
16/04/2024	4	0	D1
16/04/2024	5	1	D2
16/04/2024	6	1	D2
16/04/2024	7	1	D2
16/04/2024	8	1	D2
16/04/2024	9	1	D3
16/04/2024	10	1	D3
16/04/2024	11	1	D3
16/04/2024	12	0	D3
16/04/2024	13	1	D1
16/04/2024	14	1	D2
16/04/2024	15	1	D3
16/04/2024	16	0	D3
16/04/2024	17	0	D3
15/10/2024	1	1	D1
15/10/2024	2	1	D1
15/10/2024	3	1	D2
15/10/2024	4	1	D2
15/10/2024	5	1	D2
15/10/2024	6	0	D2
15/10/2024	7	1	D3
15/10/2024	8	0	D3
15/10/2024	9	0	D3
15/10/2024	10	0	D3
15/10/2024	11	1	D1
15/10/2024	12	1	D1
15/10/2024	13	1	D2
15/10/2024	14	1	D2
15/10/2024	15	1	D2
15/10/2024	16	1	D2
15/10/2024	17	1	D3
15/10/2024	18	1	D3
15/10/2024	19	0	D3
15/10/2024	20	0	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	Persistante médiane (censurée à droite)	Persistante moyenne d'un cadavre
1	Printemps	1	1	18/07/2024	18/07/2024	19/07/2024	0,5	5,42
1	Printemps	1	2	18/07/2024	22/07/2024	24/07/2024	5	
1	Printemps	1	3	18/07/2024	18/07/2024	19/07/2024	0,5	
1	Printemps	2	4	18/07/2024	19/07/2024	22/07/2024	2,5	
1	Printemps	2	5	18/07/2024	22/07/2024	24/07/2024	5	
1	Printemps	2	6	18/07/2024	22/07/2024	24/07/2024	5	
1	Printemps	3	7	18/07/2024	29/07/2024	31/07/2024	12	
1	Printemps	3	8	18/07/2024	22/07/2024	24/07/2024	5	
1	Printemps	3	9	18/07/2024	22/07/2024	24/07/2024	5	
1	Printemps	4	10	18/07/2024	29/07/2024	31/07/2024	12	
1	Printemps	4	11	18/07/2024	19/07/2024	22/07/2024	2,5	
1	Printemps	4	12	18/07/2024	22/07/2024	24/07/2024	5	
1	Printemps	5	13	18/07/2024	19/07/2024	22/07/2024	2,5	
1	Printemps	5	14	18/07/2024	22/07/2024	24/07/2024	5	
1	Printemps	5	15	18/07/2024	22/07/2024	24/07/2024	5	
2	Automne	1	1	09/10/2024	14/10/2024	16/10/2024	6	
2	Automne	1	2	09/10/2024	23/10/2024		14	
2	Automne	1	3	09/10/2024	09/10/2024	11/10/2024	1	
2	Automne	1	4	09/10/2024	09/10/2024	11/10/2024	1	
2	Automne	1	5	09/10/2024	23/10/2024		14	
2	Automne	2	6	09/10/2024	14/10/2024	16/10/2024	6	
2	Automne	2	7	09/10/2024	14/10/2024	16/10/2024	6	
2	Automne	2	8	09/10/2024	09/10/2024	11/10/2024	1	
2	Automne	2	9	09/10/2024	09/10/2024	11/10/2024	1	
2	Automne	2	10	09/10/2024	23/10/2024		14	
2	Automne	4	11	09/10/2024	09/10/2024	11/10/2024	1	
2	Automne	4	12	09/10/2024	11/10/2024	14/10/2024	3,5	
2	Automne	4	13	09/10/2024	14/10/2024	16/10/2024	6	
2	Automne	4	14	09/10/2024	16/10/2024	21/10/2024	9,5	
2	Automne	4	15	09/10/2024	14/10/2024	16/10/2024	6	

ANNEXE 5 : TABLEAU DE MORTALITE DES CHIROPTERES

Passage	Semaine	Date	E1	E2	E3	E4	E5
1	20	15/05/24	-	-	-	-	-
2	21	22/05/24	-	-	-	-	-
3	22	29/05/24	-	-	-	-	-
4	23	04/06/24	-	-	-	-	-
5	24	13/06/24	-	-	-	-	-
6	25	19/06/24	-	-	-	-	-
7	26	26/06/24	-	-	-	-	-
8	27	03/07/24	-	-	-	-	-
9	28	10/07/24	-	-	-	-	-
10	29	17/07/24	-	-	-	-	-
11	30	24/07/24	-	-	-	-	-
12	31	31/07/24	-	1 Pipistrelle commune	-	-	-
13	32	07/08/24	-	-	-	-	-
14	33	13/08/24	-	-	-	-	-
15	34	21/08/24	-	-	-	-	-
16	35	28/08/24	-	-	-	-	-
17	36	04/09/24	-	-	-	-	-
18	37	11/09/24	-	-	-	-	-
19	38	17/09/24	-	-	-	-	-
20	39	25/09/24	-	-	-	-	-
21	40	01/10/24	-	-	-	-	-
22	41	08/10/24	-	-	-	-	-
23	42	16/10/24	-	-	-	-	-
24	43	23/10/24	-	-	-	-	-

ANNEXE 6 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES CHIROPTERES

N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés			Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Coefficient correcteur surfacique	Intervalle entre les passages	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		
	N _a	N _b	d											N _{Jones}	N _{Huso}	N _{GenEst}
E1	0	0	0,86	0,61	0,00	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	0	0	0
E2	1	0	0,82	0,54	1,87	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	4,4	4,1	4,0
E3	0	0	0,79	0,54	0,00	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	0	0	0
E4	0	0	0,77	0,48	0,00	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	0	0	0
E5	0	0	0,59	0,58	0,00	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	0	0	0
Parc	1	0	0,76	0,55	1,82	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	4,4	4,1	3,9

ANNEXE 7 : TABLEAU DE MORTALITE DES OISEAUX

Passage	Semaine	Date	E1	E2	E3	E4	E5
1	20	15/05/24	-	-	-	-	-
2	21	22/05/24	-	-	-	-	-
3	22	29/05/24	-	-	-	-	-
4	23	04/06/24	-	-	-	-	-
5	24	13/06/24	-	-	-	-	-
6	25	19/06/24	-	-	-	-	-
7	26	26/06/24	-	-	-	-	-
8	27	03/07/24	1 Faucon crécerelle	-	-	1 Pie bavarde	-
9	28	10/07/24	-	-	-	-	-
10	29	17/07/24	-	-	1 Alouette lulu (vivant)	-	-
11	30	24/07/24	-	-	-	-	-
12	31	31/07/24	-	-	-	-	-
13	32	07/08/24	-	-	-	-	-
14	33	13/08/24	-	-	-	-	-
15	34	21/08/24	-	-	-	-	-
16	35	28/08/24	-	-	-	-	-
17	36	04/09/24	-	-	-	-	-
18	37	11/09/24	-	-	-	1 Pigeon ramier	-
19	38	17/09/24	-	-	-	-	-
20	39	25/09/24	-	-	-	-	-
21	40	01/10/24	-	-	-	-	-
22	41	08/10/24	-	-	-	-	-
23	42	16/10/24	-	-	-	-	-
24	43	23/10/24	-	-	-	-	-

ANNEXE 8 : TABLEAU DES ESTIMATIONS DE MORTALITE DES OISEAUX

N° Éolienne	Nombre de cadavres comptés			Taux de détection	Prospectabilité moyenne	Coefficient correcteur surfacique	Intervalle entre les passages	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		
	N _a	N _b	d						A	I	t	p _{Jones}	p _{Huso}	Î	ê	N _{Jones}	N _{Huso}
E1	1	0	0,97	0,61	1,63	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	3,2	3,0	3,5	
E2	0	0	0,92	0,54	0,00	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	0	0	0	
E3	1	0	0,88	0,54	1,85	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	4,0	3,7	4,0	
E4	2	0	0,84	0,48	2,10	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	9,5	8,8	8,7	
E5	0	0	0,57	0,58	0,00	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	0	0	0	
Parc	4	0	0,84	0,55	1,82	7,00	5,42	0,52	0,56	10,83	1,00	0,73	4,12	16,7	15,5	15,4	

ANNEXE 9 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES CHIROPTERES

FICHE CADAVRE INCIDENT n° 1		24-0131_240731_PIPPIP_E2_CB		
PARC EOLIEN CONCERNÉ				
Nom du parc éolien : Scaër		Code étude : AF-24-0131		
Commune : Scaër		Département : 29		
Exploitant : Engie Green		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE		
Eolienne concernée : E2	Date de découverte : 31/07/2024	Heure de découverte : 11h00		
DECOUVREUR	FONCTION	METHODE D'INVENTAIRE	BUREAU D'ETUDES	
Christophe BILLOIN	Technicien faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'	
SITUATION DU CADAVRE				
Latitude : 48,068690 Longitude : -3,726020 Distance au mât de l'éolienne : 20 m Orientation par rapport à l'éolienne : Sud-Ouest Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) : 				
ESPECE				
Nom français : Pipistrelle commune Nom scientifique : Pipistrellus pipistrellus				
Âge	<input checked="" type="checkbox"/> Adulte	<input type="checkbox"/> Immature	<input type="checkbox"/> Juv.	<input type="checkbox"/> Indéterminé
Sexe	<input type="checkbox"/> Mâle	<input checked="" type="checkbox"/> Femelle	<input type="checkbox"/> Indéterminé	
Statut national	<input type="checkbox"/> LC	<input checked="" type="checkbox"/> NT	<input type="checkbox"/> VU	<input type="checkbox"/> EN
	<input type="checkbox"/> CR	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> DD	
Statut régional	<input checked="" type="checkbox"/> LC	<input type="checkbox"/> NT	<input type="checkbox"/> VU	<input type="checkbox"/> EN
	<input type="checkbox"/> CR	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> DD	
Individu	<input checked="" type="checkbox"/> Mort (cadavre entier)	<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)	<input type="checkbox"/> Fragment(s)	<input type="checkbox"/> Blessure apparente
Commentaire si blessure ou fragment :				
Etat	<input type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> décomposition	<input checked="" type="checkbox"/> Sec	<input type="checkbox"/> Décomposé
	<input type="checkbox"/> Prédaté			
Cause présumée incident :	<input checked="" type="checkbox"/> Collision	<input type="checkbox"/> Baro-traumatisme	<input type="checkbox"/> Projection	
ADAPTATION DES MESURES pour les espèces VU et de niveau supérieur ou une mortalité importante				

ANNEXE 10 : FICHES DE SUIVI DE MORTALITE DES OISEAUX

FICHE CADAVRE INCIDENT n° 1		24-0131_240703_CORVIDAE_E4_CB		
PARC EOLIEN CONCERNE				
Nom du parc éolien : Scaër		Code étude : AF-24-0131		
Commune : Scaër		Département : 29		
Exploitant : Engie Green		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE		
Eolienne concernée : E4	Date de découverte : 03/07/2024	Heure de découverte : 16h41		
DECOUVREUR	FONCTION	METHODE D'INVENTAIRE	BUREAU D'ETUDES	
Christophe BILLOIN	Technicien faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'	
SITUATION DU CADAVRE				
Latitude : 48,064873 Longitude : -3,726351 Distance au mât de l'éolienne : 58 m Orientation par rapport à l'éolienne : Ouest Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) : prairie basse				
ESPECE				
Nom français : Pie bavarde Nom scientifique : <i>Pica pica</i>				
Âge	<input type="checkbox"/> Adulte	<input type="checkbox"/> Immature	<input type="checkbox"/> Juv.	<input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé
Sexe	<input type="checkbox"/> Mâle	<input type="checkbox"/> Femelle	<input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé	
Statut national	<input checked="" type="checkbox"/> LC	<input type="checkbox"/> NT	<input type="checkbox"/> VU	<input type="checkbox"/> EN
	<input type="checkbox"/> CR	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> DD	
Statut régional	<input checked="" type="checkbox"/> LC	<input type="checkbox"/> NT	<input type="checkbox"/> VU	<input type="checkbox"/> EN
	<input type="checkbox"/> CR	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> DD	
Individu	<input type="checkbox"/> Mort (cadavre entier)	<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)	<input checked="" type="checkbox"/> Fragment(s)	<input type="checkbox"/> Blessure apparente
Commentaire si blessure ou fragment : plumée				
Etat	<input type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> décomposition	<input type="checkbox"/> Sec	<input type="checkbox"/> Décomposé
	<input checked="" type="checkbox"/> Prédaté			
Cause présumée incident :	<input checked="" type="checkbox"/> Collision	<input type="checkbox"/> Baro-traumatisme	<input type="checkbox"/> Projection	
ADAPTATION DES MESURES pour les espèces VU et de niveau supérieur ou une mortalité importante				



FICHE CADAVRE INCIDENT n° 2		24-0131_240703_FALTIN_E1_CB		
PARC EOLIEN CONCERNÉ				
Nom du parc éolien : Scaër		Code étude : AF-24-0131		
Commune : Scaër		Département : 29		
Exploitant : Engie Green		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE		
Eolienne concernée : E1	Date de découverte : 03/07/2024		Heure de découverte : 17h57	
DECOUVREUR	FONCTION	METHODE D'INVENTAIRE	BUREAU D'ETUDES	
Christophe BILLOIN	Technicien faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'	
SITUATION DU CADAVRE				
Latitude : 48,06709 Longitude : -3,7295 Distance au mât de l'éolienne : 14 m Orientation par rapport à l'éolienne : Ouest Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) : prairie basse				
ESPECE				
Nom français : Faucon crécerelle				
Nom scientifique : <i>Falco tinninculus</i>				
Âge	<input checked="" type="checkbox"/> Adulte	<input type="checkbox"/> Immature	<input type="checkbox"/> Juv.	<input type="checkbox"/> Indéterminé
Sexe	<input checked="" type="checkbox"/> Mâle	<input type="checkbox"/> Femelle	<input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé	
Statut national	<input type="checkbox"/> LC	<input checked="" type="checkbox"/> NT	<input type="checkbox"/> VU	<input type="checkbox"/> EN
	<input type="checkbox"/> CR	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> DD	
Statut régional	<input checked="" type="checkbox"/> LC	<input type="checkbox"/> NT	<input type="checkbox"/> VU	<input type="checkbox"/> EN
	<input type="checkbox"/> CR	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> DD	
Individu	<input checked="" type="checkbox"/> Mort (cadavre entier)	<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)	<input type="checkbox"/> Fragment(s)	<input type="checkbox"/> Blessure apparente
Commentaire si blessure ou fragment :				
Etat	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> décomposition	<input type="checkbox"/> Sec	<input type="checkbox"/> Décomposé
	<input type="checkbox"/>	Prédaté		
Cause présumée incident :	<input checked="" type="checkbox"/> Collision	<input type="checkbox"/> Baro-traumatisme	<input type="checkbox"/> Projection	
ADAPTATION DES MESURES pour les espèces VU et de niveau supérieur ou une mortalité importante				



FICHE CADAVRE INCIDENT n° 3		24-0131_240717_LULARB_E3_CB		
PARC EOLIEN CONCERNE				
Nom du parc éolien : Scaër		Code étude : AF-24-0131		
Commune : Scaër		Département : 29		
Exploitant : Engie Green		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE		
Eolienne concernée : E3	Date de découverte : 17/07/2024	Heure de découverte : 16h23		
DECOUVREUR	FONCTION	METHODE D'INVENTAIRE	BUREAU D'ETUDES	
Christophe BILLOIN	Technicien faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'	
SITUATION DU CADAVRE				
Latitude : 48,068832 Longitude : -3,720774 Distance au mât de l'éolienne : 0 m Orientation par rapport à l'éolienne : Sud-Est Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) : pied de turbine, béton				
				
ESPECE				
Nom français : Alouette lulu Nom scientifique : <i>Lullula arborea</i>				
Âge	<input checked="" type="checkbox"/> Adulte	<input type="checkbox"/> Immature	<input type="checkbox"/> Juv.	<input type="checkbox"/> Indéterminé
Sexe	<input type="checkbox"/> Mâle	<input type="checkbox"/> Femelle	<input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé	
Statut national	<input checked="" type="checkbox"/> LC	<input type="checkbox"/> NT	<input type="checkbox"/> VU	<input type="checkbox"/> EN
Statut régional	<input type="checkbox"/> CR	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> DD	<input type="checkbox"/> EN
Individu	<input type="checkbox"/> Mort (cadavre entier)	<input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé)	<input type="checkbox"/> Fragment(s)	<input type="checkbox"/> Blessure apparente
Commentaire si blessure ou fragment :				
Etat	<input type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> décomposition	<input type="checkbox"/> Sec	<input type="checkbox"/> Décomposé
	<input type="checkbox"/> Prédaté			
Cause présumée incident :	<input checked="" type="checkbox"/> Collision	<input type="checkbox"/> Baro-traumatisme	<input checked="" type="checkbox"/> Projection	
ADAPTATION DES MESURES pour les espèces VU et de niveau supérieur ou une mortalité importante				
S'envole après 20 minutes				

FICHE CADAVRE INCIDENT n°4		24-0131_240924_COLBUS_E4_CB		
PARC EOLIEN CONCERNÉ				
Nom du parc éolien : Scaër		Code étude : AF-24-0131		
Commune : Scaër		Département : 29		
Exploitant : Engie Green		Situation administrative au jour de l'incident : Autorisation ICPE		
Eolienne concernée : E4	Date de découverte : 24/09/2024	Heure de découverte : 15h00		
DECOUVREUR	FONCTION	METHODE D'INVENTAIRE	BUREAU D'ETUDES	
Christophe BILLOIN	Technicien faune	Suivi post-implantation	OUEST AM'	
SITUATION DU CADAVRE				
Latitude : 48,065529 Longitude : -3,726610 Distance au mât de l'éolienne : 36 m Orientation par rapport à l'éolienne : Sud-Ouest Couverture végétale (type, hauteur, densité, etc.) :				
ESPECE				
Nom français : Pigeon ramier				
Nom scientifique : Columba palumbus				
Âge	<input type="checkbox"/> Adulte	<input type="checkbox"/> Immature	<input type="checkbox"/> Juv.	<input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé
Sexe	<input type="checkbox"/> Mâle	<input type="checkbox"/> Femelle	<input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé	
Statut national	<input checked="" type="checkbox"/> LC	<input type="checkbox"/> NT	<input type="checkbox"/> VU	<input type="checkbox"/> EN
Statut régional	<input type="checkbox"/> CR	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> DD	<input type="checkbox"/> EN
Individu	<input type="checkbox"/> Mort (cadavre entier)	<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)	<input checked="" type="checkbox"/> Fragment(s)	<input type="checkbox"/> Blessure apparente
Commentaire si blessure ou fragment : plumée				
Etat	<input type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> décomposition	<input type="checkbox"/> Sec	<input type="checkbox"/> Décomposé
	<input checked="" type="checkbox"/> Prédaté			
Cause présumée incident :	<input checked="" type="checkbox"/> Collision	<input type="checkbox"/> Baro-traumatisme	<input type="checkbox"/> Projection	
ADAPTATION DES MESURES pour les espèces VU et de niveau supérieur ou une mortalité importante				